

Literaturbasierte Diskussion der Begriffe Daten, Informationen und Wissen im Kon- text von IT-Anwendungen im produktionslogistischen Umfeld

Bachelorarbeit zur Erlangung des Grades B. Sc.

Vorgelegt von: Juliana Xenia Kropf

Matrikelnummer: 166732

Studiengang: Maschinenbau

Ausgabedatum: 27.03.2023

Abgabedatum: 03.07.2023

Erstprüfer: Dr.-Ing. Anne Antonia Scheidler

Zweitprüfer: Joachim Hunker, M. Sc.

Technische Universität Dortmund

Fakultät Maschinenbau

Fachgebiet IT in Produktion und Logistik

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
1 Einleitung	6
2 Allgemeine Produktionslogistik	9
2.1 Grundlagen der Produktionslogistik	9
2.2 IT-Anwendungen in der Produktionslogistik	12
3 Daten, Informationen und Wissen.....	17
3.1 Begriffliche Grundlagen	17
3.2 Vorstellung etablierter Modelle zur Begriffsrelation	26
4 Literaturbasierte Diskussion	32
4.1 Systematische Literaturrecherche	32
4.2 Gegenüberstellung und Einordnung der Ergebnisse im produktionslogistischen Einsatz	37
4.3 Diskussion und Fazit	48
5 Zusammenfassung und Ausblick	55
Literaturverzeichnis	58
Anhang: Ergebnisse der Literaturrecherche	64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozess der Literaturrecherche (vom Brocke et al. 2009)	7
Abbildung 2: Einordnung der Produktionslogistik, eigene Darstellung (in Anlehnung an Bauer (2014, S. 2) und Arnold et al. (2008, S. 9))	10
Abbildung 3: IS als Mensch-Maschine-Systeme, eigene Darstellung (in Anlehnung an Krcmar (2015, S. 22))	14
Abbildung 4: Darstellung der Automatisierungspyramide, eigene Darstellung (in Anlehnung an Leupold und Pirron (2018, S. 172)).....	15
Abbildung 5: Die Rolle der Daten im Laufe der Digitalisierung, eigene Darstellung (in Anlehnung an ten Hompel et al. (2017, S. 15)).....	19
Abbildung 6: Die Beziehungen zwischen den Ebenen der Begriffshierarchie, eigene Darstellung (in Anlehnung an Rehäuser und Krcmar (1996, S. 7))	23
Abbildung 7: Die DIKW-Pyramide, eigene Darstellung (in Anlehnung an Rowley (2007), Frické (2019) und Zins (2007)).....	26
Abbildung 8: Die Wissenstreppe, eigene Darstellung (in Anlehnung an North (2011, S. 37)).....	28
Abbildung 9: Die Spirale der organisationalen Wissenserzeugung/-transformation (Nonaka und Takeuchi 1995).....	30
Abbildung 10: Vier Arten der Wissenserzeugung und -transformation, eigene Darstellung (in Anlehnung an Nonaka und Takeuchi (1995, S. 72))	31
Abbildung 11: Framework für die Literaturrecherche, eigene Darstellung (in Anlehnung an vom Brocke et al. (2009, S. 7)).....	32
Abbildung 12: Einordnung der Literaturrecherche dieser Arbeit auf Basis von Cooper (1988)	33
Abbildung 13: Ausschnitt zur Synthese identifizierter Literatur mittels Strukturierung in Notion	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ermittlung des Relevanzlevels der führenden Kategorien	34
Tabelle 2: Gewählte Suchbegriffe für die Literaturrecherche	35
Tabelle 3: Methodik der Literaturrecherche	37
Tabelle 4: Gegenüberstellung verschiedener Perspektiven auf den Begriff Daten.....	41
Tabelle 5: Gegenüberstellung verschiedener Perspektiven auf den Begriff Information.....	44
Tabelle 6: Gegenüberstellung verschiedener Perspektiven auf den Begriff Wissen.....	46
Tabelle 7: Gegenüberstellung der betrachteten Modelle.....	47
Tabelle 8: Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche.....	64

Abkürzungsverzeichnis

APS	Advanced Planning and Scheduling
BA	Business Analytics
CPPS	Cyber-Physical Production Systems
CPS	Cyber-Physical Systems
ERP	Enterprise-Resource-Planning
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IoT	Internet of Things
IS	Informationssystem
MES	Manufacturing Execution System
MRP-II	Material Resource Planning
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
SC	Supply Chain
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung

1 Einleitung

Die Komplexität der digitalen Fertigungsindustrie steigt mit der fortschreitenden Verbreitung automatisierter Systeme und dem Wandel der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zunehmend an (Bauernhansl et al. 2014). Hierin hat sich die Produktionslogistik als eine der bedeutendsten wirtschaftlichen Disziplinen in Deutschland herausgestellt (Günther 2009). Sie strebt an für reale Anwendungsfälle anhaltende Abstimmungen verschiedener Organisationsprozesse umzusetzen.

Mit der Entwicklung in der IKT nimmt darüber hinaus das Datenvolumen und die Geschwindigkeit, mit der Daten aufgenommen werden stetig zu (Günther 2009). Allein der durch die Automatisierungstechnik verbreitete Einsatz von Bewegungs- und Positionssensoren zur Überwachung von Produktionsschritten ermöglicht bereits einen Einblick in die umfangreiche Erhebung großer Datenmengen. Während vor der dritten Industrialisierung die Verwaltung der Datenmengen durch grundlegende Organisationssysteme umgesetzt werden konnte, ist diese Verwaltung der nun weit aufgefächerten Quantität an Daten heutzutage nicht mehr manuell zu meistern (Gutenschwager et al. 2017). Die erhöhte Komplexität fordert neue Modelle und Algorithmen zur effizienten Nutzung großer Datenmengen und die sinnvolle Strukturierung der daraus resultierenden Informationen, sodass sich neues Wissen erschließen lässt (Günther 2009; Schenk 2015). Im Bereich der Business Analytics (BA) werden z. B. durch Methoden der Wissensentdeckung in Datenbanken und des Machine Learning, die Identifikation von Trends in Daten genutzt, um Risiken zeitig zu erkennen und Prozesse zu optimieren (Arnold et al. 2008). Somit werden durch Analyse und Visualisierung dezentralisierter Daten, fundierte Geschäftsentscheidungen unterstützt.

Eine zentrale Rolle spielen in dieser Domäne IT-Anwendungen. Durch die Verwaltung und Organisation von Daten leisten IT-Anwendungen in der Produktionslogistik einen wichtigen Beitrag, um die Entscheidungsfindung zu unterstützen (Mieke und Nagel 2017). Der Einsatz für reale Prozessfälle stellt oftmals eine Herausforderung dar (Günther und Tempelmeier 2014). Im Kontext von BA werden dezentralisierten Daten analysiert und visualisiert, um fundierte Geschäftsentscheidungen zu unterstützen. Hierbei kann die Wissensentdeckung durch die Identifikation von Trends in Daten genutzt werden um Risiken zeitig zu erkennen und Prozesse zu optimieren. Die Definition der hier relevanten Begriffe Daten, Informationen und Wissen wird von verschiedenen Akteuren jedoch unterschiedlich verstanden. Dieser fehlende Konsens spiegelt sich ebenfalls in der Literatur wider, in der aus der Sichtweise der Prozessanwendungen keine einheitliche Begriffsfindung etabliert ist.

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit besteht darin, ein solides Fundament für ein verbessertes Verständnis der Begriffe Daten, Informationen und Wissen im produktionslogistischen Einsatz zu schaffen. Diese Arbeit möchte einen Beitrag dazu leisten, Klarheit und Präzision im Umgang mit diesen Begriffen zu erreichen. Hierbei erfolgt eine Analyse verschiedener Definitionen und ihrer Modelle aus unterschiedlichen Perspektiven. Um dieses Unterziel zu erreichen wird eine gründliche Aufarbeitung unterschiedlicher Definitionsansätze durchgeführt. Es werden verschiedene Quellen herangezogen, um einen weiten Überblick über die Begriffe zu erhalten und zusätzlich einige zugehörige, etablierte Modelle vorgestellt. Im Anschluss erfolgt eine Synthese der unterschiedlichen Definitionsansätze und Modelle anhand einer tabellarischen Strukturierung der Literatur, wobei verschiedene Merkmale, Eigenschaften und Zusammenhänge herausgearbeitet werden, sodass schließlich eine Gegenüberstellung erfolgen kann. Als letztes Unterziel erfolgt eine fundierte und kritische Diskussion zur Einordnung der erzielten Ergebnisse im Zusammenhang zu IT-Anwendungen im produktionslogistischen Umfeld.

Die Arbeit basiert auf einer klassischen, literaturbasierten Recherche nach vom Brocke et al. (2009). Das Forschungsfeld ist durch die Aufgabenstellung begrenzt und die initiale Literaturrecherche erfolgt mittels Durchsuchung der bekannte Datenbank Scopus, um das Forschungsfeld weiter einzugrenzen. Anschließend werden weitere bekannte Datenbanken wie Science Direct, ACM, IEEEXplore und andere genutzt, um das zuvor eingegrenzte Forschungsgebiet systematisch zu durchsuchen. Es werden Suchbegriffe definiert, die Filterfunktionen auf den entsprechenden Websites genutzt und entsprechen rückwärtsgerichtete Suchen durchgeführt (vgl. Abb.1).

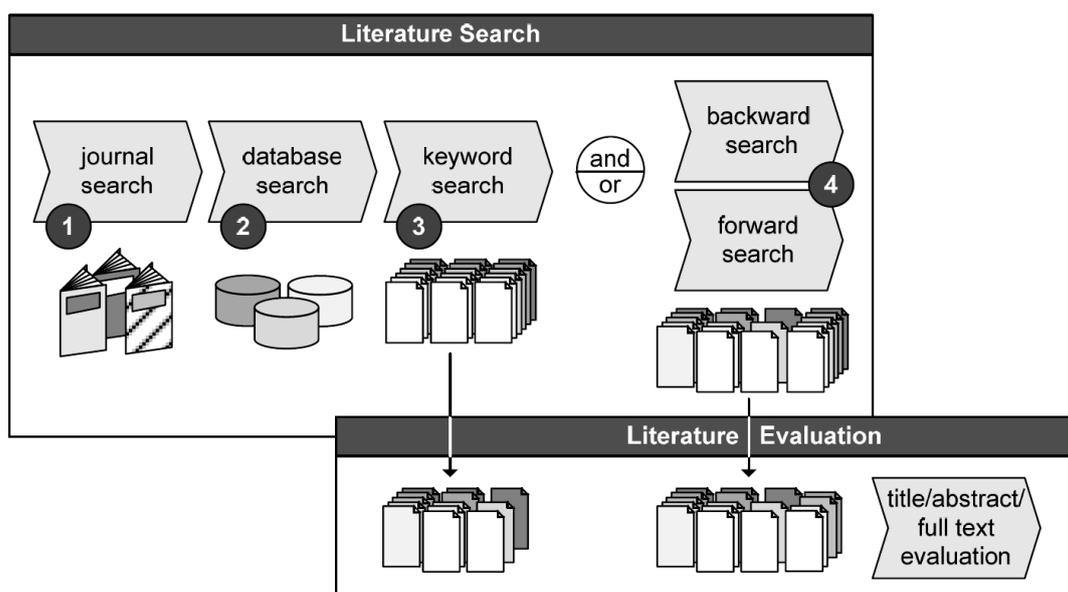


Abbildung 1: Prozess der Literaturrecherche (vom Brocke et al. 2009)

Um eine umfassende Literaturrecherche zu gewährleisten und die nachfolgenden Schritte der Volltextauswertung sowie der Kontextualisierung und Einordnung zu erleichtern und zu beschleunigen, werden alle ausgewählten Forschungsarbeiten anhand von Tags in Kategorien wie Schlüsselwörtern, Autoren und entsprechend der rückwärtsgerichteten Suche relevanter, zitierter Autoren, Anwendungsgebieten und Datenbanken eingeteilt. Auf diese Weise könnten nach der Textanalyse zusätzliche Tags zur Relevanz hinzugefügt werden, und gegebenenfalls Ergänzungen vorgenommen werden. Dieser Prozess wird als iterativ bezeichnet, da während der Textanalyse gegebenenfalls neue Schlüsselwörter identifiziert werden können, die zu einer erneuten Recherche in den genannten Datenbanken führen können. Zudem kann mithilfe des Autoren-Tags nach relevanten Autoren in diesem Gebiet gesucht werden, was eine weitere Durchsicht der durchsuchten Datenbanken sinnvoll machen kann. Während der Volltextauswertung ist es wichtig, Muster zu identifizieren und besonderes Augenmerk auf die Beziehungen zwischen den ermittelten Variablen zu legen. Die Ergebnisse der Literaturrecherche sind im Anhang aufgeführt. Das gewählte Vorgehen ermöglicht einen systematischen Abgleich der verschiedenen Modelle und Begriffsdefinitionen aus unterschiedlichen Perspektiven. Es ist von besonderer Bedeutung, mit dieser Literaturrecherche ein möglichst breites Gebiet abzudecken, da es in Bezug auf die Übertragung von Begriffsdefinitionen und Modellvorstellungen für IT-Anwendungen im produktionslogistischen Umfeld Forschungslücken gibt. Die gewählte Methode hilft dabei, verschiedene Modelle und Definitionen aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten und zu vergleichen.

2 Allgemeine Produktionslogistik

Die Produktionslogistik befasst sich mit der effizienten und effektiven Planung, Steuerung und Umsetzung von Produktionsprozessen (Steven 2007). Im Zeitalter der Digitalisierung stehen Unternehmen vor anspruchsvollen Herausforderungen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit aufrechtzuerhalten (Malagon-Suarez und Orjuela-Castro 2023; Scheer et al. 2006). Insbesondere Führungskräfte sehen sich hierbei in den Bereichen Einkauf, Vertrieb und Produktionsplanung und -steuerung (PPS) mit zunehmend überwachenden und richtungsweisenden Aufgaben konfrontiert (Meier und Pfeffer 2022).

Im Rahmen dieses Kapitels werden die grundlegenden Aspekte der Produktionslogistik behandelt, einschließlich ihrer Ziele, Aufgaben und Herausforderungen, insbesondere im Kontext der Digitalisierung und Globalisierung. In diesem Zusammenhang werden die Bedeutung von IT-gestützten Systemen in der Produktionslogistik untersucht, da sie eine wertvolle Unterstützung bei der Bewältigung der Aufgaben bieten (Meier und Pfeffer 2022). Durch eine effektive Implementierung in der Praxis können diese Systeme einen entscheidenden Beitrag zur Optimierung der Produktionsprozesse leisten.

2.1 Grundlagen der Produktionslogistik

Die Produktionslogistik befasst sich mit der Gestaltung, Planung und Steuerung der Material- und Informationsflüsse innerhalb des Produktionsprozesses (vgl. Abb. 2) (Bauer 2014; Augustin 2018). Sie ist ein wesentlicher Bestandteil der Unternehmenslogistik und ordnet sich hierin nach der Beschaffungslogistik und vor der Distributionslogistik ein (Gröner 1993; Bauer 2014). Für dessen Umsetzung werden die Logistikprinzipien Ganzheitlichkeit, Kundenorientierung und Flussorientierung angewendet (Augustin 2018). Gemeint ist mit dem logistischen Prinzip der Ganzheitlichkeit die Optimierung der Produktion, um eine effiziente Wertschöpfungskette zu erreichen (Augustin 2018). Zur Steuerung der Logistikleistung hat sich der sogenannte Deming-Zyklus aus Planen, Ausführen, Überprüfen und Verbessern etabliert (Arnold et al. 2008). Die Produktionslogistik operiert auf der Planungsebene eines einzelnen Unternehmens und wird darüber hinaus als integraler Bestandteil der Supply Chain (SC) betrachtet (Gutenschwager et al. 2017). Die SC geht über die Unternehmensgrenzen hinaus und beinhaltet die Verknüpfung von Netzwerken mit externen Wertschöpfungspartnern, um eine funktionsübergreifende Integration innerhalb des Netzwerks zu erreichen (Lambert 2010; Arnold et al. 2008).

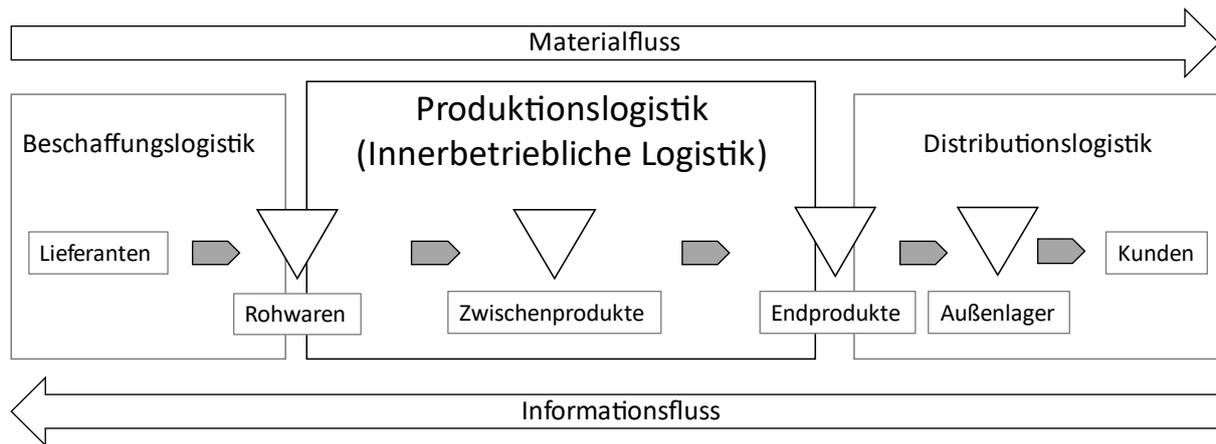


Abbildung 2: Einordnung der Produktionslogistik, eigene Darstellung (in Anlehnung an Bauer (2014, S. 2) und Arnold et al. (2008, S. 9))

Das Ziel der Produktionslogistik ist die effiziente und kostengünstige Bereitstellung von Materialien, Ressourcen und Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort (Monden 2012). Diese Bereitstellung ist von entscheidender Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen (Scheer et al. 2006). Bauer (2014) konkretisiert Ziele der Produktionslogistik durch deren Aufteilung in die Perspektiven der Zeit, Menge und Finanzen. Insbesondere aufgrund ihrer essenziellen Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit eines produzierenden Unternehmens sind Finanzziele hier von wesentlicher Bedeutung (Balsliemke 2015). Finanzziele beinhalten unter anderem das Senken von Fertigungs- und Lagerkosten, die Erhöhung des Deckungsbeitrages und die Verbesserung der Liquidität (Bauer 2014). Mit den Mengenzielen wird die Reduzierung von Beständen und Steigerung der Ausbringung verfolgt (Bauer 2014). Zeitziele befassen sich mit der Reduzierung der Durchlaufzeit, Vergrößerung der Nutzungszeiten und Gewährleistung von Termineinhaltung (Bauer 2014).

Die Aufgaben der Produktionslogistik umfassen die ganzheitliche Gestaltung von Material- und Informationsflüssen, die Entwicklung von effizienten Lager- und Transportkonzepten sowie die Optimierung und Steuerung logistischer Prozesse, um eine reibungslose Versorgung mit Rohstoffen, Zwischenprodukten und Fertigprodukten sicherzustellen (Augustin 2018). Dies beinhaltet die sorgfältige Planung und Organisation von Lager- und Transportkonzepten sowie die Implementierung von effizienten Prozessen zur reibungslosen Materialbewegung und -verteilung (Meier und Pfeffer 2022; Arnold et al. 2008). Dabei können Maßnahmen wie Just-in-Time und die Wertstromanalyse ergriffen werden, um ganzheitliche Produktionssysteme zu verbessern, wodurch das Ziel einer schnellen und strukturierten Problemlösung verfolgt wird (Mieke und Nagel 2017; Monden 2012).

Die Globalisierung und die damit einhergehende zunehmende Verflechtung der Leistungserstellung haben einerseits zu einer neuen Komplexität in der Produktfertigung geführt, andererseits steigen die Kundenansprüche an Qualität und Variantenvielfalt, wodurch ein erhöhter

Druck auf Hersteller und Händler ausgeübt wird (Arnold et al. 2008). In technologisch hochentwickelten Industriezweigen ist zudem eine zunehmende Verkürzung der Produktlebenszyklen zu beobachten, womit die „Zeitspanne zwischen der Markteinführung eines Produktes und seinem Ausscheiden aus dem Markt bezeichnet“ (Günther und Tempelmeier 2014, S. 39) wird. In Anbetracht verkürzter Produktlebenszyklen und der zunehmenden Variantenvielfalt, wird eine rasche Anpassung der Produktionsmittel und der Produktionssysteme erwartet (Schenk 2015). Für Unternehmen ist es somit von entscheidender Bedeutung, eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit zu besitzen, um den kontinuierlichen Optimierungsprozess ihrer Produktionsabläufe sicherzustellen. Dadurch wird die stetige Verbesserung der Produktionsprozesse zu einer zentralen Anforderung an die Produktionslogistik (Bauer 2014). Die Produktionslogistik steht vor der anspruchsvollen Aufgabe, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den individuellen Kundenwünschen, der Vielfalt in geringer Stückzahl und den kürzeren Produktlebensdauern sowie der finanziellen Stabilität zu erreichen (Bauer 2014).

Das Informationsmanagement spielt zur Unterstützung der „Planung, Steuerung und Kontrolle der logistischen Leistungserstellung auf der Prozess- und Ressourcenebene“ (Arnold et al. 2008, S. 937) eine entscheidende Rolle. Sie beinhaltet die Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung von relevanten Informationen über den gesamten Produktionsprozess hinweg (Rönick et al. 2020). Im Zusammenhang mit der Digitalisierung und der Industrie 4.0 wird die Bedeutung des Informationsmanagements besonders deutlich angesichts des exponentiellen Anstiegs des zu verwaltenden Datenvolumens, das voraussichtlich im Jahr 2025 auf 163 Zettabytes anwachsen wird (Reinsel et al. 2017). Der Begriff Industrie 4.0 wird in der Literatur uneinheitlich definiert. In dieser Arbeit wird unter Industrie 4.0 oder auch der vierten industriellen Revolution „die Vernetzung der gesamten Wertschöpfungskette von der Ideenfindung bis zum Kunden mit intelligenter Informationstechnologie“ (Meier und Pfeffer 2022, S. V) verstanden.

Mit der Implementierung des Internetprotokolls IPv6 im Jahr 2012 wurde der Grundstein für die Nutzung des *Internet der Dinge*, auch bekannt als *Internet of Things* (IoT), gelegt (Bauernhansl et al. 2014). „Physische Gegenstände sind nicht länger von der virtuellen Welt getrennt“ (Bauernhansl et al. 2014, S. 544) und „eingebettete Systeme können sich nun beliebig untereinander und mit dem Internet vernetzen“ (Bauernhansl et al. 2014, S. 605), wodurch sie in der Lage sind, autonom miteinander in der Produktion zu interagieren. Diese Verknüpfung von realen, also *physischen* Objekten mit informationsverarbeitenden, also *virtuellen* Objekten wird Cyber-Physical Systems (CPS) genannt (Geisberger und Broy 2012). CPS im Kontext der industriellen Produktion werden als Cyber-Physical Production Systems (CPPS) bezeichnet (VDI/VDE-GMA 2012). Auf der klassischen Automatisierungsebene werden beispielsweise

Prozessdaten mithilfe von Sensoren erfasst, die in Echtzeit Informationen über Bestände, Produktionsabläufe und Maschinenzustände liefern. Dies trägt zum exponentiellen Wachstum des Datenvolumens in der Produktionslogistik bei (Schenk 2015).

