

# Technische Hochschule Ingolstadt

**Fakultät: Institut für Akademische Weiterbildung (IAW)  
Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen (B. Eng.)**

## **Bachelorarbeit**

### **Cloud-Computing im Mittelstand –**

### **Digitale Supply-Chain-Management-Prozesse**

Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Engineering (B. Eng.)

Vorgelegt von

**Lucas Manfred Stage**  
(00086541)

ausgegeben am: 08.09.2020

abgegeben am: 21.01.2021

Erstprüfer: Prof. Dr. rer. pol. Andreas Jattke

Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Axel Groha

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	4
Tabellenverzeichnis .....	4
Abkürzungsverzeichnis .....	5
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1 Problemstellung .....	6
1.2 Zielsetzung .....	8
1.3 Aufbau der Arbeit .....	8
<b>2 Cloud-Computing .....</b>	<b>10</b>
2.1 Begriffsdefinition .....	10
2.2 Geschichtliche Entwicklung des Cloud-Computings .....	11
2.3 Status quo Analyse der Nutzerzunahme im Cloud-Computing .....	12
2.4 Technologiemerkmale von Cloud-Computing .....	14
2.5 Serviceebenen einer Cloud .....	16
2.5.1 Software as a Service (SaaS) .....	16
2.5.2 Platform as a Service (PaaS) .....	16
2.5.3 Infrastructure as a Service (IaaS) .....	17
2.6 Dynamische Bereitstellungsmodelle einer Cloud .....	17
2.6.1 Private Cloud .....	17
2.6.2 Public Cloud .....	17
2.6.3 Community Cloud .....	18
2.6.4 Kombinierte Cloud-Modelle (Hybrid Cloud) .....	18
2.7 Informationssicherheit und Datenschutz .....	18
2.8 Chancen und Herausforderungen des Cloud-Computings .....	20
<b>3 Digitales Supply-Chain-Management (SCM) .....</b>	<b>22</b>
3.1 Geschichtliche Entwicklung des allgemeinen Supply-Chain-Managements .....	22
3.2 Status quo des Supply-Chain-Managements .....	24

3.2.1 Bullwhip-Effekt .....	28
3.2.2 Grafische Darstellung des Bullwhip-Effekts .....	30
3.3 Ziele durch Digitalisierung einer Supply-Chain.....	32
3.4 Veränderte Geschäftsprozesse – Entwicklung des Material-Requirements-Planning zum digitalen Supply-Chain-Netzwerk .....	33
3.4.1 Unternehmenskooperationen als Bestandteil zukunftsfähiger Supply-Chain-Netzwerke .....	36
3.4.2 Ziele, Chancen und Risiken von Kooperationen.....	37
3.5 Technologiemix im digitalen Supply-Chain-Netzwerk 4.0 .....	38
<b>4 Digitales Supply-Chain-Management (SCM) in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU).....</b>	<b>40</b>
4.1 Definition von KMU .....	40
4.2 Besonderheiten der KMU .....	41
4.3 Wirtschaftliche Bedeutung der KMU in der deutschen Wirtschaft .....	42
4.4 Anforderungen von KMU an cloudbasierte Supply-Chain-Management-Prozesse.....	43
4.4.1 Spezifische Anforderungen von KMU an die Cloud in SCM-Prozessen .....	45
4.4.2 Spezifische Anforderungen von KMU an SCM-Software aus der Cloud .....	46
4.5 SWOT-Analyse einer cloudbasierten Supply-Chain-Management-Lösung für kleine und mittelständische Unternehmen .....	47
<b>5 Zusammenfassung.....</b>	<b>50</b>
5.1 Zusammenfassung der Arbeit .....	50
5.2 Empfehlungen für zukünftige Forschung .....	51
Literaturverzeichnis .....	52