IT-Anwendungen ermöglichen die Erfassung und Verarbeitung von Echtzeit-Daten entlang der Lieferkette. Dadurch erhalten Unternehmen einen aktuellen Überblick über den Status von Materialien, Aufträgen und Produktionsprozessen. Diese Transparenz ermöglicht eine bessere Planung, Überwachung und Steuerung der Abläufe (Kraemmerand et al. 2003). Um das gestiegene Datenvolumen und die hohe Geschwindigkeit, mit der Daten erfasst werden, zu bewältigen, ist die Implementierung von IT-Systemen zur Unterstützung unerlässlich, sodass produzierende Unternehmen zukünftig nur erfolgreich sein werden, „wenn sie Technologien einsetzen, die adaptiv auf veränderte Bedingungen reagieren können“ (Schenk 2015, S. 152). Der aufgeführte Wandel der Herausforderungen, mit denen sich Akteure in der modernen Fertigungsindustrie auseinandersetzen müssen und die „notwendige Datentransparenz entlang der SC zur nachhaltigen Gestaltung von Logistikprozessen ist ohne unterstützende IKT nicht zu realisieren“ (Meier und Pfeffer 2022, S. 137). Solche adaptiv reagierenden Technologien spielen eine entscheidende Rolle, da sie es den Unternehmen ermöglichen, sich flexibel an Veränderungen anzupassen (Schenk 2015). Sie ermöglichen eine agile und effiziente Reaktion auf sich wandelnde Anforderungen und tragen somit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei.

Die zunehmende Digitalisierung und der technologische Fortschritt haben folglich einen signifikanten Einfluss auf die Produktionslogistik. Insbesondere spielen IT-Anwendungen eine entscheidende Rolle, deren Bedeutung und Beitrag zur Effizienzsteigerung der Produktionsprozesse im Abschnitt 2.2 dieses Kapitels dargelegt werden. Ein grundlegendes Verständnis dieser IT-Anwendungen ist für diese Arbeit unerlässlich, um deren potentielle Vorteile für die Produktionslogistik zu erfassen und somit eine umfassende Diskussion der Begriffe Daten, Informationen und Wissen im Kontext der Produktionslogistik führen zu können.

2.2 IT-Anwendungen in der Produktionslogistik

Die dritte industrielle Revolution ist geprägt durch den Einsatz von speicherprogrammierbarer Steuerung (SPS) und Industrierobotern (Bauernhansl et al. 2014). In der vierten industriellen Revolution kann durch die Anwendung IT-gestützter Konzepte eine kontinuierliche Verbesserung der PPS erreicht werden. In diesem Zusammenhang wurden seit den späten 1980er Jahren zentrale PPS-Systeme eingeführt, die aus den Konzepten der Materialbedarfsplanung hervorgegangen sind und in der Produktionslogistik Anwendung finden (Hausladen 2016). Zu den Phasen der vierten industriellen Revolution gehören IoT und CPPS (Meier und Pfeffer 2022).

Nennenswerte technologische Entwicklung der IoT ist diesbezüglich Radio-frequency Identification (RFID). RFID „bezieht sich auf Technologien, die eine drahtlose Kommunikation zwischen einem Objekt [...] und dem abgefragten Gerät aufbauen, um die Objekte zu identifizieren oder zu verfolgen“ (Meier und Pfeffer 2022, S. 54). In den 1970er Jahren wurde das *Material Resource Planning* (MRP-II)-Konzept als Weiterentwicklung des *Material Requirements Planning* entwickelt und gilt als ein konventionelles PPS-Verfahren (Arnold et al. 2008). Es ist Grundlage für viele Softwaresysteme, die Unternehmen bei der Umsetzung und Verwaltung von Materialressourcen und Produktionsprozessen unterstützen (Arnold et al. 2008). Auf dem Markt gibt es eine breite Auswahl an Anbietern für PPS-Lösungen, die von standardisierten Softwarelösungen bis hin zu individuell angepassten Lösungen reichen. Diese Lösungen werden „in kleinen und mittleren Unternehmen bis hin zu vernetzten Großkonzernen, die mit zahlreichen Standorten in das Gesamtsystem eingebunden werden müssen“ (Bauernhansl et al. 2014, S. 120), eingesetzt.

Informationssysteme (IS) werden von Turban et al. (2012) als Systeme definiert, die Daten oder Informationen unter anderem aus einer Datenbank extrahieren, verarbeiten, speichern und verteilen. Während die Definition nach Turban et al. (2012) Hardware, Software, Netzwerke und Daten als die Komponenten eines IS auflistet, erweitert Krcmar (2015) die Komponenten um Menschen, die durch Kommunikationsbeziehungen mit den Maschinen verbunden sind (vgl. Abb. 3). Die klassische Mensch-Maschinen-Schnittstelle hat sich durch den Fortschritt der IKT weiterentwickelt und hat eine optimale Bereitstellung von Information und Kommunikation zum Ziel (Krcmar 2015; Hausladen 2016). In dieser Arbeit wird die ausschließlich technische Komponente von IS in Übereinstimmung mit Krcmar (2015) als IT-Anwendungen bezeichnet.

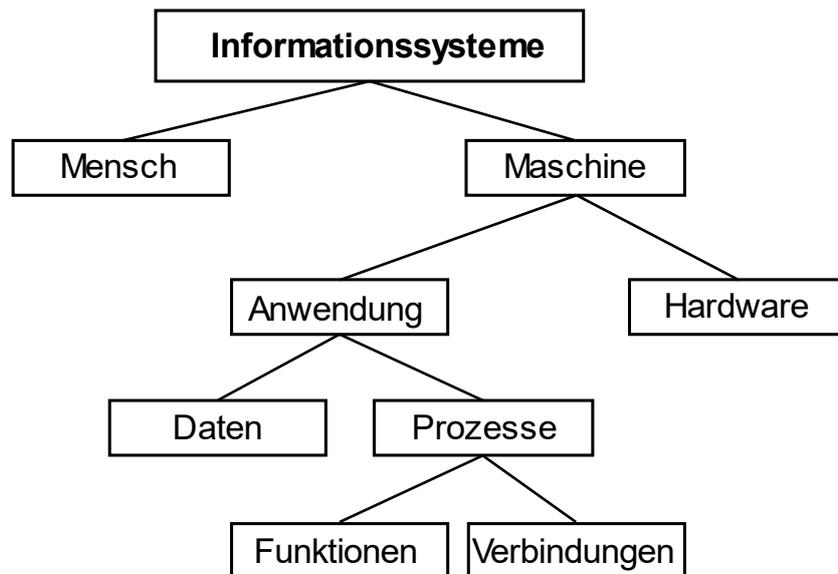


Abbildung 3: IS als Mensch-Maschine-Systeme, eigene Darstellung (in Anlehnung an Krcmar (2015, S. 22))

Die unterschiedlichen Ebenen eines Unternehmens werden durch das Zusammenwachsen der verschiedenen Systeme seit den 1990er Jahren in der Automatisierungspyramide, wie in Abbildung 4 zu sehen ist, dargestellt (Bauernhansl et al. 2014). Die Automatisierungspyramide gilt als Symbol „der hierarchischen Gliederung der Unternehmens- und Produktions-IT“ (Leupold und Pirron 2018, S. 172). Eine übergeordnete Thematik der Industrie 4.0 ist die vertikale und horizontale Integration. Die vertikale Integration ermöglicht die Verknüpfung und Synchronisation verschiedener IT-Anwendungen über die unterschiedliche Hierarchieebenen eines Unternehmens, wie sie in Abbildung 4 zu erkennen sind, hinweg (Simon 2013). Die horizontale Integration bezieht sich hingegen auf die in Echtzeit synchronisierbare Verknüpfung von Informationen und Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette, angefangen beim Lieferanten und endend beim Kunden (Roth 2016).

Der Aspekt der Echtzeit nimmt bei der Automatisierungspyramide mit steigender Ebene ab, während die Informationsmenge in der höchsten Ebene am dichtesten ist und mit jeder tieferen Ebene abnimmt. IT-Anwendungen sind in den obersten Ebenen, dem Managementbereich, angesiedelt, während alle darunter liegenden Ebenen zum Shopfloor gehören. Die Spitze der Pyramide bildet die Enterprise-Resource-Planning (ERP)-Ebene. Von dort aus werden Daten und Steuerinformationen über die Betriebsleitebene mit ihrem Manufacturing Execution System (MES) weitergegeben (Leupold und Pirron 2018).

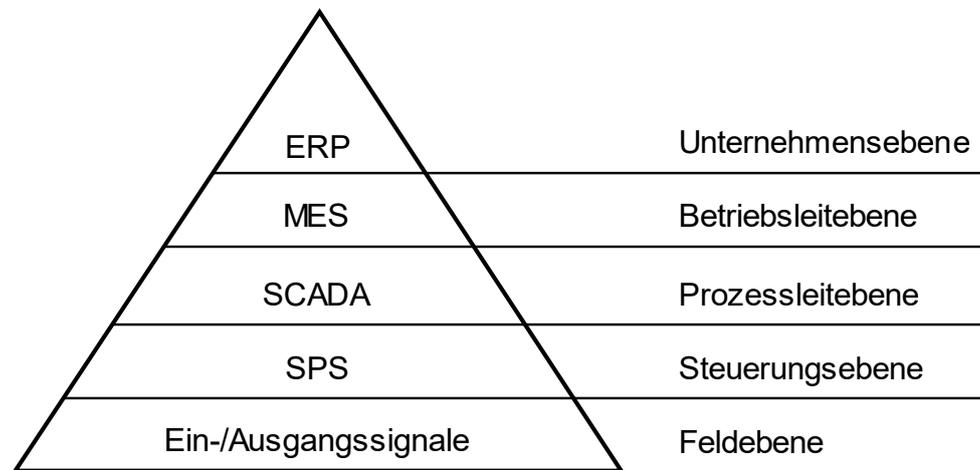


Abbildung 4: Darstellung der Automatisierungspyramide, eigene Darstellung (in Anlehnung an Leupold und Pirron (2018, S. 172))

ERP-Systeme sind integrierte IT-Anwendungen, die seit den 1980er Jahren verwendet werden, um Aufgaben im Bereich der PPS sowie zur umfassenden Ressourcenplanung in einem Unternehmen zu unterstützen (Schuh und Stich 2012). In den 1990er Jahren wurden vor allem verschiedene Funktionsbereiche wie Materialplanung, Vertrieb und Produktionskontrolle in diese Systeme integriert (Bahssas et al. 2015). Ab dem Jahr 2000 implementierten ERP-Anbieter erweiterte ERP-Systeme, indem sie Module und Funktionen hinzufügten, um die Integration, Transformation und Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette eines Unternehmens zu fördern (Bahssas et al. 2015).

Weiter werden zur Unterstützung der Planungsfunktionen nach MRP-II-Konzept *Advanced Planning and Scheduling* (APS)-Systeme eingesetzt, um die Nachteile von Sukzessivplanungssystemen zu überwinden (Hausladen 2016). APS-Anwendungen sind engpassorientiert und unterstützen die Entscheidungsfindung durch eine simultane, synchronisierte Planung von begrenzten Ressourcen unter Berücksichtigung verschiedener Restriktionen wie Kosten, Taktzeiten und Lieferzeiten aus (Hausladen 2016). „APS-Lösungen basieren aufgrund der ihnen inhärenten Funktionalitäten i. d. R. auf ERP-Systemen“ (Hausladen 2016, S. 131)

MES sind Weiterentwicklungen von PPS, die die Steuerungskomponente übernehmen, die in den planungsorientierten MRP-II- und PPS-Systemen bisher vernachlässigt wurde (Kraemmerand et al. 2003). Ein MES ist ein Anwendungssystem, das sich auf die Steuerung und Kontrolle der Fertigung konzentriert. Es stellt Produktionsparameter und -daten bereit und ermöglicht eine schnelle Reaktionsfähigkeit bei Störungen (Louis 2009; Hausladen 2016).

Die vorgestellten und zahlreiche weitere IT-Anwendungen in der Produktionslogistik bieten eine Vielzahl von Funktionen und Vorteilen, die dazu beitragen, den Produktionsprozess effizienter und reibungsloser zu gestalten. Sie leisten einen Beitrag zur Steigerung der Effizienz,

Qualität und Transparenz der Produktionsprozesse und gewinnen eine zunehmend wichtige Rolle im Kontext der zukünftigen serviceorientierten Architektur, die durch cyber-physikalische, systembasierte Automatisierung umgesetzt wird (Schuh und Stich 2012; Meier und Pfeffer 2022; Leupold und Pirron 2018).

Durch ein fundiertes Verständnis der Begriffe Daten, Informationen und Wissen sowie ihrer Beziehungen zur IT-Anwendung wird es möglich, die Potenziale und Herausforderungen für den realen Anwendungsfall in der Produktionslogistik zu identifizieren. Dies ermöglicht, den Einsatz von IT-Systemen in der Produktionslogistik in einem umfassenderen Kontext zu betrachten und die Bedeutung von diesen Begriffen für die Prozessoptimierung und die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit zu erkennen.

3 Daten, Informationen und Wissen

In der Ära der digitalen Informationsgesellschaft spielen Daten, Informationen und Wissen eine entscheidende Rolle und dienen als Grundlage für die Nutzung von IT-Anwendungen in der Produktionslogistik (Bauernhansl et al. 2014; Scheer et al. 2006). Jedoch existiert in der Literatur eine Vielzahl von Definitionen und Abgrenzungen für diese Begriffe, die durch verschiedene wissenschaftliche Disziplinen und Anwendungsbereiche geprägt sind. Aufgrund dieses uneinheitlichen Gebrauchs der Begriffe Daten, Informationen und Wissen werden in diesem Kapitel zunächst einige unterschiedliche Interpretationen eingehend behandelt. In diesem Zusammenhang werden weiter noch die zugehörigen Modelle aufgearbeitet. Es wird angestrebt, einen Überblick über Definitionsansätze dieser Begriffe und ihrer Modelle wiederzugeben, um eine multiperspektivische Betrachtung zu ermöglichen.

3.1 Begriffliche Grundlagen

Das komplizierte Management der Produktionslogistik wurde in Kapitel 2 verdeutlicht. Ein zentraler Punkt hierbei ist die Frage der Verknüpfung der unterschiedlichen Unternehmensbereiche miteinander. Neben dem Materialfluss entlang einer Lieferkette wird in der Literatur häufig der sogenannte Informationsfluss beschrieben (Ballou 2007; Laakso et al. 2021). Dieser Fluss wird klar differenziert und suggeriert damit eine einheitliche Art und Weise der Kommunikation zwischen den einzelnen Akteuren sowie die Integration von einheitlichen Werkzeugen und Methoden (Bauernhansl et al. 2014). Die inhaltliche Struktur der Kommunikation wird dadurch jedoch nicht deutlich. Eine Kernherausforderung stellt genau dieses Verständnis dar. Aus dieser Dringlichkeit ist die Entstehung ganzer Kompetenzfelder wie *Data Literacy* hervorgegangen. *Data Literacy* beschäftigt sich damit Daten auf kritische Art und Weise zu sammeln, zu managen, zu bewerten und anzuwenden (Ridsdale et al. 2015). Eine der Hauptaufgaben dieses Kompetenzfelds besteht darin, die Fähigkeit zur Kommunikation über Fachbereichsgrenzen hinweg zu fördern, indem ein Bewusstsein für das Problem der Uneindeutigkeit der Begriffe geschaffen wird. Die rapide Entwicklung der IKT zur automatisierten Erfassung, Speicherung und Analyse von Daten führt dazu, dass die Grenzen zwischen diesen Begriffen zunehmend verschwimmen. Abhängig von der spezifischen Forschungsfrage kann das, was in einem bestimmten Kontext bereits als Information betrachtet wird, also Daten mit Bedeutung, in einem anderen Kontext wiederum lediglich als bloße Datensätze betrachtet werden (Schüller et al. 2019).

Daten

Bevor der Begriff Daten im Folgenden genauer untersucht werden kann, werden zuvor einige relevante, grundlegende Begrifflichkeiten geklärt.

Zeichen sind primär Elemente, durch die Daten repräsentiert werden können. Sie dienen als Bausteine für die Darstellung von Daten und können Buchstaben, Ziffern oder Sonderzeichen sein (North 2011). Außerdem werden Symbole in dieser Arbeit klar von Zeichen unterschieden. Symbole sind beliebige Zeichen bzw. Zeichenfolgen, die durch festgelegte Ordnungsregeln, wie einer Syntax, zu Daten werden (North 2011; Bodendorf 2006). Die Kombination von Zeichen oder Symbolen, erzeugen eine gültige Strukturen, wenn sie einer festgelegten Syntax folgen, die Regeln und Konventionen zur Kombination festlegt. In Bezug auf Daten legt die Syntax fest, wie Zeichen in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet sein müssen, um eine korrekte Darstellung von Daten zu gewährleisten (North 2011). Die Syntax gewährleistet zudem eine einheitliche und verständliche Interpretation von Daten, wodurch deren Auswertung ermöglicht wird. Die Interpretation und Auswertung umfasst den Prozess der Analyse und des Verständnisses von Daten, bei dem sie in einen bedeutungsvollen Kontext eingeordnet und daraus Erkenntnisse gewonnen werden.

Daten wurden vor der industriellen Fertigung als menschliche Erfahrungen aufgefasst und analog verschriftlicht (Tao et al. 2018). Das Zeitalter der digitalen Daten nimmt seinen Anfang im Jahr 1940 mit der Einführung des ENIAC, dem ersten öffentlich zugänglichen Computer (Wilson und Campbell-Kelly 2020). Vor der Digitalisierung gab es keine Möglichkeit Daten von Informationen zu differenzieren und so wurden diese häufig gleichgesetzt (Frederik Möller et al. 2017). Mit dem Beginn der Digitalisierung ist der Begriff Daten schließlich in den Schatten des Begriffs Information gefallen, während der Wert von Daten ab den 1970er kontinuierlich anstieg (vgl. Abb. 5) (ten Hompel et al. 2017). Naur (1966) betonte im Zuge der wachsenden Bedeutung von Daten sogar die Notwendigkeit der Einführung einer Verständniswissenschaft, die er als *Datalogy* bezeichnete.

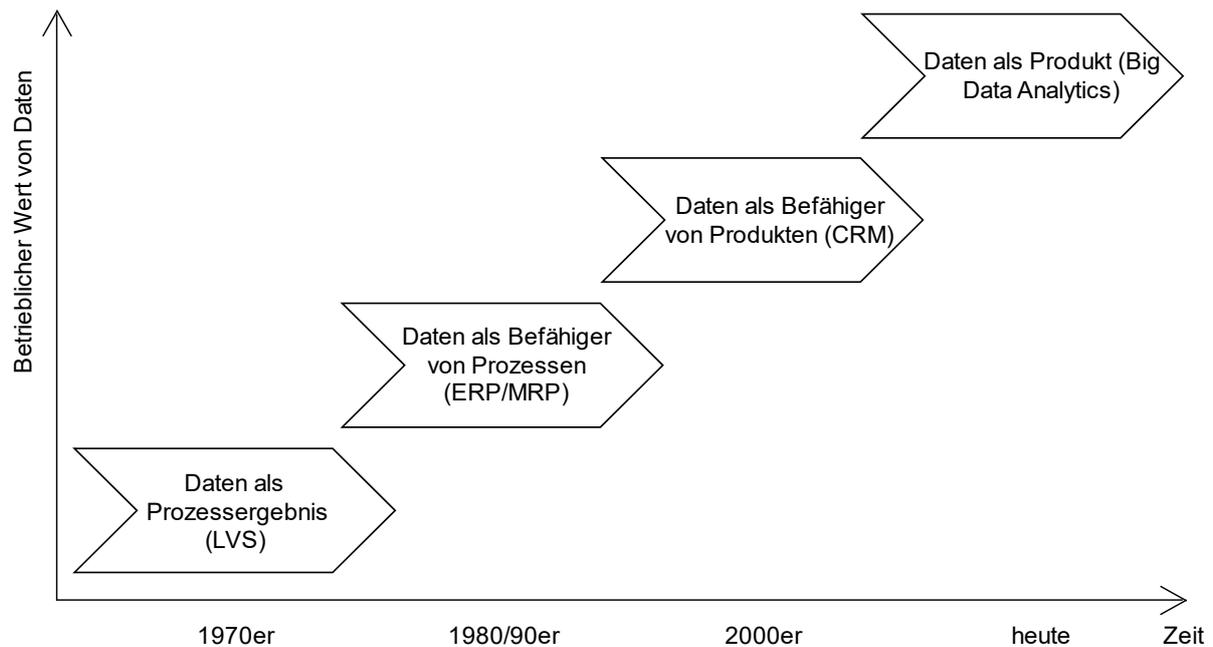


Abbildung 5: Die Rolle der Daten im Laufe der Digitalisierung, eigene Darstellung (in Anlehnung an ten Hompel et al. (2017, S. 15))

Erst zu Beginn des 21. Jahrhunderts taucht der moderne Datenbegriff im Zusammenhang mit der automatischen Datenverarbeitung auf (Reichert 2014). Aus einer philosophischen Perspektive hat Floridi (2005) hierzu Daten an Unterscheidungen festgemacht. Floridi (2005) unterscheidet Daten in Wirklichkeit, Wahrnehmung und Symbole. Unterschiede in der Wirklichkeit existieren unabhängig von Erfassung und Wahrnehmung und bilden die Grundlage für Vielfalt. Ohne diese Form der Differenzierung würde alles einheitlich und gleichförmig erscheinen. Unterschiede in der Wahrnehmung beziehen sich auf verschiedene Weisen der Wahrnehmung von physikalischen Zuständen. Unterscheidungen von Symbolen ermöglichen die Existenz von Daten durch symbolische Zeichen in einem gegebenen Kontext. Auch North (2011) und Ackoff (1989) bezeichnen Daten als Symbole, die noch nicht interpretiert sind. Ballsun-Stanton (2010) identifizierte eine alternative Herangehensweise zur Definition von Daten, bei der diese anhand der Unterscheidung der Kategorien Fakten, Beobachtungen und binäre Nachrichten betrachtet werden. Daten sind als Fakten objektive, reproduzierbare Ergebnisse von Messungen. Daten als Beobachtungen hingegen sind subjektiv und abhängig vom Beobachter. Bei Daten als binäre Nachrichten stehen vor allem Symbole im Vordergrund, die eine Syntax in Form eines Codes einhalten. Nachrichten sind primär zur Kommunikation bestimmt sind und werden durch ihre Zweckbestimmung charakterisiert (DIN 44300). Auch der Systemtheoretiker Ackoff (1989) versteht Daten als Symbole, die keinen Eigenwert haben. Demnach sind Daten roh und existieren ohne eine Bedeutung über ihre Existenz hinweg zu haben. Sie können sowohl nützlich als auch nicht nützlich sein. Dabei ist der Unterschied zwischen Daten und Informationen funktional und nicht strukturell (Ackoff 1989).

Aus der Perspektive des Ingenieurwesens brachte die Digitalisierung eine praktische Anwendung von Daten in technischen Systemen mit sich, wobei sie für gewöhnlich in Form von Messwerten auftreten, die häufig durch Zahlen dargestellt werden (Grzegorzewski und Kochanski 2019). Daten können generiert, gesammelt oder gemessen und gespeichert werden (Grzegorzewski und Kochanski 2019). Nur auf diese Weise können sie genutzt werden, wobei gespeicherte Daten nicht direkt von einem Anwender genutzt werden können (Hochkamp und Rabe 2022).

In der Informatik werden Daten als rohe Signale bezeichnet, die in diesem Zusammenhang eine beliebige Zeichenfolge, Bits und Zahlen umfassen (Laurini 2017). Damit sie in Informationen umgewandelt werden können, müssen sie interpretiert werden. Digitale Daten werden im binären Zahlensystem mit Einsen und Nullen dargestellt und existieren in modernen Computersystemen ausschließlich in digitaler Form und werden auf magnetischen, optischen oder elektrischen Medien gespeichert und in den Computer eingelesen oder ausgegeben (Cole 1993). Weiter gibt es auch analoge Daten, die im Gegensatz zu digitalen Daten, welche diskret sind und in Form von Bits oder Bytes dargestellt werden, kontinuierlich und nicht diskret (Shannon 1948). Beispielsweise können analoge Daten von einem Sensor zur Messung von magnetischen Feldern, mithilfe eines Analog-Digital-Wandlers in digitale Daten umgewandelt werden. Physische Speicherelemente in Computersystemen bestehen aus spezifischen Adressen und Bytes, um Daten effizient zu speichern. Digitale Daten finden häufig Platz in relationalen Datenbanken wie Tabellen oder SQL-Datenbanken und können als abstrakte Schlüssel repräsentiert werden (Silva et al. 2016).

Daten können also klassifiziert und gespeichert werden (Piro und Gebauer 2021). Die Organisation von Daten kann in verschiedenen Datenstrukturen erfolgen, wie beispielsweise Arrays, Datensätze oder Graphen. Diese Datenstrukturen sind in der Lage, verschiedene Arten von Daten aufzunehmen, darunter numerische Werte, Zeichenketten und sogar andere komplexe Datenstrukturen (Mertens et al. 2017). Diese Eigenschaft wird oft als Format bezeichnet, da sie die Art und Weise beschreibt, wie die Daten organisiert und repräsentiert werden können. In Bezug auf die Wirtschaftsinformatik fasst das Gabler Wirtschaftslexikon (2018a) die Definition für Daten als zum „Zweck der Verarbeitung zusammengefasste Zeichen, die aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen Informationen [...] darstellen“.

Im Kontext von Unternehmen sind Daten „das inhaltliche Element einer Information und der Kontext ist das beschreibende Element“ (Piro und Gebauer 2021, S. 145) ohne welches keine Interpretation möglich ist. Weiter unterscheiden Piro und Gebauer (2021) Daten anhand ihrer Eigenschaften wie Format oder Struktur und Kontextinformationen wie Angaben zu Prozessen. Hinsichtlich ihrer Struktur können Daten als strukturiert, semi-strukturiert und unstrukturiert

riert auftreten (Rusu et al. 2013). Piro und Gebauer (2021) führen E-Mails als Beispiel für unstrukturierte Daten an, bei denen die Gewinnung von Informationen stark vom Empfänger abhängt und die zu strukturierten Daten werden, sobald sie interpretiert werden. Semi-strukturierte Daten sind Daten, deren Strukturen unregelmäßig oder sogar unbekannt sind (Wolfgang Benn und Oliver Langer 2003). Strukturierte Daten können Metadaten enthalten und dienen dazu, die definierten Daten zu beschreiben (Piro und Gebauer 2021).

Eine zuverlässige Datenbasis wird bei den Prozessen der Produktionsplanung häufig betont und ist von großer Bedeutung. Die Qualität der Daten spielt dabei eine entscheidende Rolle, um sicherzustellen, dass die Datenbasis verlässlich ist (Schuh und Stich 2012). Datenqualität ist jedoch stark anwendungsabhängig. In dieser Arbeit wird die Annahme getroffen, dass die Qualitätskriterien für Daten nach der Definition von Fleckenstein und Fellows (2018) verstanden werden. Diese decken die Kriterien Genauigkeit, Vollständigkeit, Konsistenz und Aktualität ab.

In der Mathematik werden Daten als abstrakte Darstellungen realer Phänomene verstanden werden, die es ermöglichen, erfasste Sachverhalte aufzuzeichnen und weiterzuverarbeiten (Goldhorn et al. 2009). Rowley (2007) beschreibt Daten jedoch als kontextlos, die keine inhärente Bedeutung in sich tragen. Nach dem Deutschen Institut für Normung sind Daten Zeichenstrukturen oder kontinuierliche Funktionen, die Informationen repräsentieren. Sie werden vor allem zur Verarbeitung verwendet. Daten stellen Informationen auf der Grundlage bekannter oder unterstellter Abmachungen dar und dienen hauptsächlich der Durchführung mathematischer, umformender, übertragender und speichernder Operationen (DIN 44300). Werden Daten in einer schriftlichen Form festgehalten, wobei diese auch auf anderen Datenträgern und elektronischen Medien gespeichert werden können, so wird in der Informationswissenschaft von einem Dokument gesprochen (Salheiser 2019). Aufgrund der aufgeführten vielfältigen Formen, Darstellungen und Interpretationen des Begriffs Daten wird im Folgenden für diese Arbeit eine Definition gewählt.

Um den Fokus auf den neutralen und unverarbeiteten Zustand von Daten zu legen wird für die Arbeit die Definition 3.1 festgelegt. Durch diese globale Definition soll die Notwendigkeit von IT-Anwendungen zur Analyse, Verarbeitung und Extrahierung von Informationen aus den Daten hervorgehoben werden.

Definition 3.1 Daten: Daten sind beliebige Zeichen bzw. Zeichenfolgen, die für sich genommen keine Bedeutung haben und noch nicht interpretiert sind (in Anlehnung an North (2011)).

Informationen

Zwar werden Daten in verschiedenen Disziplinen häufig als sekundäres Konzept betrachtet oder sogar synonym zu Informationen verwendet, jedoch ist nach der vorangegangenen Aufschlüsselung des Begriffs Daten und dessen festgelegte Definition 3.1 deutlich geworden, dass in dieser Arbeit eine Unterscheidung zwischen Daten und Informationen besteht. Um den Begriff Information zu definieren, müssen zunächst einige grundlegende Begriffsklärungen erfolgen.

Der erste relevante Begriff ist die Kommunikation. Sie bezieht sich auf den Austausch von Informationen zwischen einem Sender und einem Empfänger. Dieser Austausch kann auf verschiedene Weisen erfolgen wie z. B. schriftlich, mündlich oder visuell (Röhner und Schütz 2016). Unter den Begriff Kommunikation fallen das Übertragen von Ideen, Wissen und Nachrichten zwischen Individuen oder Gruppen. Hierbei ist die Bedeutung derjenige Wert, der einer Information zugeschrieben wird. Die Bedeutung einer Information entsteht durch den Kontext, in dem sie verwendet wird, als auch durch die individuellen Erfahrungen und das Wissen des Empfängers (Röhner und Schütz 2016). Kontext bezeichnet den Rahmen, die spezifische Situation oder Umgebung, in der die kommunizierte Information genutzt oder interpretiert wird. (Ackermann 2022). Der Kontext kann unter anderem soziale oder technologische Aspekte umfassen, die wiederum die Bedeutung von Informationen beeinflussen (Röhner und Schütz 2016). Die Bedeutung einer Information ist also nicht allein von ihrem Inhalt abhängig, sondern wird durch den Kontext und individuellen Faktoren geformt (Röhner und Schütz 2016). Ein und dieselbe Information kann daher unterschiedliche Bedeutungen haben, je nachdem, wie sie in verschiedenen Kontexten verwendet wird und wie sie von verschiedenen Empfängern interpretiert wird (Schüller et al. 2019). Dies verdeutlicht vor allem, dass die Übermittlung von Informationen nicht nur auf den reinen Datenaustausch reduziert werden kann. Kontext und Bedeutung einer Information sind also nicht statisch, sondern können sich im Laufe der Zeit und in verschiedenen Situationen verändern.

Shannon (1948) definiert Informationen als eine Menge von Bits und verknüpft den Begriff weiter mit dem Entropiebegriff. Die syntaktische Interpretation von Informationen bezieht sich darauf, ob die Informationen spezifische Syntaxregeln erfüllen, die notwendig sind, um sie als gültig und interpretierbar anzuerkennen. Es wird darauf geachtet, dass die Information gemäß den festgelegten Syntaxregeln aufgebaut ist und somit als strukturierte Einheit betrachtet werden kann, unabhängig von ihrem Inhalt oder ihrer Bedeutung. In der Informationswissenschaft hat diese Betrachtungsweise eine große Bedeutung gewonnen, ist in anderen Fachdisziplinen jedoch wegen ihrer Ähnlichkeit zum Datenbegriff umstritten (Frické 2019; Hjørland 2018).

Einige andere Autoren verstehen hingegen Informationen als *Daten mit Bedeutung* (Floridi 2005; North 2011; Zins 2007). Bei dieser Vorgehensweise erfolgt die Interpretation von Informationen auf einer semantischen Ebene, das heißt, sie bezieht sich auf die Bedeutung oder den Sinn von etwas (Dippold et al. 2005). Durch die Anwendung der Semantik, auch Bedeutungslehre genannt, werden aus vorliegenden Daten relevante Informationen abgeleitet und gebildet (vgl. Abb. 6) (Ackoff 1989; Dippold et al. 2005; Rehäuser und Krcmar 1996). Informationen sind also mit Bedeutung angereicherte Aussagen und Daten. Informationen werden insofern also organisiert, analysiert und interpretiert, um Arbeitsabläufen, in die sie eingebettet sind, einen sinnvollen Zweck zu verleihen und sowohl von Menschen als auch von Systemen zur Durchführung von Arbeitsabläufen genutzt zu werden (Braganza 2004). Die Unterscheidung zwischen Daten und Informationen und ob Daten bereits einen Eigenwert haben oder nicht, ist jedoch unklar. Bis in die 1960er Jahre gibt es in der Literatur keine klare Unterscheidung der Begriffe (Frederik Möller et al. 2017). Mit den Entwicklungen in der digitalisierten Industrie hat der Begriff Information den Begriff Daten teilweise sogar ersetzt und oft wird implizit davon ausgegangen, dass Daten und Informationen mehr oder weniger gleichsetzbar sind (ten Hompel et al. 2017).

Ackoff (1989) beschreibt Informationen als nützlicher und kompakter als Daten, die zu Informationen werden, nachdem sie verarbeitet wurden. Informationen basieren somit auf Daten, die interpretiert werden können und beantworten die Fragen *Wer, Was, Wo* und *Wann* (Ackoff 1989; Zins 2007). Wenn somit also Daten als Antwort auf eine Anfrage genutzt werden, verwandeln sie sich in Informationen (Frické 2019).

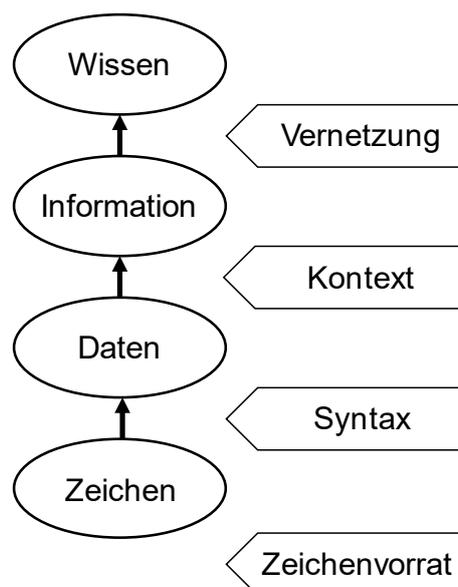


Abbildung 6: Die Beziehungen zwischen den Ebenen der Begriffshierarchie, eigene Darstellung (in Anlehnung an Rehäuser und Krcmar (1996, S. 7))

Aus informationswissenschaftlicher Perspektive können Informationen als symbolische Repräsentationen von Bedeutung betrachtet werden, indem sie auf Daten aufbauen und durch Interpretation und Kontextualisierung einen Mehrwert erhalten (Aamodt und Nygård 1995).

Durch die Kombination von Informationen können wiederum weitere Informationen entstehen, wobei hierzu in der Wirtschaftsinformatik ein Datenelement eine eigenständige Information darstellt, die keine weitere Verschachtelung aufweist (Brenner 1988). Datenelemente besitzen eine interpretative Charakteristik, da sie durch ihre Bezeichner direkt in einen Kontext gesetzt werden und bereits eine Information vermitteln.

Laut Wittmann (1959) wird Information als *zweckbezogenes Wissen* definiert, während Knauer (2015) diese als *Kenntnis von Dingen bzw. von Sachverhalten* betrachtet. Die Transformation von Daten zu Informationen erfolgt durch die Erschließung der darin enthaltenen Bedeutung durch den Empfänger, wobei Information als derjenige Anteil einer Nachricht betrachtet wird, der für den Empfänger neu ist (Eulgem 1998; Gabler Wirtschaftslexikon 2018b).

In den Wirtschaftswissenschaften beschreibt Hildebrand (2008) vier Perspektiven auf Information: Die produktionswirtschaftliche Sicht, die entscheidungstheoretische Sicht, die strategische Sicht und die Sicht der neuen Institutionenökonomie.

Es lässt sich feststellen, dass es zahlreiche Definitionen und Einschränkungen für den Begriff Informationen gibt, weswegen für diese Arbeit die Definition 3.2 festgelegt wird.

Definition 3.2 Information: Informationen sind organisierte Daten, die verarbeitet wurden. Sie sind für den Empfänger sinnvoll, nützlich, wertvoll und relevant und stehen in einem logischen Kontext, der es ermöglicht, ihre Bedeutung zu verstehen und zu nutzen (North 2011; Rowley 2007).

Wissen

In der Informationsverarbeitung sowie in der Produktionslogistik gewinnt Wissen zunehmend an zentraler Bedeutung und wird zu einem entscheidenden Faktor (Hildebrand et al. 2021; Dippold et al. 2005). Zur Klärung des Begriffs, werden zunächst einige grundlegende Aspekte erläutert.

Gemäß North (2011) entsteht Wissen durch das Zusammenspiel von Information, weiteren Informationen, Erfahrungen oder Kontext, wodurch sich eine umfassende Vernetzung bildet. Hierbei ist das Verstehen und Interpretieren solcher vernetzten Informationen die Erkenntnis. Erkenntnis kann als ein Prozess beschrieben werden, bei dem Informationen verarbeitet werden, Muster erkannt werden und die Bedeutung innerhalb eines kontextuellen Rahmens verstanden wird. Ein anderer Prozess der in Kombination mit der Erkenntnis ermöglicht Wissen zu erlangen ist das Lernen (Nonaka 1994). Hierunter fallen unter anderem Beobachtungen,

Studium und Erfahrung. Es beinhaltet die Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung von Informationen, die durch ihre Kombination zu einem Verständnis oder einer Veränderung des vorhandenen Wissens führen können. Der Faktor Erfahrung bezieht sich auf Wissen, das durch direkte Beteiligung an Ereignissen oder Situationen erworben werden.

Polanyi (1967) diskutierte die Unterscheidung von explizitem und implizitem Wissen. Explizites Wissen bezieht sich auf Wissensinhalte, über die ein Individuum bewusst verfügt und die es gegebenenfalls auch in Worte fassen kann. Es handelt sich um Wissen, das klar artikuliert und verbal ausgedrückt werden kann. Im Gegensatz zu explizitem Wissen ist implizites Wissen nicht auf diese Weise verfügbar und kann nicht vollständig artikuliert oder erklärt werden (Pritchard 2014). Implizites Wissen ist nicht bewusst zugänglich oder leicht in Worte zu fassen (Dienes und Berry 1997). Die zunehmende Bedeutung der impliziten Dimension des Wissens in der Forschung wird deutlich, da sich herausstellt, dass viele wesentliche Wissensinhalte nicht explizit vorhanden sind. Diese impliziten Wissensinhalte spielen eine wichtige Rolle bei der Erfassung und Nutzung von Wissen, da sie auf Erfahrungen, intuitiven Einsichten und impliziten Regeln basieren, die nicht immer leicht erklärt oder verbalisiert werden können (Dienes und Berry 1997). Gemäß Davenport et al. (1999) ist implizites Wissen kaum oder gar nicht externalisierbar und kann nur durch den direkten Kontakt mit einem Wissensträger und die Interaktion zwischen Wissenssuchenden und Wissensträger vermittelt werden. Diese Perspektive bezieht zudem ein, dass die direkten persönlichen Beziehungen und der direkte Austausch von Wissen zwischen erfahrenen Wissensvermittlern und Lernenden im Fokus steht (Davenport et al. 1999).

In der Philosophie wird eine Unterscheidung zwischen praktischem Wissen, dem *Wissen-wie*, und propositionalem Wissen, dem *Wissen-dass* unterschieden (Ryle 2009; Ackoff 1989). *Wissen-wie* bezieht sich auf die Fähigkeiten oder Dispositionen, die ausführbar sind (Ryle 2009). Es handelt sich um praktisches Wissen, das durch Erfahrung und Übung erworben wird. Im Gegensatz dazu bezieht sich *Wissen-dass* auf das Wissen über spezifische Aussagen, die sprachlich formuliert und ausgedrückt werden können (Ryle 2009).

Die hierarchische Herangehensweise von Daten über Informationen bis hin zum Wissen spielt im Unternehmenskontext eine entscheidende Rolle, da sie ermöglicht, einen strategischen Vorteil zu erlangen (Alavi und Leidner 2001). Es ist von großer Bedeutung zu erkennen, dass selbst bei einer hochdigitalisierten Produktion die physischen Logistikprozesse sicherstellen müssen, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Nur wenn sowohl die Daten- und Informationsverarbeitung als auch die physischen Abläufe optimal koordiniert werden, können Unternehmen effizient arbeiten und Wettbewerbsvorteile erzielen. Hierzu müssen Unterneh-

men Wissen nutzen und für interne Prozesse zugänglich machen, sodass angemessen gehandelt werden kann und Wettbewerbsvorteile oder gar neues Wissen generiert werden kann (Denford 2013; Nonaka 1994; Ward und Peppard 2011).

Auch der Begriff Wissen wird folglich über verschiedene Fächergrenzen und Anwendungsgebiete hinweg unterschiedlich interpretiert, weswegen für diese Arbeit die Definition 3.3 festgelegt wird.

Definition 3.3 Wissen: Wissen wird durch das Vernetzen von Informationen, das Setzen in einen Kontext und die Ergänzung mit Erfahrungen geschaffen und besteht aus verarbeiteten und organisierten Daten und/oder Informationen. Wissen ist personengebunden und repräsentiert die Erwartungen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge (Probst et al. 2006; North 2011).

3.2 Vorstellung etablierter Modelle zur Begriffsrelation

Das Informationszeitalter hat einen vielschichtigen Wandel herbeigeführt, da der Zugang zu Informationen durch die Computerisierung revolutioniert wurde. Die Entwicklung von IoT und der Big-Data-Technologien beschleunigt diesen Wandel zusätzlich, während die zugrundeliegenden Daten immer größer und leichter vernetzt werden (Ge et al. 2018). Daten, Informationen und Wissen werden überwiegend in hierarchischer, aufeinander aufbauender Weise definiert. Daten bilden dabei die unterste und Wissen die oberste Hierarchiestufen. Die dreistufige Hierarchie wird in diversen Forschungsarbeiten erweitert. So werden beispielsweise Zeichen als eine den Daten untergeordnetes Konzept verstanden und Weisheit als Evolution von Wissen (vgl. Abb. 6; vgl. Abb. 7). DIKW ist ein Akronym, das für *Data, Information, Knowledge* und *Wisdom* steht.

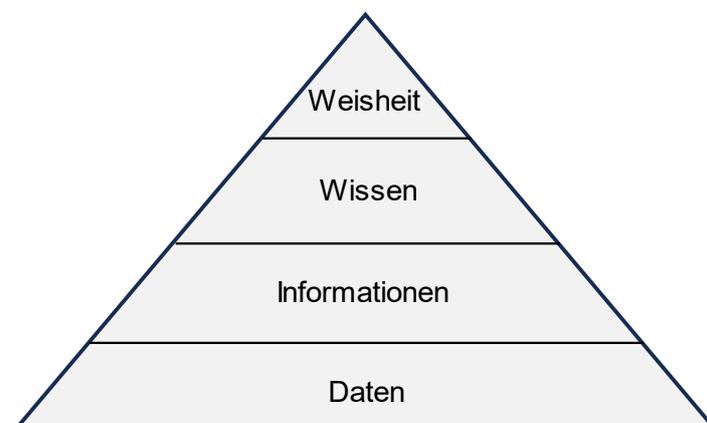


Abbildung 7: Die DIKW-Pyramide, eigene Darstellung (in Anlehnung an Rowley (2007), Frické (2019) und Zins (2007))

Die DIKW-Pyramide wird häufig im Bereich der Wirtschaftsinformatik herangezogen, um den Zusammenhang zwischen den Begriffen Daten, Informationen, Wissen und Weisheit darzustellen (Rowley 2007). Sie kann jedoch auf Zeleny (1987) und Ackoff (1989) zurückgeführt werden.

Am Anfang der Pyramide stehen die Daten. Auf der nächsten Ebene befinden sich die Informationen, zu denen Daten gehören, die durch einen Kontext ergänzt werden. Der Kontext verleiht den ursprünglichen Datensätzen eine Bedeutung. Daten und Informationen werden in der Regel objektiv behandelt (Baskarada und Koronios 2013). Die nächste Stufe der Pyramide ist das Wissen. Wissen beinhaltet neben Informationen auch Erfahrung. Mit dem Wissen tritt das subjektive Fachwissen in den Vordergrund, bei der individuelle Personen ihr Verständnis von Informationen auf Basis ihrer einzigartigen Erfahrungen gestalten.

An der Spitze der Pyramide befindet sich die Weisheit. In der Regel wird die Stufe der Weisheit im Kontext des Wissensmanagements nicht berücksichtigt, da es sich um ein schwer fassbares Konzept handelt, das sich eher auf menschliche Intuition, Interpretation und Handeln bezieht, als auf systematische Ansätze (Rowley 2007). Weisheit umfasst das Wissen, fügt aber das entscheidende Element des Handelns hinzu. Sie bestimmt unsere Entscheidungen und leitet unser Verhalten. Weisheit ist subjektiv, da sie sich auf unsere Interpretation von Vorwissen stützt (Baskarada und Koronios 2013). Sie ist zukunftsorientiert und dient als Grundlage für künftige Handlungen. Im Gegensatz dazu sind Daten, Informationen und Wissen rückwärtsgerichtet und beziehen sich auf die Vergangenheit (Ackoff 1989).