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geschichtliche Meilensteine im Cloud-Computing, .....	12
Abbildung 2: Cloud-Computing – Nutzeranalyse, .....	13
Abbildung 3: Google-Trendanalyse – Suchbegriff ‚Cloud-Computing‘, .....	14
Abbildung 4: Technologiemerkmale von Cloud-Computing, .....	15
Abbildung 5: Drei Serviceebenen einer Cloud, .....	16
Abbildung 6: Entwicklung der Logistik, .....	23
Abbildung 7: Flussorientierte Darstellung einer unternehmensübergreifenden Supply-Chain, .....	25
Abbildung 8: SCM-Aufgabenmodell, .....	26
Abbildung 9: Burbidge-Effekt, .....	29
Abbildung 10: Nachfrageverstärkung durch Informationsdefizite, .....	29
Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung des Bullwhip-Effekts, .....	30
Abbildung 12: Zeitstempelanalyse des Bullwhip-Effekts, .....	31
Abbildung 13: Vertikale und horizontale Kooperationsstrategien, .....	36
Abbildung 14: Grundmodell einer SWOT-Analyse, .....	47

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Aufgaben von Logistik & SCM, .....	24
Tabelle 2: Chancen und Risiken einer Kooperation, .....	37
Tabelle 3: Größenklasseneinteilung von KMU, .....	41
Tabelle 4: SWOT-Analyse einer cloudbasierten SCM-Lösung für KMU, .....	48
Tabelle 5: SWOT-Matrix, .....	49

## Abkürzungsverzeichnis

APS .....	Advanced Planning Systems
ERP .....	Enterprise Ressource Planning
HGB .....	Handelsgesetzbuch
IaaS .....	Infrastructur as a Service
IoT .....	Internet der Dinge
KfW .....	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KI .....	Künstliche Intelligenz
KMU .....	kleine und mittelständische Unternehmen
MRP .....	Material Requirements Planning
MRP II .....	Manufacturing Ressource Planning
PaaS .....	Plattform as a Service
PPS .....	Produktionsplanung und -steuerung
SaaS .....	Software as a Service
SCM .....	Supply Chain Management
S-W-O-T .....	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

# 1 Einleitung

Im Folgenden Kapitel wird die Problemstellung dieser Bachelorarbeit vorgestellt. Dies soll einen ersten Eindruck geben und die Motivation erkennen lassen. Aus der Problemstellung wird die Zielsetzung entwickelt. Abgeschlossen wird das Kapitel mit einem Überblick über den inhaltlichen Aufbau der Arbeit.

## 1.1 Problemstellung

Der aktuell weltweite Lockdown, ausgelöst durch die Covid-19-Pandemie, führt bei vielen Unternehmen zu einem Umdenken ihrer Digitalisierungsstrategie. Bitkom-Präsident Achim Berg ist der Meinung, „je digitaler ein Unternehmen, desto besser kommt es durch die aktuelle Krise“ [Bitkom Research 2020].

Laut der Bitkom Research [2020] verfügen zwar zirka 75 % aller Unternehmen über eine Digitalisierungsstrategie, dennoch sind viele Unternehmen von Geschäftsschließungen, Umsatzeinbrüchen und unsicheren Geschäftsaussichten betroffen, vor allem kleine und mittelständische Unternehmen (KMU).

In einer repräsentativen Befragung der KfW [2020] wird von zirka 2,2 Millionen betroffenen Unternehmen in Deutschland ausgegangen, die mit den wirtschaftlichen Folgen der Covid-19-Pandemie zu kämpfen haben. Zudem wird geschätzt, dass deutsche KMU im März 2020 Umsatzeinbußen in der Höhe von zirka 75 Milliarden Euro verzeichneten.

Aufgrund dieser Situation fokussieren sich immer mehr Unternehmen auf die Digitalisierung. Ein weiteres Indiz für die Dringlichkeit liefert der Digitalisierungsindex. Im weltweiten Vergleich der digitalen Wettbewerbsfähigkeit ist Deutschland auf Platz 18. Die USA, Singapur und Dänemark belegen die Top-3-Platzierungen [vgl. WirtschaftsWoche 2020].

Die Digitalisierung ist allgegenwärtig. Aktuelle Trends zeigen, dass sowohl Unternehmen, Organisationen als auch Privatpersonen ihre Aktivitäten zunehmend in die digitale Welt verlagern [vgl. Reinheimer 2018, S. 18].

Ein Bestandteil bei vielen dieser Aktivitäten stellt das Cloud-Computing dar. Hierbei können Nutzer/-innen durch elektronischen Zugriff auf IT-Infrastrukturen, Plattformen und Anwendungen zugreifen. Benötigt werden nur ein Internetzugang und ein geeignetes Endgerät [vgl. Baun 2011, S. 2].