Auffällig bei der Betrachtung der gesamten Pyramide ist, dass jede Stufe mehr Wert hat als die darunter liegende (Rowley 2007). So haben beispielsweise Informationen einen höheren Wert als Daten, da sie eine größere Bedeutung haben und bereits der Kontext Informationen von bloßen Daten unterscheidet.

Frické (2019) kritisiert die DIKW-Pyramide und sieht diese heutzutage als allgemein hin unzureichend an. Die rigide und hierarchische Struktur der Pyramide ist für das heutige Informationsmanagement ungeeignet, da Daten und Informationen nicht mehr so leicht voneinander unterschieden werden können (Frické 2019; Rowley 2007). Die klare Trennung der Begriffe Daten, Informationen und Wissen ist in der Realität oftmals nicht auf gleiche Weise identifizierbar und berücksichtigt somit kaum praktische und reale Anwendungsfälle.

Eine Variation hierzu stellt die ZDIW-Pyramide dar, dessen Akronym für Zeichen, Daten, Informationen und Wissen steht (vgl. Abb. 6) (Krcmar 2015). Daten können auf einen die als reichlich vorhandenen Vorrat aus Zeichen zugreifen, die alleine für sich genommen bedeutungslos sind (Krcmar 2015). Allerdings wird in der Literatur auch hier wieder betont, dass die exakte Unterscheidung der Begriffe Daten und Informationen kaum möglich ist (Bodendorf 2006).

Nach North (2011) entsteht Wissen, wenn Informationen mit anderen Informationen, Erfahrungen oder einem Kontext verbunden werden. Die Wissenstreppe bringt die Begriffe zusammen, wobei sich hierbei auf wissensorientierte Unternehmensführung fokussiert wird und es Ziel ist „aus Informationen Wissen zu generieren und dieses Wissen in nachhaltige Wettbewerbsvorteile umzusetzen, die als Geschäftserfolge messbar werden“ (North 2011, S. 3).

Die erste Stufe der Wissenstreppe wird als Zeichen bezeichnet (vgl. Abb. 8). Zeichen sind die kleinste Einheit, die aus einem Zeichenvorrat entnommen werden kann, wie zum Beispiel Buchstaben, Zahlen oder Sonderzeichen. Werden diese mit einer Syntax versehen, so erhalten die Zeichen eine Bedeutung und werden zu Daten (North 2011). Auf der folgenden Stufe findet sich der Begriff Informationen. Informationen entstehen, wenn Daten für den Empfänger eine Neuigkeit darstellen und ihm zu einer neuen Sichtweise verhelfen (North 2011). In einem betrieblichen Kontext bilden relevante Informationen die Grundlage für Entscheidungen und werden zu einer wichtigen Ressource (Hochkamp und Rabe 2022).

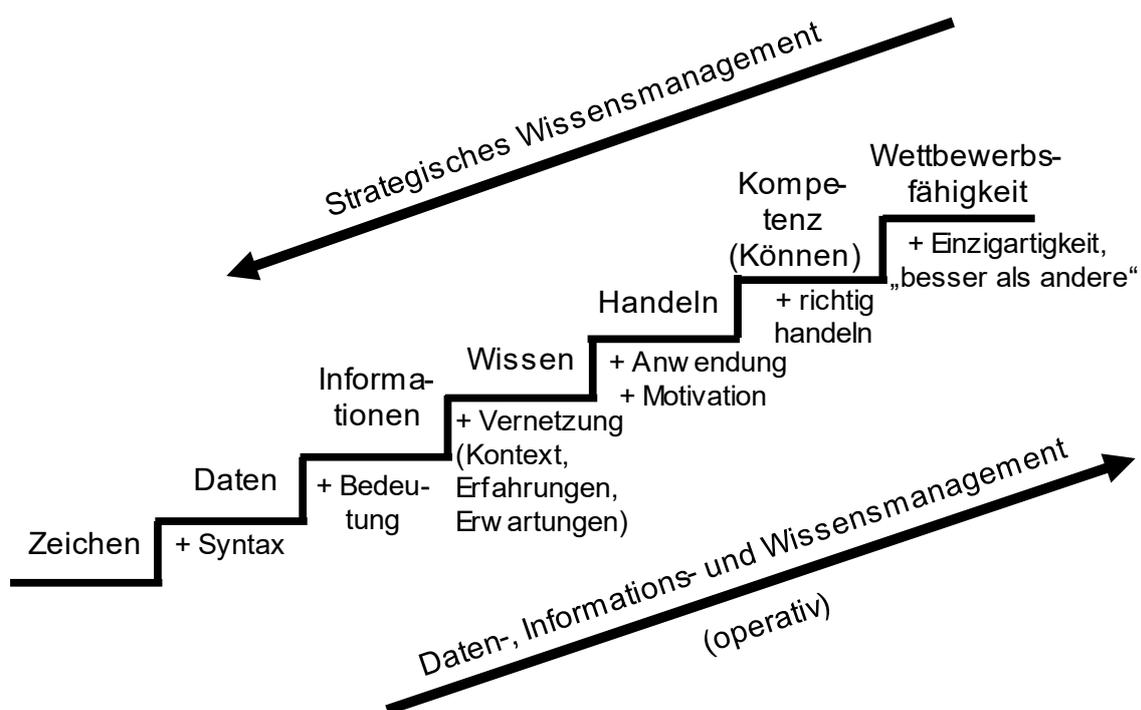


Abbildung 8: Die Wissenstreppe, eigene Darstellung (in Anlehnung an North (2011, S. 37))

Die darauffolgende Stufe trägt den Begriff *Wissen*. Wissen entsteht aus Erfahrungen und Wertvorstellungen. Es bildet einen Rahmen zur Beurteilung und Integration neuer Erfahrungen und Informationen (North 2011). Die Entstehung und Anwendung von Wissen sind eng mit der individuellen Person verbunden. Der Wert von Wissen entfaltet sich erst, wenn es zur Fähigkeit wird, etwas zu tun. Durch das Zusammenfügen von Informationen zu Handlungsmustern wird

Wissen praktisch angewendet. Die nächste Stufe auf der Wissenstreppe ist die Handlung. Anders als Informationen sind Wissen und Können immer handlungsorientiert. Im praktischen Alltag werden Handlungen durch das Zusammenfügen von Informationen zu Handlungsmustern hervorgebracht und umgesetzt. Dieser Prozess beinhaltet die Verbindung und Integration verschiedener Informationen, um eine konkrete Handlungsweise zu formen. Dabei werden Erfahrungen, Kenntnisse und Einsichten miteinander verknüpft, um eine sinnvolle und zielgerichtete Handlung zu gestalten. Der Prozess der Informationsverarbeitung ermöglicht es, auf Basis vorhandenen Wissens bewusste Entscheidungen zu treffen und effektive Handlungen auszuführen (North 2011). Durch das Wissen um die Verbindungen zwischen den Informationen können diese in praktisches Handeln umgesetzt werden, um Ziele zu erreichen. Es genügt hierbei nicht, nur etwas zu können, Motivation ist auch ein entscheidender Faktor. Dabei führt erst das richtige Handeln zu Kompetenz, womit die oberste Stufe der Wissenstreppe erreicht wird (North 2011).

Kompetenz entsteht kontextabhängig auf Basis von vorhandenem Wissen und Können. Wenn Wissen und Können in konkreten Situationen richtig angewendet werden, liegt Kompetenz vor. Kompetenzen können weiterentwickelt werden und bilden die Grundlage für die Kernkompetenzen eines Unternehmens (North 2011).

Die Wissenstreppe stellt ein wertvolles Werkzeug dar, um das Wissensmanagement in einem Unternehmen zu optimieren, eine effektive Abstimmung zu ermöglichen und Wettbewerbsvorteile zu erlangen.

Ein weiteres Modell, das sich ebenfalls mit Unternehmenserfolg auseinandersetzt ist das SECI-Modell. Das SECI-Modell ist ein theoretisches Rahmenwerk, das sich mit dem Wissensaustausch und der Wissensschaffung in Organisationen befasst. Es wurde von Nonaka und Takeuchi (1995) entwickelt und basiert auf der Annahme, dass Wissen nicht nur eine statische Ressource ist, sondern durch soziale Interaktion und individuelle Reflexion geschaffen und weiterentwickelt wird. Das Akronym SECI steht für die vier Phasen des Wissensaustauschs: Sozialisation, Externalisierung, Kombination und Internalisierung (vgl. Abb. 9) (Nonaka und Takeuchi 1995). In den späten 1960er Jahren führte Polanyi (1967) die Unterscheidung zwischen implizitem und explizitem Wissen ein (siehe Kapitel 3.1). Nonaka (1994) betonte den Wert des impliziten Wissens, das durch Erfahrung gewonnen wird, und die Fähigkeit, es in explizites Wissen umzuwandeln, das leichter mithilfe von Technologie weitergegeben werden kann. Es wird oft angenommen, dass implizites und explizites Wissen voneinander getrennt sind und vollständig ineinander umgewandelt werden können. In Wirklichkeit existieren sie jedoch auf einem Kontinuum und vermischen sich in unterschiedlichem Maße (Nonaka und Takeuchi 1995).

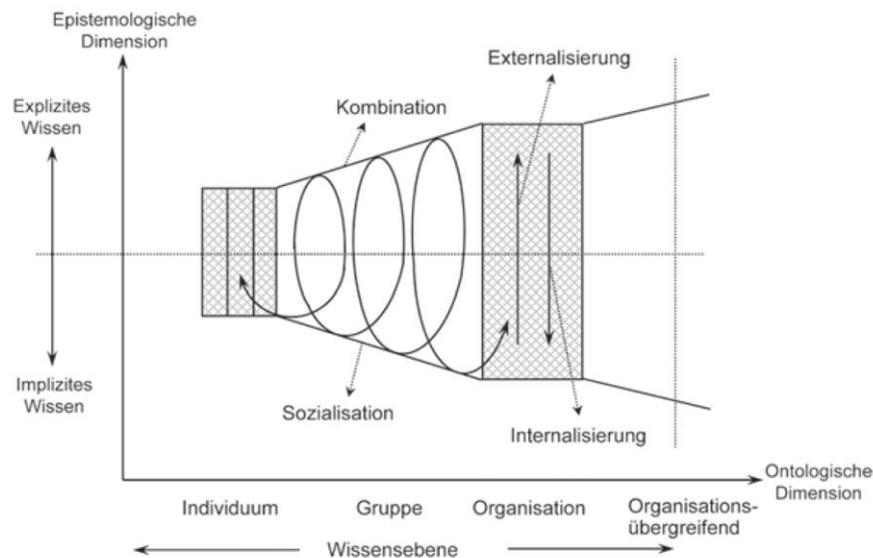


Abbildung 9: Die Spirale der organisationalen Wissenserzeugung/-transformation (Nonaka und Takeuchi 1995)

In der Sozialisationsphase findet der Wissensaustausch durch soziale Interaktion und gemeinsame Erlebnisse statt und es entsteht erfahrenes Wissen (North 2011). Dies kann während informeller Gespräche, Meetings oder anderen informellen, sozialen Zusammenkünften stattfinden. In dieser Phase wird das implizite Wissen, das in den Köpfen der Mitarbeiter vorhanden ist, in ein gemeinsames Verständnis und gemeinsame Erfahrungen umgewandelt (Davenport et al. 1999; Nonaka und Takeuchi 1995). In der darauffolgenden Phase der Externalisierung wird dieses implizite Wissen in konzeptionelles, neues Wissen umgewandelt und produziert. Dies ist der Prozess der Artikulation des impliziten Wissens in explizite Form (Nonaka und Takeuchi 1995). Hier wird das individuelle Wissen durch Metaphern, Modelle oder andere Ausdrucksformen in eine für die Mitmenschen zugängliche Form gebracht. Dadurch wird das Wissen für andere nutzbar und kann geteilt und weiterentwickelt werden (North 2011). In der Phase der Kombination werden unterschiedliche Wissensquellen und Informationen vereint, um neues Wissen zu generieren. Dies wird erreicht, indem Informationen ausgetauscht, Wissen aus verschiedenen Quellen zusammengeführt und neue Zusammenhänge und Verbindungen geschaffen werden (Nonaka und Takeuchi 1995; North 2011). Hierbei spielt die Nutzung von Technologien und Systemen zur Wissensspeicherung und -verbreitung eine wichtige Rolle (North 2011).

Die Internalisierung bezieht sich auf den Prozess des individuellen Lernens und der Internalisierung von neuem Wissen. Das geteilte Wissen wird von den Mitarbeitern aufgenommen, verstanden und in ihr individuelles Wissensrepertoire integriert (Nonaka und Takeuchi 1995). Dieser Prozess des Lernens und der Anwendung des Wissens führt zur Verinnerlichung und Inkorporierung des Wissens in die individuelle Denk- und Handlungsweise (North 2011). In

Abbildung 8 werden die vier Arten der Wissenserzeugung und -transformation nochmals gegenübergestellt. Die Abbildung veranschaulicht die verschiedenen Phasen und Prozesse, die im Zusammenhang mit der Generierung und Weiterentwicklung von Wissen stehen.



Abbildung 10: Vier Arten der Wissenserzeugung und -transformation, eigene Darstellung (in Anlehnung an Nonaka und Takeuchi (1995, S. 72))

Obwohl das SECI-Modell in der Literatur weit verbreitet ist und als hilfreiches Modell zur Erklärung des Wissensaustauschs in Organisationen gilt, gibt es auch einige Kritiken und Herausforderungen. Eine Kritik bezieht sich auf die Betonung des informellen Wissensaustauschs und der sozialen Interaktion, was zur Vernachlässigung formeller Wissensstrukturen und -prozesse führen kann (Yao et al. 2012). Inwiefern hierbei soziale Kompetenzen wie Empathie weitergegeben werden können, ist fraglich (Gourlay 2003). Zudem wird argumentiert, dass das Modell weniger für Organisationen geeignet ist, in denen das Wissen stark formalisiert und standardisiert ist (Yao et al. 2012).

4 Literaturbasierte Diskussion

Um eine eingehende Auseinandersetzung und Diskussion der zentralen Begriffe Daten, Informationen und Wissen inklusive ihrer zugehörigen Modelle im Kontext der Produktionslogistik zu ermöglichen, wurde eine Literaturrecherche gemäß vom Brocke et al. (2009) durchgeführt. Dieses Kapitel dient dazu, die theoretischen Grundlagen, die in den vorangegangenen Kapiteln erarbeitet wurden zu strukturieren, sodass entdeckte Gemeinsamkeiten und Unterschiede erklärbar dargelegt werden können. In einem ersten Schritt wird hierzu die vorangegangene systematische Literaturrecherche und dessen Planung detailliert besprochen.

4.1 Systematische Literaturrecherche

Eine systematische Literaturrecherche gibt das Handwerkszeug, um einen Forschungsstrang zu verstehen und eigene Forschungsfragen zu entwickeln. Rowe (2014) definiert in diesem Zusammenhang drei Ziele, die bei einer solchen Literaturrecherche verfolgt werden können. Das erste Ziel besteht darin, quasi dokumentarisch den Stand der Forschung zu beschreiben. Das zweite Ziel beschäftigt sich mit den Forschungsschwerpunkten. Hierbei fließt eine gewisse Interpretation mit ein. Im dritten Ziel wird versucht, eine Synthetisierung der gesamten vorliegenden Forschung aus Büchern, Artikeln und Veröffentlichungen zu erreichen, womit eine vertiefte Interpretation einhergeht. Die Verfolgung dieser Ziele kann einen Mehrwert für die Forschungsfragen dieser Arbeit generieren. Im Rahmen der Untersuchung der Begriffe Daten, Informationen und Wissen bietet sich als wesentlicher erster Schritt die systematische Literaturrecherche nach vom Brocke et al. (2009) an (vgl. Abb. 11). Die ausführliche Recherche dient als Vorbereitung, um eine solide Grundlage an relevanten Forschungsarbeiten zu schaffen.

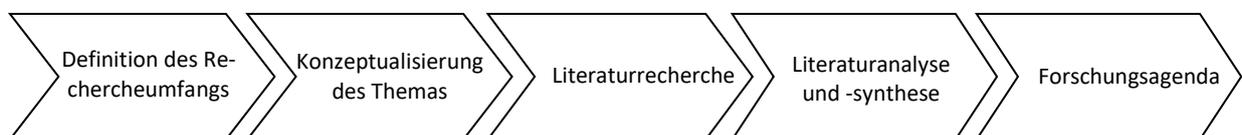


Abbildung 11: Framework für die Literaturrecherche, eigene Darstellung (in Anlehnung an vom Brocke et al. (2009, S. 7))

Um ein umfassendes Verständnis der zu untersuchenden Begriffe zu erlangen, wird bei der Durchführung der Recherche bewusst auf eine zeitliche Beschränkung der Forschungsarbeiten verzichtet. Stattdessen ist das Ziel, die Recherche auf so weit wie möglich diversifizierte Themengebiete auszuweiten. Dadurch soll ein umfangreiches Spektrum an unterschiedlichen Anwendungen und Perspektiven erfasst werden, sodass ein umfassender Überblick über die

Erkenntnisse, Modelle und Theorien zu den Begriffen Daten, Informationen und Wissen gewonnen werden kann. Die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche dienen als Grundlage für die nachfolgenden Schritte der Gegenüberstellung und ersten Einordnung in den Bereich der Produktionslogistik. Sie ermöglichen eine fundierte Diskussion, da sie sorgfältig durch die Recherche vorbereitet wurden.

Obwohl es erforderlich ist, eine breit angelegte Recherche über verschiedene Themengebiete durchzuführen, ist es hierzu dennoch ratsam, den Umfang der Recherche festzulegen, um den Fokus der Arbeit klar und zielgerichtet zu halten. Für diese erste Phase schlägt vom Brocke et al. (2009) die Übersicht für die Literaturrecherche nach Cooper et al. (1997) vor. Der Umfang und die Ziele für die Literaturrecherche lassen sich einheitlich auf Basis dieser Übersicht beschreiben. Die zutreffenden Ausprägungen sind in Abbildung 12 hervorgehoben.

Charakteristik	Ausprägung			
	Fokus	Forschungsergebnisse	Forschungsmethoden	Theorien
Ziel	Integration der Ergebnisse	Kritik	Zusammenfassung zentraler Probleme	
Organisation (Struktur)	Historisch	Konzeptionell	Methodisch	
Perspektive	Neutral		Positionsübergreifend	
Zielgruppe	Spezialisierte Wissenschaftler	Wissenschaftler im Allgemeinen	Praktiker	Breite Öffentlichkeit
Abdeckung	Vollständig	Vollständig mit selektiver Zitation	Repräsentativ	Zentral/entscheidend

Abbildung 12: Einordnung der Literaturrecherche dieser Arbeit auf Basis von Cooper (1988)

Nach vom Brocke et al. (2009) schließen sich die Ausprägungen innerhalb der Perspektive und Abdeckung gegenseitig aus. Dennoch wird zum Zweck dieser Arbeit sowohl eine repräsentative als auch zentrale/entscheidende Abdeckung angestrebt.

In der zweiten Phase erfolgt die Konzeptualisierung des Themas (vgl. Abb. 11). Im Allgemeinen umfasst die Konzeptualisierung dieser Arbeit die Berücksichtigung der formulierten Ziele und Unterziele (siehe Kapitel 1) sowie der relevanten Grundlagen. Um jedoch eine präzisere

Suchstrategie zu entwickeln und eine Einschätzung der relevanten Forschungsfelder vorzunehmen, wird zunächst die Datenbank Scopus genutzt, um eine Einschätzung der relevanten Forschungsfelder vorzunehmen. Scopus beschreibt die eigene Website als größte Zitationsdatenbank für peer-reviewte Fachliteratur. Durch den peer-review Prozess der dort veröffentlichten Forschungsarbeiten wird auf eine zusätzliche Qualitätssicherung abgezielt.

Die Suche auf Scopus erfolgt in sieben Iterationen unter Variation der Grundbegriffe und Modelle. Bei dieser Vorgehensweise werden die zehn Kategorien ermittelt, die am häufigsten bei jedem Suchvorgang auftreten. Zudem wird festgehalten, an welcher Position die Kategorien in Bezug auf ihre Häufigkeit auftreten. Die Bewertung der Häufigkeit der Kategorien dient als Maßstab, da bei dieser Untersuchung das nicht einheitlich etablierte Verständnis der Begriffe Daten, Informationen und Wissen analysiert wird. Demnach liegt ein besonderes Augenmerk darauf, die am häufigsten vertretenen Sichtweisen und Perspektiven zu identifizieren und zu untersuchen, wie sie sich im Umgang mit den genannten Begriffen manifestieren. Anschließend wird verglichen, wie häufig die Kategorien auf den Positionen eins bis vier auftreten. Zur Berechnung eines Relevanzlevels werden zwei Punkte für die allgemein am häufigsten vorkommende Kategorie und für die Kategorie, die am häufigsten auf der ersten Position auftritt, vergeben (vgl. Tabelle 1). Für jede weitere Zelle ungleich Null wird ein weiterer Punkt vergeben.

Tabelle 1: Ermittlung des Relevanzlevels der führenden Kategorien

Kategorien	Am häufigsten vorgekommen	Am häufigsten Pos. 1	Am häufigsten Pos. 2	Am häufigsten Pos. 3	Am häufigsten Pos. 4	Relevanzlevel
Computer Science	6	5	0	1	0	4
Engineering	7	1	3	1	1	6
Social Science	6	0	0	2	2	3
Mathematics	6	0	0	1	1	3
Business, Management and Accounting	5	0	1	0	0	2

Auf diese Weise ergeben sich nach der Auswertung die fünf Hauptkategorien *Computer Science*, *Engineering*, *Social Science*, *Mathematics* und *Business, Management and Accounting* als die am häufigsten vorkommenden Suchkategorien. Dabei erreicht *Engineering* das höchste Relevanzlevel.

Der Fokus des Rahmenwerks von vom Brocke et al. (2009) liegt auf der Durchführung der Literaturrecherche in Phase drei, welche die Abfrage relevanter Datenbanken sowie eine sys-

tematische Suche in einschlägiger Forschungsliteratur umfasst. Teil dieser Phase ist außerdem die sogenannte Backward- und Forward-Suche, bei der geprüft wird aus welchen anderen Beiträgen die betrachtete Literatur zitiert bzw. in welchen weiteren Beiträgen sie zitiert wird. Für diese Arbeit wird nur die Backward-Suche durchgeführt. An dieser Stelle liegt das Hauptinteresse auf dem Verständnis der verbreitetsten und gängigsten Definitionen der Begriffe.

Die Auswahl geeigneter Quellen aus den Datenbankabfragen erfolgt zunächst durch die Durchsuchung der Suchbegriffe in Titeln, Abstracts und Schlüsseltexten. Sofern der Volltext vorliegt, werden in Phase vier zusätzliche inhaltliche Kriterien festgelegt, um die erfassten Quellen zu untersuchen, zu vergleichen und zu synthetisieren. Die formulierten Forschungsfragen und der weitere Forschungsbedarf spiegeln sich in der abschließenden Forschungsagenda in Phase fünf wider.

In dieser Arbeit wird bewusst von der Empfehlung von vom Brocke et al. (2009) abgewichen, sich ausschließlich auf Publikationen aus Fachzeitschriften zu beschränken. Der Grund dafür ist das besondere Interesse an den Begriffen Daten, Informationen und Wissen im Kontext praktischer Umgebungen und realer Prozessanwendungen. Aus diesem Grund wird der konkrete Auswahlprozess von Publikationen als erster Schritt in Phase drei übersprungen, und stattdessen wird direkt mit der datenbankzentrierten Suche begonnen. Die ausgewählten Datenbanken sind Science Direct, IEEEExplore, ACM, Scopus und Springer Link.

Die verwendeten Suchbegriffe zielen darauf ab, Publikationen zu identifizieren, die sich fokussiert mit der Definition der Begriffe Daten, Information und Wissen befassen. Zusätzlich wird auch nach den zugehörigen Modellen im Zusammenhang mit diesen Begriffen gesucht. Die gewählten Suchbegriffe werden auf Titel, Abstract und Schlüsselwörter begrenzt und in zwei Gruppen aufgeteilt. Hierbei wird jeder Suchbegriff der ersten Gruppe in allen Variationen mit Hilfe von logischen Operatoren mit jedem Suchbegriff der zweiten Gruppe kombiniert wird. Die Suchbegriffe wurden sowohl auf Englisch als auch auf Deutsch angewandt.

Tabelle 2: Gewählte Suchbegriffe für die Literaturrecherche

Gruppe 1	Data; Information; Knowledge; Data, Information, and Knowledge; DIKW
Gruppe 2	Definition; Model; Hierarchy; Knowledge staircase; SECI; Management; Representation; Acquisition

Der Begriff *Management* wurde insbesondere nach der ersten Suchiteration hinzugefügt, da vermehrt Forschungsarbeiten identifiziert wurden, die diesen Begriff als Schlüsselwort verwenden und in denen grundlegende Auseinandersetzungen mit den Definitionen der Begrifflichkeiten zu finden sind.

Ausgehend von Tabelle 2 wird die Suchbegriff-Folge „(“Data” OR “Information” OR “Knowledge” OR “Data, Information, and Knowledge” OR “DIKW”) AND (“Definition” OR “Model” OR “Hierarchy” OR “Knowledge Staircase” OR “SECI” OR “Management” OR “Representation” OR “Acquisition”)“ auf die ausgewählten fünf Datenbanken angewandt.

Zusätzlich werden Relevanzkriterien bestimmt, um die Menge an Literatur vor der Volltextanalyse sinnvoll einzugrenzen. In erster Linie wird hierzu die Suche auf die zuvor mit Hilfe des Relevanzlevels ermittelten fünf Hauptkategorien begrenzt und ausschließlich deutsch- und englischsprachige Literatur berücksichtigt. Hinsichtlich des Veröffentlichungsdatums werden keine Einschränkungen vorgenommen. Trotz der getroffenen Ausschlusskriterien und angewandten Filtern wird noch immer eine sehr große Anzahl an Forschungsarbeiten angezeigt. Damit die Übersichtlichkeit gewährleistet werden kann, wird die Sortierfunktion der Datenbanken genutzt, um die Ergebnisse nach Relevanz zu ordnen. Daher wird die erste Auswahl der Literatur so getroffen, dass eine Datenbank nach Relevanz sortiert wird und die Titel solange durchgesehen werden, bis zehn nicht relevante Titel in Folge auftreten. An diesem Punkt wird der Prozess der Literaturlaufnahme abgebrochen.

Mithilfe der Software Notion wird die gesammelte Literatur in einer Tabelle strukturiert (vgl. Abb. 13). Dabei werden die Attribute Domäne, Schlüsselwörter und Autoren in Form von Tags erfasst. Dies erleichtert die Verwaltung des noch sehr großen Umfangs an ausgewählter Literatur. Insbesondere für die Backward-Suche erweist sich der Autoren-Tag als besonders nützlich. Nach der Volltextanalyse werden die akzeptierten Publikationen für die Backward-Suche nach weiteren Publikationen durchsucht, die im Rahmen der definierten Suche von Bedeutung sein könnten. Die entsprechenden Autoren der entdeckten Publikationen, aus denen zitiert wurde, werden in dem Autoren-Tag festgehalten. Auf diese Weise kann nach Autoren gefiltert werden und es wird ersichtlich, auf welche Autoren besonders häufig Bezug genommen wird. Auf Grundlage der gewählten Qualitätsfaktoren konnten in den ausgewählten Datenbanken insgesamt 231 Publikationen anhand des Titels identifiziert werden. Nach Entfernung von Duplikaten, die insbesondere bei Überschneidungen mit der Datenbank Scopus aufgetreten sind, bleiben 148 Publikationen übrig. Nach Überprüfung der Abstracts entfallen 42 Publikationen und bei 56 weiteren Publikationen war kein Volltext abrufbar. Durch die Volltextanalyse werden schließlich 35 Publikationen identifiziert, die für die Literaturstichprobe zur weiteren Analyse akzeptiert werden. Schließlich wird innerhalb der so eingeschränkten Stichprobe die Backward-Suche durchgeführt, wodurch 16 weitere Publikationen identifiziert und

zur akzeptierten Literaturstichprobe hinzugefügt wurden. In Tabelle 3 sind die einzelnen Schritte der angewandten Methodik sowie die entsprechende Anzahl an recherchierter Literatur nach jedem Schritt aufgeführt.

Autoren	Aa Titel	Domäne	Keywords
Davenport T. H. Ackoff	The smog of ignorance: Knowledge and wisdom in postnormal times	Philosophie Informatik	Wisdom Understanding Knowledge Information Data AI
Hjørland B. Kleb J.	Data, information, knowledge, wisdom, and understanding	Semantik Unternehmensführung	metacognition Data Information Knowledge DIKW hierarchy Wisdom
Piatetsky-Shapiro & S... Schüller K.	Different roles and mutual dependencies of data, information, and knowledge	Informatik	Machine learning Knowledge knowledge management systems Integrated systems
Zhang Y. Cooley M.	A conceptual framework for supply chain digitalization using integrated systems model approach	Unternehmensführung	DIKW pyramid Supply Chain Decision-making

Abbildung 13: Ausschnitt zur Synthese identifizierter Literatur mittels Strukturierung in Notion

Im Anhang finden sich die detaillierten Ergebnisse der Literaturrecherche. Dort sind neben dem Autor und dem Titel auch die Domäne und der D-I-W Bezug aufgeführt. Die Domäne wurde nach einer eigenen Einschätzung festgelegt, die auf der Volltextanalyse basiert. Der D-I-W Bezug ergänzt Schlüsselbegriffe, die in den verschiedenen Literaturquellen behandelt werden. Dabei wurden nicht nur die Begriffe Daten, Information und Wissen selbst berücksichtigt, sondern gegebenenfalls auch verwandte Begriffe wie Zeichen, Fakt und Repräsentation.

Tabelle 3: Methodik der Literaturrecherche

Anfangssuche + Titel	Nach entfernen der Duplikate	Abstract	Nach Voll- textanalyse	Nach Back- ward-Suche
231	148	106	35	51

4.2 Gegenüberstellung und Einordnung der Ergebnisse im produktionslogistischen Einsatz

Auf Basis der Ergebnisse in der gesammelten Literatur und der für repräsentativ erachteten Definitionsansätze erfolgt in diesem Kapitel zunächst die Erörterung der Gegenüberstellung der verschiedenen Begriffsverständnisse je Begriff. Anschließend werden diese Erkenntnisse

in Form einer Tabelle dargestellt. Im nächsten Schritt werden Vorschläge gemacht, wie der betrachtete Begriff homogenisiert werden kann und es wird versucht eine Adaption im produktionslogistischen Einsatz darzulegen. Diese strukturelle Aufarbeitung erfolgt analog jeweils für die Begriffe Daten, Information und Wissen. Zuletzt werden auch die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der entsprechenden Modelle erklärbar dargelegt und tabellarisch aufgestellt. Im Anschluss wird auch hier wieder eine Einordnung im Rahmen der Produktionslogistik versucht.

Die identifizierten Definitionsansätze und Modelle werden eingehend untersucht, um ihre Relevanz und Anwendungsfelder zu ermitteln. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Herausarbeitung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden gelegt, um ein umfassendes Verständnis der Thematik zu erlangen. Das übergeordnete Ziel dieser Gegenüberstellung besteht darin, eine solide Grundlage zu schaffen, um die Ergebnisse der Literatur in den Kontext der Produktionslogistik einordnen zu können.

Für die Analyse entlang der gewählten Rahmenbedingungen hinsichtlich der Organisation wurde die konzeptionelle Darstellung gewählt, um eine systematische Betrachtung zu ermöglichen (vgl. Abb. 12). In diesem Zusammenhang wird untersucht, welche Faktoren in der gefundenen Literatur besonders häufig aufgeführt wurden und welche Abhängigkeiten und Faktoren hingegen selten Gegenstand der Untersuchung waren. Durch die Synthese der verschiedenen Domänen und die Betrachtung der genannten Autoren wird deutlich, wie die jeweiligen Domänen die Begriffe Daten, Informationen und Wissen interpretieren. Die Zusammenführung der unterschiedlichen Perspektiven ermöglicht es, ein umfassenderes Verständnis für diese Begriffe zu entwickeln. Das Ziel besteht folglich darin, aus der Vielzahl an Definitionsansätzen herauszufinden, welcher Definitionsansatz in den jeweiligen Domänen besonders häufig vertreten ist. Dies soll eine sinnvolle Repräsentation des am weitesten verbreiteten Verständnisses der Begriffe Daten, Informationen und Wissen ermöglichen.

Aufgrund der großen Anzahl verschiedener Definitionsansätze ist es nicht praktikabel, alle diese Ansätze miteinander zu vergleichen. Daher ist es sinnvoll, sich auf die in Kapitel 3 erarbeiteten Perspektiven und die aus der Literaturrecherche entwickelte Literaturstichprobe zu konzentrieren und die am häufigsten vertretenen Definitionsansätze in den jeweiligen Domänen zu synthetisieren, um sie anschließend miteinander zu vergleichen. Der erste Schritt der Synthese erfolgte bereits in Abschnitt 4.1 mit Hilfe der Strukturierung in Notion (vgl. Abb. 13).

Durch die final ausgewählte Literaturstichprobe werden hierzu möglichst umfassende Bereiche innerhalb der ausgewählten Kategorien definiert, auf die sich die weitere Untersuchung letztlich beschränkt.

Die Autoren Laudon und Laudon (2014) sowie Wei Choo und Correa Drummond de Alvarenga Neto (2010) unterteilen Daten in quantitative oder qualitative Fakten, Zahlen, Texte, Bilder

oder andere Darstellungen von Realitätsaspekten. Dies entspricht einer weit verbreiteten Auffassung des Datenbegriffs im Bereich der Unternehmensführung. In diesem Kontext fungieren Daten in dieser Domäne als fundamentale Grundlage für die Durchführung von Analysen, strategischer Planung sowie Entscheidungsfindung (Ridsdale et al. 2015; Sousa et al. 2013).

Die Domäne der Unternehmensführung wird in dieser Arbeit als das Fachgebiet betrachtet, das sich mit der strategischen Planung, Organisation und Kontrolle von Ressourcen und Aktivitäten eines Unternehmens befasst, um effizient und effektiv seine Ziele zu erreichen.

Ebenso finden auch in der Informatik Daten Verwendung für Entscheidungsfindungen, beispielsweise in Optimierungsprozessen. In diesem Bereich hat sich gezeigt, dass Daten verschiedene Formen annehmen können, darunter Textdateien, Tabellen, Bilder oder Audiodateien. Diese Betrachtungsweise impliziert zunächst die Möglichkeit, Daten in Datenbanken zu speichern. Um in Datenbanken festgehalten zu werden, müssen die Daten in entsprechenden Datensätzen gespeichert werden. Dies impliziert wiederum, dass Daten für Klassifizierung und Strukturierung geeignet sind. Dabei werden Daten als rohe Signale wie Bits, Zahlen oder Zeichenketten verstanden (Grzegorzewski und Kochanski 2019). Hierbei handelt es sich um abstraktere Konzepte, die als grundlegenden Bausteine der digitalen Information fungieren. Solche Daten beziehen sich auf die Speicherung und Verarbeitung von Daten auf der niedrigsten Ebene. Auf dieser Basis können dann konkrete Formen von Daten, die in einem spezifischen Dateiformat organisiert sind, wie Textdateien und Tabellen erstellt werden, die spezifische Inhalte repräsentieren.

Die Domäne Informatik wird in dieser Arbeit als Fachbereich verstanden, der sich mit der Verarbeitung, Speicherung und Übertragung von Informationen durch den Einsatz von Computern und algorithmischen Methoden befasst. Informatik umfasst die Entwicklung und Anwendung von Software sowie den Entwurf und Betrieb von Computernetzwerken.

Die Bereiche der Informatik und der Unternehmensführung überschneiden sich im Bereich der Wirtschaftsinformatik, wo Daten hauptsächlich als für den Zweck der Verarbeitung zusammengefasste Zeichen basierend auf ihrem Verarbeitungszweck betrachtet werden. In diesem Kontext stellen Zeichen den ersten Schritt oder die grundlegende Form vor den eigentlichen Daten dar. Daten setzen sich aus Zeichen zusammen, und ihre Zusammensetzung ergibt Rohdaten, die wiederum verarbeitet werden können. Durch den Einsatz von Algorithmen und Analysetechniken können aus diesen Rohdaten Muster, Zusammenhänge und Erkenntnisse extrahiert werden. So differenzieren Turban et al. (2012) Daten anhand von strukturierten, semi-strukturierten oder unstrukturierten Daten. Diese Betrachtungsweise von Daten aus der Perspektive der Wirtschaftsinformatik findet sich in allen technischen Domänen, steht jedoch nicht immer im Vordergrund.

Im Zusammenhang mit realen, technischen Prozessen liegt der Fokus auf Daten als Entitäten, die kategorisiert werden können. Dies umfasst beispielsweise Personenanzahlen, Lieferanten, Verträge oder Artikel. Daten spielen eine wesentliche Rolle bei der Erfassung, Organisation und Verwaltung dieser Informationen im Kontext von technischen Abläufen. Wie bereits in den Domänen der Unternehmensführung und in ähnlicher Weise in der Informatik häufig dargestellt, bilden Daten eine Grundlage für die Analyse, Planung und Steuerung von Prozessen. Ihr Zweck besteht darin, eine effiziente und zielgerichtete Umsetzung zu ermöglichen.

Im Bereich des Ingenieurwesens zeigt sich, dass die Begriffe Daten und Informationen oft auf ähnliche Weise verwendet werden. So werden beispielsweise Sensordaten zwar Daten genannt, obwohl sie scheinbar instantan Informationen übermitteln. Daher wird in der Literatur auch häufig von Sensoren gesprochen, die Informationen sammeln. Objekte oder Phänomene werden in der Regel als Daten bezeichnet, sobald sie messbare oder beobachtbare Größen aufweisen. Es liegt nahe, dass Informationen in Form von Daten erfasst werden können, wenn sie quantifizierbar oder nachvollziehbar sind. Das Ingenieurwesen ist ein multidisziplinärer Fachbereich. Auf Grundlage der Literaturrecherche in dieser Arbeit schränkt sich diese Domäne auf die Bereiche mechanischer Systeme, die Produktentwicklung sowie Elektro- und Informationstechnik ein.

Hinsichtlich der Datenquellen scheinen sich alle Domänen deutlich zu unterscheiden. Im Kontext des Ingenieurwesens können Daten aus verschiedenen Quellen stammen, darunter Sensoren, Messgeräte, Modellen und Simulationen. In der Unternehmensführung stützen sich die Informationen hauptsächlich auf Kundendatenbanken, Marktforschungsergebnisse, Verkaufsstatistiken und Finanzberichte. In der Informatik spielen der Speicherort und Datenbanken eine zentrale Rolle bei der Beschaffung von Daten.

In der Informatik werden Daten mit Hilfe von Algorithmen und in Datenbanken verarbeitet, während die Domäne des Ingenieurwesens Daten mittels mathematischer Modelle verarbeitet. Die Verarbeitungstechnik von Daten wird aus der Perspektive der Unternehmensführung nicht explizit aufgeführt, da sie sich eher auf die technische Ebene bezieht und weniger auf die betriebswirtschaftlichen Aspekte der Datenverarbeitung. In der Literatur liegt der Fokus der Unternehmen eher auf der strategischen Nutzung von Daten, der Entscheidungsfindung und der Wertschöpfung, während technische Aspekte wie die Verarbeitungstechnik am häufigsten im Bereich der Informationstechnologie behandelt werden.

Die verschiedenen Charakteristiken, die im Zusammenhang mit dem Begriff Daten in den Domänen Unternehmensführung, Informatik und Ingenieurwesen identifiziert wurden, sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Gegenüberstellung verschiedener Perspektiven auf den Begriff Daten

Charakteristiken	Perspektiven zum Begriff Daten		
	Unternehmensführung	Informatik	Ingenieurwesen
Verwendungszweck	Grundlage strategischer Planung, Optimierung und Entscheidungsfindung	Unterstützung von Anwendungen und Analysen	Unterstützung von Analyse, Konzeption und Optimierung von Systemen und Prozessen
Quelle	Kundendatenbanken, Marktforschungsergebnisse, Verkaufsstatistiken, Finanzberichte	Speicherort und Datenbanken	Messungen, Modelle, Simulationen
Verarbeitungstechnik	-	Algorithmen, Datenbanken	Mathematische Modelle
Interaktion	Austauschen zwischen verschiedenen Organisationen und Akteuren	Datenfluss über Netzwerke und Schnittstellen	Austausch zwischen verschiedenen Fachbereichen
Abstraktion	Niedrige Abstraktionsebene	Sowohl hohe als auch niedrige Abstraktionsebene	Sowohl hohe als auch niedrige Abstraktionsebene

Damit IT-Anwendungen funktionieren, ist es erforderlich, dass sie auf eine Datenbank zugreifen können. In diesem Zusammenhang kann die Perspektive der Unternehmensführung und die Perspektive der Informatik in Bezug auf Interaktionen von Daten angewendet werden (vgl. Tabelle 4). Weiter wird aus Tabelle 4 ersichtlich, dass Daten einerseits über Schnittstellen zwischen Netzwerken ausgetauscht und andererseits zwischen verschiedenen Akteuren innerhalb der Organisation geteilt werden. Hierfür bietet es sich an eine prozessorientierte und eine ressourcenorientierte Sichtweise einzunehmen.

Hinsichtlich der prozessorientierten Perspektive gibt es Betriebsdaten, die den Zustand der Prozesse entlang des Wertstroms erkennbar machen. Betriebsdaten beziehen sich auf den Ablauf und die Organisation der Produktionslogistik selbst. Daten sind Fakten oder Beobachtungen, die aus verschiedenen Quellen gesammelt werden. Anfangs besitzen diese keine Bedeutung oder Relevanz. Dazu gehören Bestandsdaten, Lieferzeiten, Stammdaten und Transaktionsdaten. Diese Daten weisen in ähnlicher Weise wie in der Domäne der Unternehmensführung eine geringere Abstraktionsebene auf, was in diesem Zusammenhang auch als sinnvoll erachtet wird (vgl. Tabelle 4).

Im Gegensatz dazu gibt es im Rahmen der ressourcenorientierten Sichtweise, bei der Maschinendaten genutzt werden, um den Zustand der Ressourcen im Produktionssystem abzubilden und die Kontrolle über die Produktionsmaschinen zu gewährleisten. Dies umfasst die Überwachung der Produktionsqualität, die Verbesserung der Ressourceneffizienz der Maschinen sowie die Gewährleistung der Maschinenverfügbarkeit durch Zustandsüberwachung und vorausschauende Wartung. Maschinendaten dienen dabei als Informationsquelle über den Zustand der Maschinen und werden direkt von den Maschinen in der Produktionsumgebung erzeugt. Die Erfassung erfolgt in der Regel automatisch und in Echtzeit, jedoch sind auch noch manuelle Eingriffe üblich. Zu den Maschinendaten gehören auch Sensorwerte und Produktionsdaten. Durch Sensoren an den Maschinen werden Parameter wie Temperatur, Stromstärke oder

Geschwindigkeit erfasst, um Abweichungen zu überwachen. Produktionsdaten wie Stückzahlen, Ausschussraten oder Produktionszeiten ermöglichen die Überwachung der Produktionsleistung und dienen als Grundlage für die Analyse von Effizienz und Qualität.

Daten können hierbei strukturiert und semi-strukturiert vorliegen. Veranschaulichen ließe sich diese Betrachtungsweise an Messungen mit einem magnetoresistiven Sensor. Wenn ein externes Magnetfeld auf den Sensor einwirkt, verändert sich die Ausrichtung der magnetischen Momente im Material, was zu einer Änderung des elektrischen Widerstands führt. Dieser Widerstand kann gemessen und als Datensatz aufgezeichnet werden, zum Beispiel in einer semi-strukturierten Textdatei. Die Lesbarkeit dieses Datensatzes hängt von seiner Strukturierung ab, die durch die Sensorprogrammierung und das verwendete Automatisierungsskript beeinflusst wird. Um aus den Daten Informationen zu erhalten, ist eine Auswertung und Verarbeitung erforderlich, die eine weitere Strukturierung und Einordnung in einen logischen Kontext beinhaltet.

Im Kontext der Produktionslogistik und insbesondere im Zusammenhang mit IT-Anwendungen treten unstrukturierte Daten, wie beispielsweise E-Mails, nicht unmittelbar auf und werden in Bezug auf die Definition von Daten als irrelevant angesehen.

In der untersuchten Literatur werden Informationen überwiegend als eine weiterentwickelte Form von Daten betrachtet oder einfach auch als Daten mit Bedeutung. Im Ingenieurwesen und auch in der Informatik werden Informationen verbreitet als in einem logischen Kontext gesetzte Daten verstanden, die strukturiert sind und mit Hilfe des Kontextes interpretiert werden können (Laudon und Laudon 2014; Braganza 2004). Informationen können Personen und Systeme unterstützen und werden bedeutungsvoll sobald sie für Menschen nützlich sind. Dieser Vorgang der Bedeutungszuweisung wird von Wei Choo und Correa Drummond de Alvarenga Neto (2010) als etwas beschrieben, das geschieht nachdem wahrgenommene Fakten kognitiv strukturiert werden. In der Informatik und Unternehmensführung steht der Mensch im Mittelpunkt, da er bei der Sinnggebung eine primäre Rolle spielt. Weiter wird in der Unternehmensführung derjenige Anteil einer Nachricht als Information bezeichnet, der für den Empfänger einen Wert besitzt.

Insbesondere in der Wirtschaft und Unternehmensführung werden Informationen in der Literatur als entscheidend für den Erfolg und die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens benannt. Um in diesem Kontext effektiv genutzt zu werden, benötigen Informationen ein Kommunikationsmittel wie Berichte oder Präsentationen und Sprache.

Im Ingenieurwesen hingegen sieht die Erfassung von Bedeutung und Relevanz von Daten für Entscheidungsfindung und Problemlösung eher im Vordergrund. Informationen können auch

hier in Kommunikationsmitteln wie Präsentationsformaten, wie auch in Diagrammen oder Grafiken dargestellt werden.