Führende Analysten vertreten die Meinung, dass Cloud-Computing, neben Blockchain und 5G-Mobilfunk zu den Top-5-Trends der Informationstechnologie gehört [vgl. Münzl et al. 2015, S. 1]. Auch im Hollywood-Blockbuster „Sextape“ spielte sie eine zentrale Rolle [vgl. Lindner, Niebler und Wenzel 2020, S. 2].

Die Cloud zählt zu den Schlüsseltechnologien für die Vernetzung in modernen Geschäftsprozessen und die Verschmelzung von cyber-physikalischen Systemen [vgl. Becker und Ulrich 2017, S. 9]. Sie ist damit wesentlich für die Umsetzung der Industrie 4.0.

Wirtschaftliche Entwicklungen und der Einsatz informationstechnischer Innovationen tragen dazu bei, dass sich immer mehr Unternehmen mit dem Thema Vernetzung beschäftigen. Durch die zunehmende Globalisierung und den stetig wachsenden Wettbewerbsdruck, setzen Unternehmen vermehrt auf digitale Supply-Chain-Management(SCM)-Prozesse [vgl. Poppe 2016, S. 1].

Wo in der Vergangenheit starre Prozesse und Lösungen für unternehmensübergreifende Vorgänge zum Einsatz kamen, sind nun innovative, agile und flexible Lösungen gefragt, um den aktuellen Anforderungen moderner SCM-Prozesse gerecht zu werden [vgl. Stölzle 2012, S. 147]. Diesbezüglich ist ein Umdenken in den Unternehmen erforderlich. Die Cloud kann hierbei ein bedeutender Schlüssel sein, um Unternehmen auf zukünftige Anforderungen im SCM vorzubereiten.

In der komplexen Welt der Gegenwart und im Wandel der Zeit müssen bestehende Supply-Chain-Strukturen an diese neuen Anforderungen und Bedürfnisse angepasst sowie weiterentwickelt werden. Gefragt sind innovative, agile und flexible Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Erst dadurch werden funktionierende Supply-Chain-Netzwerke aus kooperierenden Partnern ermöglicht.

Die Unternehmen und deren Entscheider stehen vor einem Dilemma. Die steigende Komplexität im SCM und der eingeschlossenen Lieferketten, die immer komplexer werden, kürzere Lebenszyklen der Produkte, unternehmensübergreifende Kooperationen die eine neue Arbeitsweisen erfordern, und weitere Faktoren erfordern von Unternehmen ein Handeln. Dennoch zögern viele mittelständische Unternehmen davor, ihre Daten und Geschäftsprozesse in eine Cloud zu transferieren. Mangelnde technologische Fachkenntnisse, Sicherheitsbedenken durch Datenschutzverletzungen, der Verlust nicht ersetzbarer Daten und die fehlende Möglichkeit zur Prüfung eines regelkonformen IT-Betriebs (Compliance) sind nur einige Gründe für die Zurückhaltung, zudem fehlende einheitliche

Datenschutzgesetze, der intransparente Datensicherungs- und Speicherprozess sowie das ungewisse Preisgefüge über einen längeren Zeitraum als auch Zweifel an der permanenten Verfügbarkeit und ausreichenden Performance von Cloud-Lösungen bestärken bestehende Vorbehalte [vgl. Barton 2014, S. 47].

Analysiert man die vorangegangenen Pro- und Contra Aspekte für Cloud-Computing, ergibt sich die Fragestellung, ob diese Technologie eine Alternative zu On-Premise Lösungen für den Einsatz in Supply-Chain-Prozessen bei KMU darstellt. Zur Erarbeitung der Ergebnisse wurden Literaturrecherchen in Fachzeitschriften, Fachliteratur sowie Internetquellen und ausgewählten Publikationen durchgeführt.

## 1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Literaturarbeit ist es, den Einsatz einer Cloud-Lösung in Supply-Chain-Prozessen bei KMU näher zu betrachten. Dazu wurden neben dem Hauptziel zwei Nebenziele definiert.

Erstes Nebenziel ist es, die Frage ‚Was ist Cloud-Computing?‘ zu beantworten. Der Fokus liegt auf der geschichtlichen Entwicklung, den technischen Aspekten sowie den Formen des Cloud-Computings.

Im zweiten Nebenziel wird das digitale SCM betrachtet, ausgehend von dessen Grundlagen. Zudem werden die Auswirkungen der Digitalisierung durch den Einsatz einer Cloud im SCM beschrieben.