Aus der Sichtweise der Unternehmensführung werden Informationen sowohl intern als auch extern betrachtet. Intern bezieht sich dies auf die Kommunikation und den Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Abteilungen und Mitarbeitern eines Unternehmens. Hierbei werden Informationen zwischen Mitarbeitern, Führungskräften, Teams und den verschiedenen Hierarchieebenen kommuniziert. Mit extern ist der Informationsaustausch mit Kunden, Lieferanten und anderen unternehmensexternen Partnern gemeint. Informationen werden dabei genutzt, um Geschäftsbeziehungen zu pflegen, Verträge abzuschließen, Bestellungen aufzugeben und allgemein die Kommunikation mit Partnern zu erleichtern.

In der Informatik hingegen wird der Empfänger innerhalb eines IS betrachtet. Hierbei geht es um die Übermittlung von Informationen zwischen Anwendungen selbst und den Nutzern. In gewisser Weise dient das IS als Vermittler, der Informationen sammelt, verarbeitet und an entsprechend zugewiesene Nutzer weiterleitet. In der Literatur werden in Bezug auf den Informationsaustausch an der Mensch-Maschinen-Schnittstelle Kommunikationsprotokolle und Datenformate benannt. Kommunikationsprotokolle dienen hierbei als Regelwerke für den strukturierten Austausch von Daten. Darüber hinaus werden Datenformate festgelegt, die eine Syntax definieren. Durch die einheitliche Struktur und Codierung der Daten wird sichergestellt, dass diese korrekt interpretiert und verarbeitet werden können, unabhängig von den beteiligten Anwendungen. Dies trägt zu einer reibungslosen Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen bei und ermöglicht die effektive Nutzung von Informationen in informatischen Systemen.

Aus der Perspektive des Ingenieurwesens werden Informationen fachebenenübergreifend betrachtet. Dies bedeutet, dass Informationen zwischen verschiedenen Fachbereichen, Technikern, Ingenieuren und Projektleitern kommuniziert werden. Im Ingenieurwesen wird ein reibungsloser Informationsfluss zwischen den beteiligten Parteien betont, um Projekte effizient umzusetzen und technische Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen. Informationen dienen dabei als Grundlage für die Planung, Koordination und Umsetzung von technischen Lösungen und Projekten. Der Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Fachbereichen ermöglicht es, Fachwissen zu nutzen und gemeinsam an der Entwicklung und Umsetzung innovativer technischer Lösungen zu arbeiten.

Die Charakteristiken Datenbezug, Empfänger, Austausch und Relevanz für Entscheidungen wurden aus der Literatur zur Definition des Begriffs Information identifiziert und sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Gegenüberstellung verschiedener Perspektiven auf den Begriff Information

Charakteristiken	Perspektiven zum Begriff Information		
	Unternehmensführung	Informatik	Ingenieurwesen
Datenbezug	In logischen Kontext gesetzte Daten	Verarbeitete Daten, in logischen Kontext gesetzt und besitzen eine strukturierte Form	Verarbeitete Daten, in logischen Kontext gesetzt und besitzen eine strukturierte Form
Empfänger	Unternehmensintern und -extern; Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten	Innerhalb eines Informationssystems; zwischen System, Anwendung und Benutzer	Fachebenen übergreifend; Techniker, Ingenieure, Projektleiter
Austausch	Kommunikation zwischen Menschen	Kommunikationsprotokolle und Datenformate zwischen Mensch und Maschine	Kommunikation zwischen Menschen
Relevanz für Entscheidungen	Optimierung von Geschäftsprozesse, Effizienzsteigerung	Implementierungsmöglichkeiten, technische Lösungen	Optimierung von Systemen, Effizienzsteigerung, technische Lösungen

Der Informationsfluss, wie in Abbildung 2 dargestellt, ermöglicht in die Produktionslogistik ein dem Materialfluss entgegenlaufendes Eingreifen, wodurch das Ziel der effektiven Lieferkettenplanung verfolgt wird. Entsprechend der Gegenüberstellung der dargelegten Definitionsansätze übernehmen Informationen in der Domäne der Unternehmensführung und dem Ingenieurwesen die Optimierung von Systemen und Effizienzsteigerung (vgl. Tabelle 5). Im produktionslogistischen Einsatz könnte diese Relevanz für Entscheidungen auf gleicher Weise übernommen werden. Die so ausgelegte Betrachtungsweise von Informationen würde allerdings nur eine horizontale Integration des Begriffes entlang der Wertschöpfungskette berücksichtigen. Für die frühzeitige Identifizierung von Einschränkungen innerhalb der Produktion selbst und ihrer Logistik ist eine Berücksichtigung der vertikalen Integration von der Prozessebene, dem Shopfloor aus hin bis zur Unternehmensebene notwendig.

Wie bereits in Kapitel 2 erläutert wurde, lassen sich IT-Anwendungen prinzipiell in den oberen Ebenen der Automatisierungspyramide, der Betriebsleitung und dem Unternehmensmanagement, einordnen. Dennoch ist es zur effektiven Unterstützung in der Entscheidungsfindung erforderlich, dass diese Anwendungen auf Daten- und Informationsquellen der unteren Ebenen zugreifen können. Insbesondere ist ein solcher vertikaler Informationsfluss bedeutend für die Echtzeittransparenz, die im Zuge der Automatisierung an Bedeutung gewonnen hat.

Ein guter Informationsfluss liefert zeitnah Informationen über den Stand der Produktion und den Zustand der Bestände. Die Differenzierung von Datenquellen und Informationsquellen an dieser Stelle ist nur schwierig zu erfassen. Für die klare Nutzerperspektive und die weitere Verarbeitung und Transformation ist eine klare Unterscheidung der Quellen besonders relevant. Eine Möglichkeit besteht darin, Datenquellen so festzulegen, dass sie ausschließlich zwischen Maschinen und unter IT-Anwendungen vermittelt werden.

Wird hierzu der in Tabelle 5 ermittelte Datenbezug von Informationen betrachtet, so wird direkt ersichtlich, dass über alle betrachteten Domänen hinweg mindestens ein logischer Kontext

von Daten vorausgesetzt wird. Für die Produktionslogistik wäre es sinnvoll, dass der Datenbezug für Informationen auch im weiteren Sinne wie in den Domänen Informatik und Ingenieurwesen verstanden wird und somit in verarbeiteter und strukturierter Form vorliegen sollte (vgl. Tabelle 5). Wenn dieses Verständnis des Datenbezugs angewandt wird, können Informationsquellen von Menschen durch Kommunikation untereinander, entsprechende Präsentationen vor einer Zuhörerschaft, Meetings oder durch die Erarbeitung einer strukturierten Datenmenge repräsentiert werden. Dadurch erfolgt inhärent zunächst eine Kontextualisierung, bevor inhaltlich etwas an andere Personen vermittelt werden kann.

Wissen wird in der Literatur im Bereich der Philosophie verbreitet über einen epistemologischen Ansatz definiert und befasst sich mit der Natur und der Rechtfertigung von Wissen. Wissen ist nur dann gerechtfertigt, wenn dahinter eine wahre Überzeugung steht. Aus einem sozialkonstruktivistischen Ansatz heraus existiert Wissen nicht objektiv, sondern es wird durch kulturelle und soziale Rahmenbedingungen beeinflusst. Dabei spielen auch soziale Interaktion und Kommunikation eine bedeutende Rolle.

Ganz anders fassen die Autoren Davenport et al. (1999) im Bereich der Unternehmensführung den Definitionsansatz für Wissen auf und betrachten dieses als eine Art von intellektuellem Kapital. Wissen kann einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil generieren und wird somit zu einer strategischen Ressource für Organisationen und zur Lösung von Problemen (Davenport et al. 1999; Nonaka und Takeuchi 1995). Weiter noch definieren Autoren wie Nonaka und Takeuchi (1995) und Krogh et al. (2012) Wissen als eine Kombination aus Erfahrungen, Erkenntnissen, Fähigkeiten und Kontextwissen, die in einem Unternehmen vorhanden sind. Wissen umfasst sowohl explizites Wissen, das in Dokumenten, Handbüchern oder Datenbanken vorliegt, als auch implizites Wissen, das in den Köpfen der Individuen verankert ist.

Wissen in der Informatik bezieht sich auf das Verständnis von Zusammenhängen, Regeln und Methoden zur Problemlösung und Entscheidungsfindung. Es kann in Form von Algorithmen oder anderen Wissensrepräsentationen wie Datenbanken verborgen sein.

In der Literatur bezieht sich der Begriff Wissen auf das Verständnis von Prinzipien, Methoden und Zusammenhängen, die in der Problemlösung angewendet werden. Wissen im Ingenieurwesen umfasst sowohl theoretisches Wissen als auch praktische Kenntnisse, die durch Ausbildung, Erfahrung und Expertise erworben werden. Es kann in Form von technischen Handbüchern, Standards oder in den Köpfen der Ingenieure vorhanden sein.

Damit wird deutlich, dass in allen Domänen eine Unterscheidung zwischen implizitem und explizitem Wissen möglich ist. In Tabelle 6 werden die verschiedenen Perspektiven auf die Charakteristik *Arten des Wissens* nichtsdestotrotz konkreter festgehalten.

Tabelle 6: Gegenüberstellung verschiedener Perspektiven auf den Begriff Wissen

Charakteristiken	Perspektiven zum Begriff Wissen		
	Unternehmensführung	Informatik	Ingenieurwesen
Arten des Wissens	Implizit und explizit Wissen	Codiertes (formalisiertes) Wissen und erfahrungsbasiertes Wissen	Technisches <i>Wissen-Wie</i> , theoretisches und praktisches Wissen
Wert und Bedeutung	Ressource zur Problemlösung, Entscheidungsfindung und Wettbewerbsvorteil	Analyse, Entscheidungsfindung	Analyse, Planung, Konstruktion und Optimierung technisches Systeme
Management	Erfassung, Organisation, Speicherung und Weitergabe in Organisationen	Repräsentation und Nutzung in Computersystemen	Wissensaustausch und Zusammenarbeit zur Schaffung kollektiven Wissens
Anwendung	Problemlösung, Entscheidungsfindung, strategische Planung	Problemlösung, intelligente Systeme	Prozessoptimierung, strategische Planung
Übertragung des Wissens	Schulung, Erfahrungsaustausch, Dokumentation	Wissensmanagementsysteme, Erfahrungsaustausch, Dokumentation	Schulung, Erfahrungsaustausch, Dokumentation

Im Folgenden werden zunächst die Modelle zu den Begriffen Daten, Informationen und Wissen verglichen und gegenübergestellt. Anschließend wird auch der Begriff Wissen in den Kontext des produktionslogistischen Einsatzes eingeordnet. Dabei werden die Modelle berücksichtigt, da sie in diesem Zusammenhang einen interessanten Beitrag liefern.

Das SECI-Modell, die Wissenstreppe von North (2011) und die DIKW-Pyramide sind Modelle, die den Prozess des Wissenserwerbs und der Wissensnutzung beschreiben.

Das SECI-Modell legt den Schwerpunkt auf den sozialen Austausch und die gemeinsame Konstruktion von Wissen, während die Wissenstreppe den schrittweisen Aufbau von Wissen betont. Die DIKW-Pyramide stellt den Prozess der Datenverarbeitung zur Wissensgenerierung dar. Gemeinsamkeiten zwischen den Modellen bestehen insbesondere in der Anerkennung des Wissensaustauschs, der Wissensumwandlung und der kontinuierlichen Entwicklung von Wissen in Organisationen. Darüber hinaus betonen sie alle die Notwendigkeit, Wissen in einer organisationalen Umgebung zu teilen, zu speichern und zu nutzen, um den Wissensbestand einer Organisation zu erweitern und die Leistungsfähigkeit zu steigern. Von den betrachteten Modellen verfolgt allerdings nur das SECI-Modell einen konzeptuellen und nicht hierarchischen Aufbau.

Auffällig ist der unterschiedliche Umgang mit der Kontextualisierung innerhalb dieser Modelle. Die DIKW-Pyramide verwendet bereits auf der untersten Ebene den Kontextbezug, worin Daten durch ihre Kontextualisierung zu Informationen werden. Im Gegensatz dazu ordnet die Wissenstreppe den Kontext erst für den Übergang von der Stufe Information zur Stufe Wissen ein. Somit setzt sich Wissen aus Informationen, Kontext, Erfahrungen und Erwartungen zusammen. Im SECI-Modell wird der Kontext während des gesamten Wissensaustauschprozesses berücksichtigt. Der Kontext beeinflusst den gesamten Prozess und unterstützt die Schaffung und Anwendung von Wissen.

In Tabelle 7 sind die Modelle anhand der identifizierten Charakteristiken Fokus, Strukturierung, Begriffe, Wissensumwandlung, Prozessorientierung, Kontext, Zielperspektive und Repräsentation gegenübergestellt.

Tabelle 7: Gegenüberstellung der betrachteten Modelle

Charakteristiken	Modelle		
	SECI-Modell	DIKW Pyramide	Wissenstreppe
Fokus	Sozialer Prozess der Wissensschaffung	Hierarchische Strukturierung	Entwicklungsstufen des Wissens
Strukturierung	Konzeptuell	Hierarchisch	Hierarchisch
Begriffe	Implizites und explizites Wissen	Daten, Informationen, Wissen, Weisheit	Zeichen, Daten, Informationen, Wissen, Handeln, Können, Wettbewerbsfähigkeit
Wissensumwandlung	Sozialisierung, Externalisierung, Kombination, Internalisierung	Verarbeitung, Interpretation, Kontextualisierung, Integration	Analyse, Zusammenhang, Verstehen, Reflexion
Prozessorientierung	Wissensschaffung und -austausch in Organisationen	Daten- und Informationsverarbeitung in Organisationen	Entwicklung von Wissen in Organisationen
Kontext	Durchgehend berücksichtigt	Bei der Überführung von Daten zu Informationen	Bei der Überführung von Informationen zu Wissen
Zielperspektive	Wissensentwicklung und -nutzung	Daten- und Informationsverarbeitung	Wissensentwicklung und -management
Repräsentation	Erfahrungen, Kommunikation	Symbole, Visualisierung, Darstellung	Modelle, Konzepte, Fachsprache

Eine erste Annäherung zur Einordnung des Begriffs Wissen in der Produktionslogistik umfasst das Verständnis, die Erfahrung, die Expertise und die Fähigkeit, die von Personen und Organisationen mithilfe von Informationen entwickelt wurden, um Produktionsprozesse und logistische Abläufe effektiv zu planen, zu steuern und zu optimieren. Wissen wird in allen untersuchten Domänen (vgl. Tabelle 6) als auch innerhalb des SECI-Modells (vgl. Tabelle 7) in implizites und explizites Wissen differenziert. Wie Informationen kann auch Wissen durch Präsentationen, Schulungen, Meetings etc. vermittelt werden. Dabei tritt Wissen in erster Form explizit in Form von Dokumentationen auf. In Tabelle 6 ist zu bemerken, dass auch über alle Domänen hinweg die Dokumentation als Übertragung des Wissens genutzt werden kann. Entscheidend hierbei ist, dass die enthaltenen Informationen für den entsprechenden Empfänger neu, eine bestimmte Bedeutung haben und der Empfänger selbst über ein angemessenes Verständnis der Rahmen in denen Informationen vermittelt werden, verfügt.

Informationen entstehen aus organisierten Daten in einem relevanten Kontext, müssen somit unbedingt aussagekräftig sein. Andernfalls ist es für den Empfänger nicht möglich mittels des intellektuellen Verständnisses der Zusammenhänge als auch Erfahrung daraus Wissen zusammenzusetzen. Auf diese Weise wird schließlich das implizite Wissen erhalten.

Es wird deutlich, dass die DIKW-Pyramide durch ihre starre und hierarchische Struktur der kontinuierlichen Übertragung von Wissen entgegensteht. In allen untersuchten Domänen kann

vorhandenes Wissen mittels Dokumentationen übertragen werden (vgl. Tabelle 6). Aus Wissen scheinen wieder Informationen entstehen zu können, die durch formatierte und strukturierte Daten in einer Dokumentation festgehalten werden. Darüber hinaus kann die so entwickelte und weitergegebene Dokumentation dazu führen, dass bei einer anderen Person neues Wissen generiert wird.

Bestandsdaten können in IT-Anwendungen aufgenommen und festgehalten werden. Sie werden dabei in einen logischen Kontext gesetzt, sodass ihr Auslesen als interpretierbare Information auslegbar ist. Beispielweise kann eine IT-Anwendung in der Produktionslogistik Informationen über den Lagerbestand bereitstellen. Diese Informationen allein liefern jedoch nur eine Momentaufnahme des aktuellen Bestandes. Das Wissen der Mitarbeiter, das auf ihrer Erfahrung und Expertise basiert, kann dazu beitragen, den Lagerbestand besser zu interpretieren und in Verbindung mit anderen Faktoren wie Produktionsplanung, Lieferantenverfügbarkeit und Kundennachfrage zu betrachten. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang die Fähigkeit, basierend auf Wissen zu handeln, wie es von der Wissenstreppe beschrieben wird (vgl. Tabelle 7). Sie verdeutlicht genau das Wissen der Mitarbeiter, welches ihnen ermöglicht, optimale Entscheidungen zur Bestandsverwaltung zu treffen und Engpässe oder Überbestände zu vermeiden.

4.3 Diskussion und Fazit

Im folgenden Abschnitt erfolgen eine Diskussion und Bewertung der Einordnung der Ergebnisse der Literaturrecherche zu den Begriffen Daten, Informationen und Wissen und ihrer jeweiligen Modelle im produktionslogistischen Umfeld. Dabei wird insbesondere auf dessen Bedeutung für IT-Anwendungen näher eingegangen. Mit IT-Anwendungen werden Akteure dabei unterstützt Geschäftsentscheidungen für effiziente und optimale Abläufe in der Produktionslogistik zu treffen.

Die entwickelten Gegenüberstellungen der Begriffe und ihrer Modelle bieten eine erste Grundlage für die Einordnung der unterschiedlichen Definitionsansätze im produktionslogistischen Umfeld (siehe Abschnitt 4.3). Durch die umfangreiche Literaturrecherche konnten relevante Domänen, die häufig in den Ergebnissen der Literaturrecherche auftreten, identifiziert werden. Diese Domänen wurden schließlich für die Gegenüberstellung berücksichtigt, um sicherzustellen, dass die wesentlichen Aspekte der Begriffsverständnisse abgedeckt werden. Mit Hilfe der tabellarischen Darstellung wird darauf abgezielt, die jeweiligen Merkmale der verschiedenen Definitionsansätze und Modelle herauszuarbeiten, sodass sie verglichen werden können. Die Gegenüberstellung soll Gemeinsamkeiten und Unterschiede darlegen.

Im weiteren Verlauf werden zum einen die in Abschnitt 4.3 vorgenommene Einordnung der Ergebnisse, als auch die in Abschnitt 3.1 festgehaltenen Definitionen erneut aufgegriffen und diskutiert, inwiefern diese im Zuge der Gegenüberstellung angemessen auf den produktionslogistischen Einsatz angewandt werden können.

Die Definition 3.1 ist allgemein gehalten und tendenziell eher als höher abstrakt ausgelegt. IT-Anwendungen wie MES und ERP-Systeme erfassen und verarbeiten eine Vielzahl von Daten, um die Produktionsabläufe zu steuern, Bestände zu verwalten, Aufträge zu planen und andere logistische Prozesse zu unterstützen. Nach den Erkenntnissen aus Abschnitt 4.2 konnte eine Spezifizierung durch die Aufteilung in prozessorientierten und ressourcenorientierten Betrachtungsweisen identifiziert werden. Weiter noch wurde festgehalten, dass unstrukturierte Daten in der Produktionslogistik nicht direkt auftreten und daher nicht weiter betrachtet werden.

Definition 3.1 betont die grundlegende Natur von Daten als bedeutungslose Zeichen oder Zeichenfolgen, die noch nicht interpretiert wurden. Die prozessorientierte Perspektive, bei der Betriebsdaten als Fakten oder Beobachtungen definiert werden, betreffen den Ablauf und die Organisation der Produktionslogistik. Im Gegensatz dazu werden unter der ressourcenorientierten Perspektive Maschinendaten verwendet, um den Zustand von Ressourcen im Produktionssystem abzubilden und die Produktionsmaschinen zu kontrollieren. Maschinendaten werden direkt von den Maschinen in Echtzeit erfasst und umfassen Parameter wie Sensordaten und Produktionsdaten (siehe Abschnitt 4.2). Für die Betriebs- und Maschinendaten kann argumentiert werden, dass sie bereits eine gewisse Struktur haben. Sie werden in einem bestimmten Format erfasst und können interpretiert werden. Definition 3.1 ist nicht präzise genug, um die spezifischen Merkmale der Daten in der Produktionslogistik angemessen zu erfassen. Daten in der Produktionslogistik sind nicht nur beliebige Zeichen oder Zeichenfolgen, sondern besitzen ihrem Ursprung nach bereits eine gewisse Struktur, die schließlich in einen Kontext gesetzt werden müssen und in Bezug auf Prozesse und Ressourcen interpretiert werden können.

Diese Herangehensweise zur Definition von Daten, berücksichtigt auch die in Tabelle 4 aufgestellten Charakteristiken Verwendungszweck, Quelle, Interaktion und Abstraktion. Hinsichtlich der Verarbeitungstechnik wurde festgestellt, dass IT-Anwendungen grundsätzlich auf Datenbanken angewiesen sind. Darüber hinaus ist hier zu ergänzen, dass IT-Anwendungen in der Lage sind, Daten mithilfe von Algorithmen zu verarbeiten und darzustellen.

Um die vorgenommene Einordnung besser bewerten zu können, werden das MES und ERP-System genauer betrachtet. Ein ERP-System ist in der Lage, die Ressourcen der Produktion zu planen. Diese Daten würden daher in die ressourcenorientierte Sichtweise eingeordnet werden. Im Gegensatz dazu ist ein MES ein System, das durch seine direkte Anbindung an Produktionsmaschinen die Produktion in Echtzeit steuert und lenkt. MES erfasst kontinuierlich

Echtzeitdaten von Maschinen und Mitarbeitern, überwacht die Produktion auf dieser Grundlage und stellt eine direkte Verbindung zu allen verteilten Systemen in der Produktion her. Zudem tauschen MES und ERP-Systeme alle relevanten Daten aus und sind miteinander verbunden. Daten im MES lassen sich also ganz klar in die prozessorientierte Sichtweise einordnen. MES stellt die Vorgänge auf der Betriebsleiterebene technisch dar. Die Interaktionen können sowohl an den Schnittstellen zwischen Maschinen und Maschinen oder Maschinen und Netzwerken als auch an der Mensch-Maschine-Schnittstelle erfolgen. Auch diese Erkenntnis wurde durch die Gegenüberstellung in Tabelle 4 deutlich herausgearbeitet. Im Gegensatz dazu liegt der Fokus des ERP-Systems auf der Planung. Die Aktivitäten eines ERP-Systems lassen sich in die Verwaltung von Stammdaten und die Durchführung von Kerngeschäftsprozessen unterteilen. Die Verwaltung von Stammdaten ist dabei eine grundlegende Voraussetzung für die Durchführung operativer Geschäftsprozesse. Hierbei werden Daten benötigt, die von Mitarbeitern angelegt werden, wie z. B. Bestellungen, die Pflege von Kundenstammdaten oder Preislisten.

Durch die Analyse der Gegenüberstellung des Begriffsverständnisses zu dem Begriff Information wird die Notwendigkeit einer sowohl vertikalen als auch horizontalen Integration betont. Die Unterscheidung ist besonders wichtig, da der Informationsaustausch sowohl zwischen Menschen als auch zwischen Maschinen und zwischen Menschen und Maschinen stattfindet. Dies wurde auch in Tabelle 5 zur Charakteristik Empfänger ermittelt. IT-Anwendungen nutzen Algorithmen, um Daten aus verschiedenen Quellen zu kombinieren und somit die Grundlage für die Generierung aussagekräftiger Informationen zu schaffen.

Informationen werden als Ergebnis der Verarbeitung und Kontextualisierung von Daten verstanden, die zur Unterstützung der Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen und logistischen Abläufen dienen. Bei der Gegenüberstellung wurde die Charakteristik des Datenbezugs herausgearbeitet, worin gezeigt wird, dass die Kontextualisierung von Daten in allen betrachteten Domänen eine wichtige Rolle spielt und entsprechend auch den produktionslogistischen Einsatz sinnvoll ist. Die in Abschnitt 3.2 festgelegte Definition scheint zumindest die Einordnung des Begriffs der Information für den produktionslogistischen Einsatz gemäß der in Abschnitt 4.2 ermittelten Betrachtungsweise abzudecken.

Die Kontextualisierung und der Empfänger von Information haben sich hierin als besonders von Bedeutung herausgestellt. Die Betonung des Empfängers der Informationen und der unterschiedlichen Bedeutung, die Informationen für verschiedene Empfänger haben können, unterstützt ebenfalls die Definition. Informationen werden als subjektive Konstruktionen betrach-

tet, die in einem bestimmten Kontext für den Empfänger eine Bedeutung haben. Dies berücksichtigt die Tatsache, dass Informationen je nach den individuellen Kenntnissen und Zielen des Empfängers unterschiedlich interpretiert werden können.

Hierbei besteht ein Dilemma darin, dass der Übergang von Daten zu Informationen nicht immer eindeutig ist. Gerade der Informationsfluss wird durch eine Datenreihe weitergeleitet. Es ist ein kontinuierlicher Prozess, bei dem Daten schrittweise verarbeitet und interpretiert werden, um Bedeutung und Relevanz zu erlangen. Dies geschieht entlang der Wertschöpfungskette und des Informationsflusses kontinuierlich parallel. Durch die Einordnung in Abschnitt 4.2 können eine Reihe von Bedingungen für Informationen aufgestellt werden, die einer Definition im Kontext von IT-Anwendungen im produktionslogistischen Einsatz näherkommen könnten.

Die Bedingungen umfassen die Kontextualität, Relevanz und Nutzen, sowie die Analyse von Informationen. Kontextualität bedeutet, dass Informationen nicht isoliert betrachtet werden, sondern einen klaren Bezug zu den relevanten Prozessen haben. Darüber hinaus haben Informationen einen erkennbaren Nutzen und einen klaren Zweck. Sie dienen dazu, Entscheidungen zu treffen, Probleme zu lösen oder Prozesse zu optimieren (vgl. Tabelle 5).

Die Unterscheidung zwischen Daten und Informationen ist nicht immer absolut. In einigen Fällen können Daten bereits eine gewisse Bedeutung haben, ohne dass sie vollständig verarbeitet und kontextualisiert wurden. Die Interpretation und der Kontext können je nach den Bedürfnissen und Zielen der Entscheidungsträger variieren.

In realen Prozessanwendungen sind die Übergänge zwischen den Stufen der DIKW-Pyramide nicht immer klar. Der in Abschnitt 4.2 erkannte Wissensgewinn aus Informationen und auch die Transformation von Wissen in Weisheit sind komplexe Prozesse, die stark von individuellen Interpretationen, Erfahrungen und Kontext abhängen. Gerade in diesem Zusammenhang wird deutlich, dass die DIKW-Pyramide nicht direkt auf reale Prozesse angewandt werden kann. Es gibt keine klaren Trennlinien, an denen Daten zu Informationen oder Informationen zu Wissen werden.

Ein weiterer Faktor, der die direkte Anwendung der DIKW-Pyramide einschränkt, ist die Tatsache, dass Wissen und Weisheit stark von Erfahrung, Intuition und dem Verständnis komplexer Zusammenhänge abhängen. Dieses Wissen kann nicht immer direkt aus Informationen abgeleitet werden, sondern erfordert oft einen umfassenderen Kontext und persönliches Engagement.

Dennoch bleibt die DIKW-Pyramide ein nützliches Konzept, um den graduellen Aufbau von Wissen aus Daten zu illustrieren. Sie kann als theoretisches Modell dienen, um den Wert und die Bedeutung der Datenverarbeitung und Informationsbereitstellung in der Produktionslogistik zu verdeutlichen. Es ist jedoch wichtig zu erkennen, dass der tatsächliche Informationsfluss

und der Aufbau von Wissen in der Praxis komplexer und weniger linear sein können als das Modell der DIKW-Pyramide suggeriert.

Die Definition 3.3 betont, dass Wissen nicht einfach aus Informationen besteht, sondern durch das Vernetzen von Informationen entsteht. Das bedeutet, dass Informationen miteinander verknüpft werden müssen, um ein umfassendes Verständnis und einen Zusammenhang herzustellen. Auch an dieser Stelle ist bei der Gegenüberstellung, explizites Wissen in allen untersuchten Domänen festgestellt worden. Wissen ist also personengebunden. Jeder Mensch hat sein eigenes Wissen, das auf seinen individuellen Erfahrungen, Fähigkeiten und Lernprozessen basiert. Wissen kann jedoch auch zwischen Personen und Organisationen geteilt und übertragen werden, zum Beispiel durch Schulungen, Präsentationen oder Dokumentationen (siehe Abschnitt 4.3). Persönliche Erfahrungen spielen eine entscheidende Rolle bei der Wissensbildung. Durch das Einbeziehen individueller Erfahrungen in den Informationsfluss wird das Wissen bereichert und ermöglicht das Verständnis der Zusammenhänge von Ursache und Wirkung. Bei der Untersuchung der Modelle wurde auch bei der Wissenstreppe festgestellt, dass dies für den Übergang von der Stufe der Informationen zum Wissen zutrifft. Erfahrungen helfen dabei, Muster zu erkennen, Fehler zu vermeiden und fundiertere Entscheidungen zu treffen.

Die Unterscheidung zwischen Daten, Informationen und Wissen kann mitunter komplex sein. Ein Sensor liefert in der Regel rohe und unverarbeitete Messwerte, weshalb er oft als eine Datenquelle betrachtet wird. Allerdings können diese Daten auch als Informationen betrachtet werden, wenn sie in einen Kontext gestellt und interpretiert werden, um eine Bedeutung zu erlangen. Ein Beispiel hierfür ist ein Temperatursensor in einem Produktionsprozess. Er liefert Daten zur Temperatur, aber erst wenn diese Daten analysiert und in Bezug auf spezifische Produktionsstandards oder -anforderungen interpretiert werden, werden sie zu Informationen. Ähnlich verhält es sich mit Meetings. Meetings dienen häufig dem Austausch von Informationen, wie zum Beispiel Projektfortschritten, Plänen oder Entscheidungen. Gleichzeitig kann während eines Meetings auch Wissen vermittelt werden, indem Personen ihre Erfahrungen, Expertise und Erkenntnisse teilen. Das weitergegebene Wissen basiert oft auf bereits vorhandenen Informationen, wird jedoch durch den persönlichen Kontext und die Interpretation der Teilnehmer erweitert.

Aus der vorangeführten Diskussion können auch hier wieder Bedingungen vorgeschlagen werden. Bedingung für Wissen sind individuelle Erfahrungen, Fachkenntnisse und Expertise. Durch die Kombination dieser Faktoren entwickeln Personen ein tiefes Verständnis zu dem Wissen-Wie (vgl. Tabelle 6). Wissen ist also subjektiv und wird aktiv angewendet, um Probleme zu lösen und Entscheidungen zu treffen.

Während der Gegenüberstellung innerhalb der betrachteten Bereiche Unternehmensführung, Ingenieurwesen und Informatik stellte sich heraus, dass die Domänen teils ineinander übergehen und es auch Kombinationen der Fachrichtungen wie Informations- und Wissensmanagement oder Wirtschaftsinformatik gibt, die ebenfalls wiederum alle relevant für den Anwendungsfall sind. Die schlussendlich gewählten Domänen stellen eine gute Repräsentation im Kontext von IT-Anwendungen im produktionslogistischen Umfeld dar, da sie ebenfalls Teildisziplinen der Produktionslogistik umfassen. Allerdings könnten durch das ineinander Übergehen der Grenzen der einzelnen Domänen bedeutende Aspekte entstehen, die übersehen werden und somit eine Annäherung zu einer Definition erschweren.

Weiter noch erfolgte die Gegenüberstellung der Definitionsansätze mit dem Ziel die Begriffe Daten, Informationen und Wissen zu strukturieren. Dabei musste zwangsläufig eine Synthese von Definitionselementen aus verschiedenen Domänen entwickelt werden, wodurch möglicherweise eine vollständige Kongruenz nicht in allen Fällen erreicht werden konnte.

Aufgrund der umfangreichen Literatur wurde ein spezielles Auswahlverfahren angewendet, um eine repräsentative Stichprobe der Literatur zu selektieren. Bereits die Einschränkung der Literatur mit Hilfe des in Abschnitt 4.1 entwickelten Relevanzlevels im ersten Schritt der Vorbereitung zur Recherche, könnte einige andere wichtige Domänen ausgeschlossen haben. Zur Durchführung der aktiven Literaturrecherche wurde titelabhängig vorgegangen und die Suche abgebrochen, nachdem zehn nicht relevante Titel gefunden wurden. Hierbei ist durchaus möglich, dass relevante Literatur nicht erfasst wurde.

Die schließlich akzeptierten Literaturen sind nach der Volltextanalyse für die Synthese durch möglichst global formulierte Domänen kategorisiert worden. Die Zuordnung zu den Domänen erfolgte unter anderem durch den Abgleich mit den Fachdisziplinen der veröffentlichten Fachzeitschriften oder der Konferenzen, den fachlichen Hintergründen der Autoren und den behandelten Inhalten in den wissenschaftlichen Arbeiten selbst. Aufgrund von thematischen Überschneidungen war es in manchen Fällen erforderlich, eine Abwägung bei der Auswahl der Domänen vorzunehmen. Dabei wurde das Ziel verfolgt, möglichst allgemeine Domänen zu identifizieren, um eine sinnvolle Synthese zu ermöglichen. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass durch diese Vorgehensweise eine Forschungsarbeit einer unpassenden Domäne zugeordnet wurde.

Ein übergreifendes Ziel dieser Arbeit ist die Einordnung der verschiedenen Definitionsansätze für IT-Anwendungen in der Produktionslogistik. Dabei sind zwar Charakteristiken für jeden Begriff herausgearbeitet worden, die in Abschnitt 4.2 die eine weitergehende Erarbeitung hinsichtlich der Einordnung ermöglichen, jedoch sind diese in der tabellarischen Gegenüberstellung noch sehr detailliert aufgestellt oder bedienen sich sogar konkreten Beispielen. Durch eine solche Konkretisierung wird sich von der Entwicklung eines Ordnungsschemas für die

Definitionsansätze distanziert und es wäre hilfreicher ausweitbarere Charakteristiken zu entwickeln.

Ein übergeordnetes Ziel dieser Arbeit besteht darin, die verschiedenen Definitionsansätze für IT-Anwendungen in der Produktionslogistik einzuordnen. Dabei wurden bestimmte Charakteristiken für jeden Begriff identifiziert, wodurch die Homogenisierung im Rahmen dieser Arbeit und die weitergehende Erarbeitung hinsichtlich der Einordnung im Abschnitt 4.2 möglich war. Allerdings sind diese Charakteristiken in der tabellarischen Gegenüberstellung teilweise sehr spezifisch formuliert oder bedienen sich sogar konkreter Beispiele. Durch diese Konkretisierung wird jedoch die weitere Entwicklung eines allgemeinen Ordnungsschemas für die Definitionsansätze erschwert.

In der Arbeit wurde bewusst die Echtzeit-Charakteristik von Daten ausgeklammert, obwohl sie ein relevanter Aspekt zu sein scheint. Dieser Entschluss wurde getroffen, da nur wenige Forschungsarbeiten aus den untersuchten Domänen direkt die Bedeutung von Echtzeitdaten behandeln. Dennoch ist klar, dass gerade im Kontext der vierten industriellen Revolution Echtzeit entscheidend an Bedeutung zugenommen hat.

Da in den untersuchten Forschungsarbeiten Echtzeit selten explizit genannt wurde, ist es schwierig, eindeutige und konsistente Merkmale und Kriterien für deren Definitionselemente zu identifizieren.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die zunehmende Digitalisierung der Fertigungsindustrie hat einen signifikanten Einfluss auf die moderne Produktionslogistik, zudem schreitet die Entwicklung in der IKT rasant voran. Technologien wie Machine Learning und Data Mining treiben den Wandel in diesen Fachbereichen noch weiter voran und beeinflussen maßgeblich die Entscheidungsprozesse in realen Produktionsabläufen. In diesem Zusammenhang ist es von entscheidender Bedeutung, große Mengen an Daten effizient zu verwalten, nutzen und die daraus resultierenden Information sinnvoll strukturieren zu können, um die Generierung von neuem Wissen zu ermöglichen.

Trotz der Relevanz dieser Themen besteht jedoch in der Literatur keine einheitlich etablierte und konsistente Definition der Begriffe Daten, Informationen und Wissen für reale Prozessanwendungen. Die vorhandenen Definitionen sind häufig abstrakt formuliert und lassen Raum für unterschiedliche Interpretationen. Dies erschwert eine präzise Kommunikation und ein gemeinsames Verständnis, insbesondere bei der Entwicklung und dem Einsatz von IT-Anwendungen in der Produktionslogistik. Daher ist es von großem Interesse, eine eindeutige und umfassende Definition für diese Begriffe zu erarbeiten, die speziell auf die Anforderungen und Herausforderungen der Prozessanwendungen in der Produktionslogistik zugeschnitten ist.

Hauptziel dieser Arbeit ist es ein umfassendes Verständnis der Begriffe Daten, Informationen und Wissen zu entwickeln sowie eine mögliche Adaption in die Produktionslogistik zu erörtern. Um dieses Ziel zu erreichen, ist zunächst eine ausgeweitete Aufarbeitung der Definitionsansätze zu den genannten Begriffen erfolgt. Die unterschiedlichen Definitionen aus verschiedenem Fachgebiet wie der Informatik, dem Management und der Philosophie sind dabei detailliert aufgearbeitet worden. Diese Aufarbeitung bildete die Grundlage für das weitere Vorgehen, bei der durch eine Analyse der Definitionsansätze, diese über verschiedene Domänen synthetisiert wurde. Analog ist eine Übersicht der jeweiligen Modelle zu den Begriffen in Abschnitt 3.2 und 4.2 aufgestellt worden.

Als Vorbereitung für die Diskussion der Begriffe und ihrer Modelle ist eine systematische Literaturrecherche nach vom Brocke et al. (2009) durchgeführt worden. So konnten relevante Forschungsarbeiten und Artikel identifiziert werden. Um sicherzustellen, dass aussagekräftige und repräsentative Quellen in der Literaturrecherche berücksichtigt werden, wurden bestimmte Einschränkungen festgelegt. Diese Einschränkungen dienen dazu, die Auswahl der gefundenen Literatur auf relevante und qualitativ hochwertige Quellen einzuschränken. Die identifizierten Literaturquellen wurden anschließend sorgfältig analysiert und ausgewertet, wobei besonderes Augenmerk auf die Häufigkeit des Vorkommens und die Interpretation der Begriffe Da-

ten, Informationen und Wissen gelegt wurde. Auf Grundlage dieser Auseinandersetzung wurden bestimmte Domänen und schließlich Charakteristiken in Bezug auf die Produktionslogistik und IT-Anwendungen identifiziert, auf die sich die weitere Untersuchung fokussierte.

Die auf diese Weise eingeschränkten Ergebnisse der Literaturrecherche, wurden genutzt, um die Begriffe und deren Modelle tabellarisch gegenüberzustellen. Diese Gegenüberstellung ermöglicht es, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Definitionen und Modellen aufzuzeigen. Die näher betrachteten Modelle sind hierbei die Wissenstreppe, die DIKW-Pyramide und das SECI-Modell.

Auf Grundlage der Ergebnisse wurden somit versucht Daten, Information und Wissen für IT-Anwendungen in die Produktionslogistik einzuordnen. Es wurden mögliche Anwendungsgebiete und Potenziale für die praktische Umsetzung in Unternehmen und Organisationen diskutiert.

Aus dem Fazit ergibt sich, dass es notwendig ist, die Literaturrecherche auf eine größere Stichprobe auszuweiten. Dies ermöglicht eine umfassendere Untersuchung der unterschiedlichen Begriffsverständnisse, die sich durch die große Anzahl an Suchergebnissen in vielen verschiedenen Domänen bei der Literatursuche ergeben. Insbesondere sollte das Ziel verfolgt werden, die in dieser Arbeit noch allgemein gehaltenen Domänen der Unternehmensführung, Informatik und des Ingenieurwesens genauer zu betrachten und gegebenenfalls weiter zu spezifizieren, sodass Domänen auf Übergangsbereichen ebenfalls untersucht werden können.

In dieser Untersuchung wurden bestimmte Übergangsbereiche deutlich, die sowohl innerhalb der Domänen als auch im Verständnis der Begriffe selbst erkennbar waren. Ein mögliches Ziel wäre es, bei einer genaueren Untersuchung dieser Bereiche konkrete Kriterien aufzustellen, die auch eine Zuordnung in den entsprechenden Schwellenbereichen ermöglichen. Hierfür könnten konkrete Situationen oder gar Prozessanwendungen identifiziert und analysiert werden, in denen die Definitionsgrenzen zu verschwimmen scheinen. In dieser Arbeit wurde hierzu beispielsweise der Sensor als sowohl Datenquelle als auch Informationsquelle diskutiert und der Informationsfluss, der mit einem erforderlichen Datenfluss einhergeht, analysiert. Dabei ist wichtig zu beachten, inwieweit eine Unterscheidung der jeweiligen Anwendungsfällen tatsächlich sinnvoll ist.

Um sicherzustellen, dass die Interpretationsfähigkeit einer einzelnen Person die Forschungsergebnisse nicht beeinflusst, ist es interessant, eine erweiterte Literaturrecherche innerhalb einer Forschungsgruppe durchzuführen. Dabei könnte jeder Forscher für sich relevante Literatur sichten und Domänen definieren. Durch eine zusätzliche Gegenüberstellung der entwickelten Synthesen könnte die mögliche Verzerrung einer einzelnen Person herausgefiltert werden, wodurch ein realistischer nächster Schritt in Richtung der Entwicklung eines tatsächlichen Ordnungsschemas für die Begriffe Daten, Informationen und Wissen möglich wäre. Dieser

Ansatz würde helfen, Unsicherheiten bei der Identifikation globaler Domänen in Fällen, bei denen eine eindeutige Zuordnung schwierig ist, zu minimieren.

Literaturverzeichnis

- Aamodt, Agnar; Nygård, Mads (1995): Different roles and mutual dependencies of data, information, and knowledge — An AI perspective on their integration. In: *Data & Knowledge Engineering* 16 (3), S. 191–222. DOI: 10.1016/0169-023X(95)00017-M.
- Ackermann, Ulrike (2022): *Narrative Praktiken von Unternehmen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Ackoff, R. L. (1989): From Data to Wisdom. In: *Journal of Applied System Analysis* 16, S. 4–9.
- Alavi, Maryam; Leidner, Dorothy E. (2001): Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. In: *MIS Quarterly* 25 (1), S. 107. DOI: 10.2307/3250961.
- Arnold, Dieter; Furmans, Kai; Isermann, Heinz; Kuhn, Axel; Tempelmeier, Horst (2008): *Handbuch Logistik (VDI-Buch) (German Edition)*. 3rd ed. Dordrecht: Springer (VDI-Buch).
- Augustin, Siegfried (2018): Produktionslogistik. In: Reinhard Koether (Hg.): *Taschenbuch der Logistik*. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, S. 424–440.
- B. Ballsun-Stanton (2010): Asking about data: Experimental philosophy of Information Technology. In: 5th International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology. 5th International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology, S. 119–124.
- Bahssas, Dania Mahmoud; AlBar, Adnan Mustafa; Hoque, Md. Rakibul (2015): Enterprise Resource Planning (ERP) Systems: Design, Trends and Deployment. In: *ITMR* 5 (2), S. 72. DOI: 10.2991/ITMR.2015.5.2.2.
- Ballou, Ronald H. (2007): The evolution and future of logistics and supply chain management. In: *European Business Review* 19 (4), S. 332–348. DOI: 10.1108/09555340710760152.
- Balsliemke, Frank (2015): *Kostenorientierte Wertstromplanung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Baskarada, Sasa; Koronios, Andy (2013): Data, Information, Knowledge, Wisdom (DIKW): A Semiotic Theoretical and Empirical Exploration of the Hierarchy and its Quality Dimension. In: *AJIS* 18 (1). DOI: 10.3127/ajis.v18i1.748.
- Bauer, Jürgen (2014): *Produktionslogistik/Produktionssteuerung kompakt*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bauernhansl, Thomas; Hompel, Michael ten; Vogel-Heuser, Birgit (Hg.) (2014): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bodendorf, Freimut (2006): *Daten- und Wissensmanagement*. 2., aktualisierte und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer (Springer-Lehrbuch).
- Braganza, Ashley (2004): Rethinking the data-information-knowledge hierarchy: Towards a case-based model. In: *International Journal of Information Management* 24, S. 347–356. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2004.04.007.
- Brenner, Walter (1988): Grundlagen. In: H. R. Hansen, H. Krallmann, P. Mertens, A.-W. Scheer, D. Seibt, P. Stahlknecht et al. (Hg.): *Entwurf betrieblicher Datenelemente*, Bd. 28. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Betriebs- und Wirtschaftsinformatik), S. 3–25.
- Chantel Ridsdale; James Rothwell; Mike Smit; Michael Bliemel; Dean Irvine; Daniel Kelley et al. (2015): *Strategies and Best Practices for Data Literacy Education Knowledge Synthesis Report*.