Abschließend werden die gesammelten Erkenntnisse auf die Anforderungen von KMU angewendet und ihre Bedeutung sowie deren Folgen dargestellt.

## 1.3 Aufbau der Arbeit

Kapitel 1 dieser Bachelorarbeit führt an die aktuelle Problemstellung heran. Dies soll einen ersten Einblick geben und die Motivation dieser Arbeit erkennen lassen. Aus der Problemstellung wurde die Zielsetzung dieser Arbeit entwickelt. Abgeschlossen wird Kapitel 1 mit einem Überblick über den Aufbau dieser Arbeit.

In Kapitel 2 wird anhand einer Ist-Analyse die aktuelle Cloud-Computing-Technologie analysiert und beschrieben. Hierin wird der Begriff ‚Cloud-Computing‘ definiert und die



geschichtliche Entwicklung dargestellt. Das zunehmende Interesse an dieser Technologie wird durch den Status quo ermittelt. Folgend werden Technologiemerkmale, Serviceebenen und Bereitstellungsmodelle sowie Einblicke in den Informations- und Datenschutz einer Cloud präsentiert. Abschließend werden Chancen und Herausforderungen von Cloud-Computing für KMU erarbeitet und vorgestellt.

In Kapitel 3 ‚Digitales Supply-Chain-Management (SCM)‘ wird der Fokus auf digitale SCM-Prozesse gelegt und es werden deren Grundlagen erarbeitet. Der ermittelte Status quo spiegelt den aktuellen Stand wieder und gibt Einblicke in verschiedene Managementansätze einer Supply-Chain. Die Entstehung und die Auswirkungen des Bullwhip-Effektes bilden einen weiteren Punkt in diesem Kapitel. Anschließend werden die Zielsetzungen durch die Digitalisierung einer Supply-Chain betrachtet und die damit verbundenen Veränderungen von Geschäftsprozessen aufgezeigt. Beachtung findet dabei die Kooperation mit anderen Unternehmen. Dieses Kapitel endet mit einer Übersicht über verschiedene Technologien, die im direkten Verbund mit der Entwicklung von Supply-Chain-Netzwerken 4.0 stehen.

Kapitel 4 fasst die gewonnenen Erkenntnisse zusammen und appliziert diese auf die Anforderungen von KMU. Um eine einheitliche Sichtweise zu erzeugen, wurde im ersten Schritt der Begriff KMU anhand von qualitativen und quantitativen Merkmalen definiert. Im zweiten Schritt wurden die Besonderheiten von KMU erarbeitet und deren wirtschaftliche Bedeutung hervorgehoben. Auf dieser Basis wurden allgemeine Anforderungen von KMU an eine cloudbasierte Software für SCM aufgezeigt. Um den Detailgrad der Betrachtung zu erhöhen, wurden zudem spezifische Anforderungen an die Cloud und die SCM-Software erhoben. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit einer SWOT-Analyse, die unternehmensinterne Stärken und Schwächen zu externen Einflüssen, d. h. Chancen und Risiken, in Bezug setzt.

Kapitel 5 bildet die Zusammenfassung dieser Arbeit. Hier werden alle gewonnenen Ergebnisse kritisch betrachtet und es wird ein Resümee gezogen. Zudem gibt der Autor eine Empfehlung für zukünftigen Forschungsbedarf.

## 2 Cloud-Computing

Im nachfolgenden Abschnitt wird das Cloud-Computing näher analysiert und beschrieben. Hierzu wird der Begriff ‚Cloud-Computing‘ definiert und die geschichtliche Entwicklung dargestellt. Das zunehmende Interesse an dieser Technologie wird durch den Status quo ermittelt. Die Technologiemerkmale, Serviceebenen und Bereitstellungsmodelle sowie Einblicke in den Informations- und Datenschutz einer Cloud werden präsentiert. Abschließend werden Chancen und Herausforderungen von Cloud-Computing erarbeitet und vorgestellt.

### 2.1 Begriffsdefinition

Trotz der fortschrittlichen Technologie, die stetig durch industrielle Großunternehmen, zum Beispiel Microsoft, Amazon oder SAP [vgl. Baun 2011, S. 43], in ihrer Entwicklung vorangetrieben wird, gibt es keine einheitliche Definition für den Begriff Cloud-Computing. Daher finden sich in der Literatur verschiedene Definitionen zur begrifflichen Einordnung. Im Folgenden wird die Definition der amerikanischen Bundesbehörde ‚National Institute of Standards and Technology (NIST)‘ und des deutschen ‚Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik‘ vorgestellt. Ausschlaggebend für die Auswahl dieser Definitionen ist ihr offizieller Charakter.

#### **Definition in Anlehnung an das National Institute of Standards and Technology (NIST)**

Cloud-Computing ist ein Modell für den allgegenwärtigen, bequemen nachfrageunabhängigen Netzwerkzugriff auf einen gemeinsam genutzten Pool konfigurierbarer Computerressourcen (z. B. Netzwerke, Server, Speichersysteme, Anwendungen und Dienste), die schnell und mit minimalem Managementaufwand und geringer Serviceprovider-Interaktion zur Verfügung gestellt werden können [vgl. Mell und Grance 2011, S. 2].

#### **Definition nach dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik**

„Cloud-Computing bezeichnet das dynamisch an den Bedarf angepasste Anbieten, Nutzen und Abrechnen von IT-Dienstleistungen über ein Netz. Angebot und Nutzung dieser Dienstleistungen erfolgen dabei ausschließlich über definierte technische Schnittstellen und Protokolle. Die Spannweite der im Rahmen von Cloud-Computing angebotenen Dienstleistungen umfasst das komplette Spektrum der Informationstechnik und beinhaltet unter anderem Infrastruktur (z. B. Rechenleistung, Speicherplatz), Plattformen und Software [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik o. J.]“.

Im Gegensatz dazu geben Lindner, Niebler und Wenzel [2020] eine allgemeinere Definition. Sie beschreiben das Cloud-Computing grundlegend als die Vernetzung von Computersystemen zur Bereitstellung und Nutzung von IT-Ressourcen durch das Internet [S. 7].

Maßgeblich für den weiteren Verlauf dieser Bachelorarbeit ist die Definition nach dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Sie legt die gebotene Spannbreite der Technologie dar und vereint alle wesentlichen Merkmale, welche in der Definition des NIST nur teilweise zum Ausdruck kommen. Die Definition von Lindner, Niebler und Wenzel stellt eine verallgemeinerte Form dar, die weder die dynamische noch die bedarfsgerechte Bereitstellung von IT-Ressourcen berücksichtigen und sich damit nur bedingt zur Beschreibung von Cloud-Computing eignet.

## 2.2 Geschichtliche Entwicklung des Cloud-Computings

Erste Ansatzpunkte zum Cloud-Computing lassen sich laut Szer [2014] bis in die 1960er Jahre zurückverfolgen [S. 49]. Basierend auf Erkenntnissen der industriellen Revolution wurde der Grundgedanke der zentralen Bereitstellung von Ressourcen entwickelt und auf das aktuelle Cloud-Computing appliziert [vgl. Cloud-EcoSystem o. J.]. Ausgangspunkt der Überlegungen war es, die Energieerzeugung an einem Ort zu zentralisieren und in Abhängigkeit der Erfordernisse Energie zentral bereitzustellen. Hierdurch wurden der Ort der Erzeugung und der Ort der Nutzung voneinander entkoppelt.

Diese Infrastruktur kann z. B. mit Strom-Kraftwerken verglichen werden. Strom wird zentral im Kraftwerk erzeugt und je nach Bedarf über das Stromnetz an die Endverbraucher verteilt. Cloud-Computing baut auf diesen Überlegungen der zentralen Bereitstellung von Ressourcen auf, konnte jedoch in den 1960er Jahren technisch nicht realisiert werden.

Erst durch die Einführung von in Serie produzierten Mikroprozessoren durch die Firma Intel im Jahr 1971 [vgl. Intel Corporation 2020] und den öffentlichen Zugang zum World Wide Web im Jahr 1993 [vgl. European Organization for Nuclear Research o. J.] wurden die technologischen Grundlagen zur Umsetzung von Cloud-Computing geschaffen. Im wissenschaftlichen Kontext trat Cloud-Computing erstmals im Jahr 1997 durch Ramnath Chelappe auf [vgl. Szer 2014, S. 49].