- Cole, Charles (1993): Shannon revisited: Information in terms of uncertainty. In: *J. Am. Soc. Inf. Sci.* 44 (4), S. 204–211. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4571(199305)44:4<204::AID-ASI3>3.0.CO;2-4.
- Cooper, Harris M. (1988): Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. In: *Knowledge in Society* 1 (1), S. 104–126. DOI: 10.1007/BF03177550.
- Cooper, M. C.; Lambert, D. M.; Pagh, J. D. (1997): Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. In: *The International Journal of Logistics Management* 8. DOI: 10.1108/09574099710805556.
- Davenport, Thomas H.; Prusak, Laurence; Höhle, Helga (1999): Wenn Ihr Unternehmen wüsste, was es alles weiss. Das Praxisbuch zum Wissensmanagement : [aus Informationen Gewinne machen, verborgenes Potential entdecken, von internationalen Organisationen lernen]. [2. Aufl.]. Landsberg/Lech: Verlag moderne industrie.
- Denford, James S. (2013): Building knowledge: developing a knowledge-based dynamic capabilities typology. In: *Journal of Knowledge Management* 17 (2), S. 175–194. DOI: 10.1108/13673271311315150.
- Dienes, Zoltán; Berry, Dianne (1997): Implicit learning: Below the subjective threshold. In: *Psychonomic Bulletin & Review* 4 (1), S. 3–23. DOI: 10.3758/BF03210769.
- DIN 44300-9:1988-11, Informationsverarbeitung - Begriffe - Verarbeitungsabläufe, S. 2.
- Dippold, Rolf; Meier, Andreas; Schnider, Walter; Schwinn, Klaus (2005): Unternehmensweites Datenmanagement. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Eulgem, Stefan (1998): Die Nutzung des unternehmensinternen Wissens. Ein Beitrag aus der Perspektive der Wirtschaftsinformatik. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, New York, Paris, Wien: Lang (Europäische Hochschulschriften : Reihe 5, Volks- und Betriebswirtschaft, Bd. 2327).
- Fleckenstein, Mike; Fellows, Lorraine (2018): Data Quality. In: Mike Fleckenstein und Lorraine Fellows (Hg.): *Modern Data Strategy*. Cham: Springer International Publishing, S. 101–119.
- Floridi, Luciano (2005): The Ontological Interpretation of Informational Privacy. In: *Ethics and Information Technology* 7 (4), S. 185–200. DOI: 10.1007/s10676-006-0001-7.
- Frederik Möller; Markus Spiekermann; Anja Burmann; Heinrich Pettenpohl (2017): Bedeutung von Daten im Zeitalter der Digitalisierung. Unter Mitarbeit von Michael ten Hompel, Michael Henke und Uwe Clausen.
- Frické, Martin (2019): The Knowledge Pyramid: the DIKW Hierarchy. In: *KO* 46 (1), S. 33–46. DOI: 10.5771/0943-7444-2019-1-33.
- Gabler Wirtschaftslexikon (2018a): Definition Daten. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/daten-30636/version-254213> (abgerufen am 10.04.2023).
- Gabler Wirtschaftslexikon (2018b): Definition Information. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/information-40528/version-263909> (abgerufen am 10.04.2023).
- Ge, Mouzhi; Bangui, Hind; Buhnova, Barbora (2018): Big Data for Internet of Things: A Survey. In: *Future Generation Computer Systems* 87, S. 601–614. DOI: 10.1016/j.future.2018.04.053.
- Geisberger, Eva; Broy, Manfred (Hg.) (2012): *AgendaCPS. Integrierte Forschungsagenda cyber-physical systems*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg (Acatech-Studie, [1]).
- Goldhorn, Karl-Heinz; Heinz, Hans-Peter; Kraus, Margarita (2009): *Moderne mathematische Methoden der Physik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Gourlay, Stephen (2003): The SECI model of knowledge creation: Some empirical shortcomings. In: *4th European Conference on Knowledge Management*.
- Gröner, Lothar (1993): Produktionslogistik. In: Klaus-Jürgen Schmidt, Klaus Schützdeller, Lothar Gröner, Markus Venitz, Peter Zeilinger, Gerhard Skrowronek et al. (Hg.): *Logistik: Grundlagen, Konzepte, Realisierung*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, S. 54–89.
- Grzegorzewski, Przemyslaw; Kochanski, Andrzej (2019): From Data to Reasoning. In: Przemyslaw Grzegorzewski, Andrzej Kochanski und Janusz Kacprzyk (Hg.): *Soft Modeling in Industrial Manufacturing*, Bd. 183. Cham: Springer International Publishing (Studies in Systems, Decision and Control), S. 15–25.
- Günther, Hans-Otto (2009): *Produktion und Logistik*. 8., überarb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York, NY: Springer (Springer-Lehrbuch).
- Günther, Hans-Otto; Tempelmeier, Horst (2014): *Produktion und Logistik. Supply Chain und Operations Management*. 11., verb. Aufl. Norderstedt: Books on Demand.
- Gutenschwager, Kai; Rabe, Markus; Spieckermann, Sven; Wenzel, Sigrid (2017): *Simulation in Produktion und Logistik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hausladen, Iris (Hg.) (2016): *IT-gestützte Logistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Hildebrand, Knut (Hg.) (2008): *Daten- und Informationsqualität. Auf dem Weg zur Information excellence*. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner (Praxis).
- Hildebrand, Knut; Gebauer, Marcus; Mielke, Michael (Hg.) (2021): *Daten- und Informationsqualität*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Hjørland, Birger (2018): Library and Information Science (LIS), Part 1. In: *KO 45* (3), S. 232–254. DOI: 10.5771/0943-7444-2018-3-232.
- Hochkamp, Florian; Rabe, Markus (Hg.) (2022): *Outlier detection in data mining: Exclusion of errors or loss of information?* Epubli. Unter Mitarbeit von TUHH Universitätsbibliothek, Wolfgang Kersten, Carlos Jahn, Thorsten Blecker und Christian M. Ringle.
- Hompel, Michael ten; Mallée, Torsten; Heistermann, Frauke (2017): Digitalisierung in der Logistik. Antworten auf Fragen aus der Unternehmenspraxis. In: *Bundesvereinigung Logistik BVL*, S. 15.
- Katharina Schüller; Paulina Busch -; Carina Hindinger (2019): *Future Skills: Ein Framework für Data Literacy*.
- Knauer, Dirk (2015): Informationen und Informationsmanagement. In: Dirk Knauer (Hg.): *Act Big - Neue Ansätze für das Informationsmanagement: Informationsstrategie im Zeitalter von Big Data und digitaler Transformation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1–45.
- Kraemmerand, Pernille; Møller, Charles; Boer, Harry (2003): ERP implementation: An integrated process of radical change and continuous learning. In: *Production Planning & Control* 14 (4), S. 338–348. DOI: 10.1080/0953728031000117959.
- Krcmar, Helmut (2015): *Informationsmanagement*. 6., überarb. Aufl. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint; Springer Gabler.
- Krogh, Georg von; Nonaka, Ikujiro; Rechsteiner, Lise (2012): Leadership in Organizational Knowledge Creation: A Review and Framework. In: *Journal of Management Studies* 49 (1), S. 240–277. DOI: 10.1111/j.1467-6486.2010.00978.x.
- Laakso, Senja; Aro, Riikka; Heiskanen, Eva; Kaljonen, Minna (2021): Reconfigurations in sustainability transitions: a systematic and critical review. In: *Sustainability: Science, Practice and Policy* 17 (1), S. 15–31. DOI: 10.1080/15487733.2020.1836921.

- Lambert, Douglas M. (2010): Supply Chain Management – Processes, Partnerships, Performance. In: Robert Schönberger und Ralf Elbert (Hg.): Dimensionen der Logistik. Wiesbaden: Gabler, S. 553–572.
- Laudon, Kenneth C.; Laudon, Jane P. (2014): Management Information Systems ;Jane Laudon. Managing the digital firm. 13. ed. Harlow: Pearson.
- Laurini (2017): Geographic knowledge infrastructure. Applications to territorial intelligence and smart cities. Amsterdam: Elsevier.
- Leupold, Michael; Pirron, Jörg (2018): Die Zukunft der IT-Systemlandschaft. Von der Automatisierungspyramide zum Automatisierungsnetzwerk. In: *Jahrbuch Logistik 2018*, S. 172–176.
- Louis, Philipp (2009): Manufacturing Execution Systems.
- Malagon-Suarez, Camila Patricia; Orjuela-Castro, Javier Arturo (2023): Challenges and Trends of the logistics 4.0. In: *Ing.* 28 (Suppl), e18492. DOI: 10.14483/23448393.18492.
- Meier, Klaus-Jürgen; Pfeffer, Matthias (2022): Produktion und Logistik in der digitalen Transformation. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Mertens, Peter; Bodendorf, Freimut; König, Wolfgang; Schumann, Matthias; Hess, Thomas; Buxmann, Peter (2017): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Mieke, Christian; Nagel, Michael (2017): Produktion und Logistik. Die wichtigsten Methoden. 2., bearbeitete Auflage. Konstanz, München: UVK Verlagsgesellschaft mbH.
- Monden, Yasuhiro (2012): Toyota production system. An integrated approach to just-in-time. Second edition. London: Chapman & Hall.
- Naur, Peter (1966): The science of datalogy. In: *Commun. ACM* 9 (7), S. 485. DOI: 10.1145/365719.366510.
- Nonaka, Ikujiro (1994): A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. In: *Organization Science* 5 (1), S. 14–37. DOI: 10.1287/orsc.5.1.14.
- Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka (1995): The knowledge-creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation. New York: Oxford University Press.
- North, Klaus (2011): Wissensorientierte Unternehmensführung. Wiesbaden: Gabler.
- O. Rusu; I. Halcu; O. Grigoriu; G. Neculoiu; V. Sandulescu; M. Marinescu; V. Marinescu (2013): Converting unstructured and semi-structured data into knowledge. In: 2013 11th RoEduNet International Conference. 2013 11th RoEduNet International Conference, S. 1–4.
- Piro, Andrea; Gebauer, Marcus (2021): Definition von Datenarten zur konsistenten Kommunikation im Unternehmen. In: Knut Hildebrand, Marcus Gebauer und Michael Mielke (Hg.): Daten- und Informationsqualität. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 143–156.
- Polanyi, Michael (1967, 1966): The tacit dimension. Garden City, N.Y.: Anchor Books (A Doubleday Anchor book, A540).
- Pritchard, Duncan (2014): What is this thing called knowledge? Third edition. London, New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Probst, Gilbert; Raub, Stefan; Romhardt, Kai (2006): Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 5., überarb. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Rehäuser, Jakob; Krcmar, Helmut (1996): Wissensmanagement im Unternehmen. In: Georg Schreyögg und Peter Conrad (Hg.): Wissensmanagement: De Gruyter, S. 1–40.
- Reichert, Ramón (Hg.) (2014, 2014): Big Data. Analysen zum digitalen Wandel von Wissen, Macht und Ökonomie. Bielefeld: Transcript (Digitale Gesellschaft).

- Reinsel, David; Gantz, John; Rydning, John (2017): Data age 2025: The evolution of data to life-critical. In: *Don't Focus on Big Data 2*.
- Röhner, Jessica; Schütz, Astrid (2016): Klassische Kommunikationsmodelle. In: Jessica Röhner und Astrid Schütz (Hg.): *Psychologie der Kommunikation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 19–38.
- Rönick, Katharina; Röhm, Benjamin; Bausch, Phillip; Anderl, Reiner; Metternich, Joachim (2020): Digitale Informationsbereitstellung in der Produktion. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 115 (6), S. 438–441. DOI: 10.3139/104.112372.
- Roth, Armin (2016): *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Rowe, Frantz (2014): What literature review is not: diversity, boundaries and recommendations. In: *European Journal of Information Systems* 23 (3), S. 241–255. DOI: 10.1057/ejis.2014.7.
- Rowley, Jennifer (2007): The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. In: *Journal of Information Science* 33 (2), S. 163–180. DOI: 10.1177/0165551506070706.
- Ryle, Gilbert (2009): *The Concept of Mind*: Routledge.
- Salheiser, Axel (2019): Natürliche Daten: Dokumente. In: Nina Baur und Jörg Blasius (Hg.): *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1119–1134.
- Scheer, August-Wilhelm; Boczanski, Manfred; Muth, Michael; Schmitz, Willi-Gerd; Segelbacher, Uwe (2006): *Prozessorientiertes Product Lifecycle Management*. [Online-ausg.]. Berlin [u.a.]: Springer.
- Schenk, Michael (2015): *Produktion und Logistik mit Zukunft*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schuh, Günther; Stich, Volker (2012): *Produktionsplanung und -steuerung 1*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Shannon, C. E. (1948): A Mathematical Theory of Communication. In: *Bell System Technical Journal* 27 (3), S. 379–423. DOI: 10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x.
- Silva, Yasin N.; Almeida, Isadora; Queiroz, Michell (2016): SQL. In: Carl Alphonse, Jodi Tims, Michael Caspersen und Stephen Edwards (Hg.): *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education. SIGCSE '16: The 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education*. Memphis Tennessee USA, 02 03 2016 05 03 2016. New York, NY, USA: ACM, S. 413–418.
- Simon, W. (2013): Blick in die Zukunft: Industrie 4.0. In: *Industrial Engineering* 2, S. 38–40.
- Sousa, Nuno; Costa, Carlos J.; Aparicio, Manuela (2013): IO-SECI. In: Carlos J. Costa und Manuela Aparicio (Hg.): *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication. OSDOC '13: Workshop Open Source and Design Of Communication*. Lisbon Portugal, 11 07 2013 11 07 2013. New York, NY, USA: ACM, S. 9–17.
- Steven, Marion (2007): *Handbuch produktion. Theorie - managementlogistik - controlling*. [Place of publication not identified]: Kohlhammer Verlag.
- Tao, Fei; Cheng, Jiangfeng; Qi, Qinglin; Zhang, Meng; Zhang, He; Sui, Fangyuan (2018): Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data. In: *Int J Adv Manuf Technol* 94 (9-12), S. 3563–3576. DOI: 10.1007/s00170-017-0233-1.
- Turban, E.; Volonino, L.; Wood, G. R. (2012): *Information Technology for Management: Advancing Sustainable, Profitable Business Growth*, 9th Edition: Wiley Global Education. Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=uUQcAAAQBAJ>.

VDI/VDE-GMA (2013): Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation, S. 2–4.

vom Brocke, Jan; Simons, Alexander; Niehaves, Björn; Riemer, Kai; Plattfaut, Ralf; Cleven, Anne (2009): Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. In: <http://www.alexandria.unisg.ch/Publikationen/67910>.

Ward, John; Peppard, Joe (2011): Strategic planning for information systems. 3. ed., repr. Chichester, Weinheim: Wiley (Wiley series in information systems).

Wei Choo, Chun; Correa Drummond de Alvarenga Neto, Rivadávia (2010): Beyond the ba: managing enabling contexts in knowledge organizations. In: *Journal of Knowledge Management* 14 (4), S. 592–610. DOI: 10.1108/13673271011059545.

Wilson, Robin; Campbell-Kelly, Martin (2020): Computing: The 1940s and 1950s. In: *Math Intelligencer* 42 (4), S. 92. DOI: 10.1007/s00283-020-10009-x.

Wittmann (1959): Unternehmung und Unvollkommene Information: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Wolfgang Benn; Oliver Langer (2003): Semistrukturierte Datenmodelle und XML. In: Web & Datenbanken.

Yao, Wei; Chen, Jin; Hu, Jue; Wu, Yang (2012): Diagnosis for Nonaka: The critique of SECI theory. In: 2012 International Symposium on Management of Technology (ISMOT). 2012 International Symposium on Management of Technology (ISMOT). Hangzhou, Zhejiang, China, 08.11.2012 - 09.11.2012: IEEE, S. 417–420.

Zeleny, Milan (1987): Management support systems: Towards integrated knowledge management. In: *HSM* 7 (1), S. 59–70. DOI: 10.3233/HSM-1987-7108.

Zins, Chaim (2007): Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge. In: *J. Am. Soc. Inf. Sci.* 58 (4), S. 479–493. DOI: 10.1002/asi.20508.

Anhang: Ergebnisse der Literaturrecherche

Tabelle 8: Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche

Jahr	Autor	Titel	Domäne	D-I-W Bezug
2017	Robert Laurini	Knowledge Representation	Informatik	Wissen
19991	Donald C. Mattes	Data or information management: strategic distinctions	Unternehmensführung, Informatik	Daten, Information, Wissen
2012	Terje Aven	A conceptual framework for linking risk and the elements of the data-information-knowledge-wisdom (DIKW) hierarchy	Ingenieurwesen, Mathematik	Daten, Information, Wissen
1993	Robert M. Hayes	Measurement of information	Unternehmensführung, Informatik	Fakt, Daten, Repräsentation, Information, Wissen
2023	Gary Marchionini	Information and data sciences: Context, units of analysis, meaning, and human impact	Informatik	Daten, Information, Wissen, Datenwissenschaft, Informationswissenschaft
2001	Minsoo Shin, Tony Holden, Ruth A. Schmidt	From knowledge theory to management practice: towards an integrated approach	Informatik	Wissen
2010	Chun Wei Choo, Rivadávia Correa Drummond de Alvarenga Neto	Beyond the ba: managing enabling contexts in knowledge organizations	Unternehmensführung	Information, Wissen
1997	A. W. Court	The Relationship Between Information and Personal Knowledge in New Product Development	Ingenieurwesen	Daten, Information, Wissen, persönliches Wissen
2010	Gashaw Kebede	Knowledge management: An information science perspective	Informatik	Informationswissenschaft

2006	Ahmed Bufardi, Paul Folan, Dimitris Kiritsis, Paul Xirouchakis	Transformation of product field data into knowledge	Ingenieurwesen	Daten, Information, Wissen
2013	Octavian Rusu	Converting unstructured and semi-structured data into knowledge	Ingenieurwesen, Informatik	Daten, Information, Wissen
2014	Kenneth C. Laudon, Jane P. Laudon	Management Information Systems	Unternehmensführung	Information, Wissen
2014	Jianhui Chen, Jianhua Ma, Ning Zhong, Yiyu Yao, Jiming Liu, Runhe Huang, Wenbin Li, Zhis-heng Huang, Yang Gao, Jianping Cao	Wisdom as a service	Informatik	Daten, Information, Wissen
2017	Murray E. Jennex	Big Data, the Internet of Things, and the Revised Knowledge Pyramid	Wirtschaft, Informatik	Daten, Information, Wissen
1987	F. N. Teskey	Enriched knowledge representation for information retrieval	Informatik	Information
2013	Nuno Sousa, Carlos J. Costa, Manuela Aparicio	IO-SECI: A Conceptual Model for Knowledge Management	Unternehmensführung	Information, Wissen

2013	Murray E. Jennex, Summer E. Bartczak	A revised knowledge pyramid	Wirtschaft, Informatik	Daten, Information, Wissen
2007	Jennifer Rowley	The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy	Informatik	Daten, Information, Wissen
2019	Jeff Allen, Malak Khader, Amy Rossellini	Investigating Wisdom: Call for Research	Informatik	Wissen
2006	Jennifer Rowley	What do we need to know about wisdom?	Informatik	Wissen
2006	Jennifer Rowley	Where is the wisdom that we have lost in knowledge?	Informatik	Wissen, Weisheit
2013	Saša Baškara, Andy Koronios	Data, information, knowledge, wisdom (DIKW): A semiotic theoretical and empirical exploration of the hierarchy and its quality dimension	Philosophie, Informatik	Daten, Information, Wissen
2019	Przemyslaw Grzegorzewski, Andrzej Kochanski	From Data to Reasoning	Informatik	Daten, Information, Wissen
2009	Martin Frické	The knowledge pyramid: A critique of the DIKW hierarchy	Informatik	Daten, Information, Wissen
2023	Pussadee Nonthacumjane, Jan Michael Nolin	Four typologies for understanding local information	Informatik	Information
1993	Charles Cole	Shannon Revisited: Information in Terms of Uncertainty	Informatik	Information

2009	Jennifer Rowley, Frances Slack	Conceptions of wisdom	Informatik	Wissen, Weisheit
2012	Georg von Krogh, Ikujiro Nonaka, Lise Rechsteiner	Leadership in Organizational Knowledge Creation: A Review and Framework	Unternehmensführung	Wissen
1997	Martin Frické	Information using likeness measures	Philosophie	Information
2016	Boris Boasancic	Information in the knowledge acquisition process	Sozialwissenschaften	Daten, Information, Wissen
2021	Israa Mahmood, Hasanen Abdullah	WisdomModel: convert data into wisdom	Informatik	Daten, Information, Wissen
2022	Maria Jakubik, Peeter Mürsepp	From knowledge to wisdom: will wisdom management replace knowledge management?	Unternehmensführung	Wissen, Weisheit
2012	Theodore J. Randles, Christopher D. Blades, Adam Fadlalla	The knowledge spectrum	Unternehmensführung	Wissen
2018	Xiaogang Ma	Data-Information-Knowledge-Action Model	Informatik	Daten, Information, Wissen
2018	Klaus North, Ronald Maier	Wissen 4.0 – Wissensmanagement im digitalen Wandel	Wirtschaft, Informatik	Wissen
2015	Chantel Ridsdale, James Rothwell, Mike Smit, Michael Bliemeel, Dean Irvine, Dan E. Kelly, Stan	Strategies and Best Practices for Data Literacy Education Knowledge Synthesis Report	Sozialwissenschaften	Daten

	S. Matwin, Brad Wuetherick, Hossam Ali- Hassan			
1999	Thomas H. Davenport, Laurence Prusak	Working Knowledge: How Or- ganizations Manage What They Know	Unternehmens- führung	Daten, Information, Wissen
1989	R. Ackoff	From Data to Wisdom	Wirtschaft, Philo- sophie	Daten, Information, Wissen
2006	Luciano Flo- ridi	The Ontological Interpretation of Informational Privacy	Philosophie	Information
2007	Chaim Zins	Conceptual Approaches for De- fining Data, Information, and Knowledge	Wirtschaft, Philo- sophie	Daten, Information, Wissen
2010	Gilbert Probst, Ste- fan Raub, Kai Rom- hardt	Wissen managen: Wie Unter- nehmen ihre wertvollste Res- source optimal nutzen	Unternehmens- führung	Wissen
1999	Ikka Tuomi	Data is More Than Knowledge	Unternehmens- führung	Information, Wissen
1995	Ikujiro Nonaka, Hi- rotaka Takeuchi	The knowledge-creating com- pany. How Japanese companies create the dynamics of innova- tion	Unternehmens- führung	Wissen
1994	Ikujiro Nonaka	A Dynamic Theory of Organiza- tional Knowledge Creation	Unternehmens- führung	Wissen
1997	Charles T. Meadow, Weijing Yuan	Measuring the impact of infor- mation: Defining the concepts	Informatik	Information, Wissen

2017	Birger Hjørland	Library and Information Science (LIS)	Informatik	Information, Wissen
2004	Max Boisot, Agustí Canals	Data, information and knowledge: have we got it right?	Philosophie	Daten, Information, Wissen
1998	Ikujiro Nonaka, Noboru Konno	The Concept of "Ba": Building a foundation for knowledge creation	Unternehmensführung	Wissen
2005	Rolf Dippold, Andreas Meier, Walter Schnider, Klaus Schwinn	Unternehmensweites Datenmanagement	Ingenieurwesen, Informatik	Daten, Information, Wissen
2004	Ashley Braganza	Rethinking the data-information-knowledge hierarchy: Towards a case-based model	Unternehmensführung	Daten, Information, Wissen
2022	M. El Alaoui, S. Rabah, V. Chapurlat, V. Richet, R. Plana	An original Data, Information and Knowledge management approach for model-based engineering projects	Ingenieurwesen, Informatik	Daten, Information, Wissen