Durch den beginnenden Ausbau einer flächendeckenden Breitband-Internetverbindung zur Jahrtausendwende wurden auch die benötigten IT-Infrastrukturen geschaffen, die essenziell für das Cloud-Computing sind [vgl. Frank, Schumacher und Tamm 2019].

Seitdem wurde das Serviceangebot für Cloud-Lösungen immer weiter ausgebaut und durch zahlreiche technische Neuerungen erweitert. Zudem rückte die neue Technologie in den Fokus von Großunternehmen wie Amazon, Google, Oracle, IBM und Yahoo [vgl. Lindner Niebler und Wenzel 2020, S. 11].

Zur Verdeutlichung werden die genannten Meilensteine in Abbildung 1 entlang einer Zeitachse angeordnet.

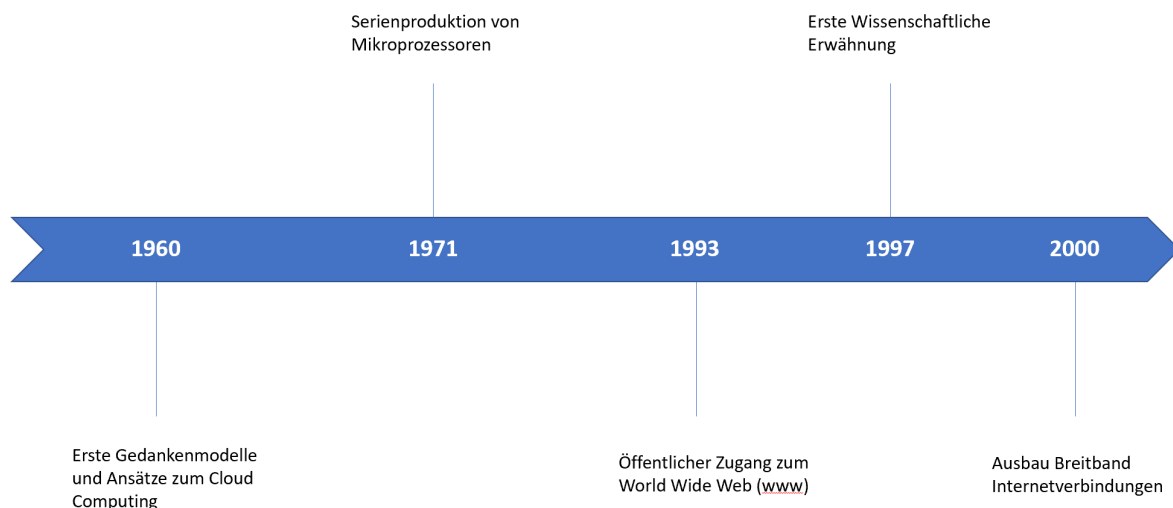


Abbildung 1: Geschichtliche Meilensteine im Cloud-Computing [Eigene Darstellung]

### 2.3 Status quo Analyse der Nutzerzunahme im Cloud-Computing

Die IT-Landschaft verändert sich. So war es bis zur Jahrtausendwende üblich, dass Unternehmen ihre IT-Infrastruktur als On-Premise-Lösungen nutzen. Hierzu mussten die benötigte Hardware sowie Software und ein geeigneter IT-Support in die Unternehmen integriert werden [vgl. Barton 2014, S. 42].

Die Cloud stellt eine Alternative zu On-Premise-Lösungen dar und ermöglicht den Bezug der IT-Ressourcen über das Internet, ohne diese besitzen zu müssen [vgl. Barton 2014, S. 44].

Nach einer Studie der Bitkom Research GmbH nehmen die Nutzerzahlen im Cloud-Computing jährlich kontinuierlich zu. War es im Jahr 2015 ein Nutzeranteil von 54 %, stieg dieser bis 2019 auf 76 % an [vgl. Pols und Heidkamp 2020]. Die prozentuale Zunahme betrug 22 %.

In Abbildung 2 sind der zunehmende Nutzeranteil und das gestiegene Interesse an dieser Technologie visualisiert. Der Anteil der Studienteilnehmer, die den Einsatz der Technologie planen beziehungsweise diskutieren, hat sich nur marginal verändert. Eine deutliche Abnahme wird bei den Studienteilnehmern verzeichnet, für die Cloud-Computing keine Rolle spielt.

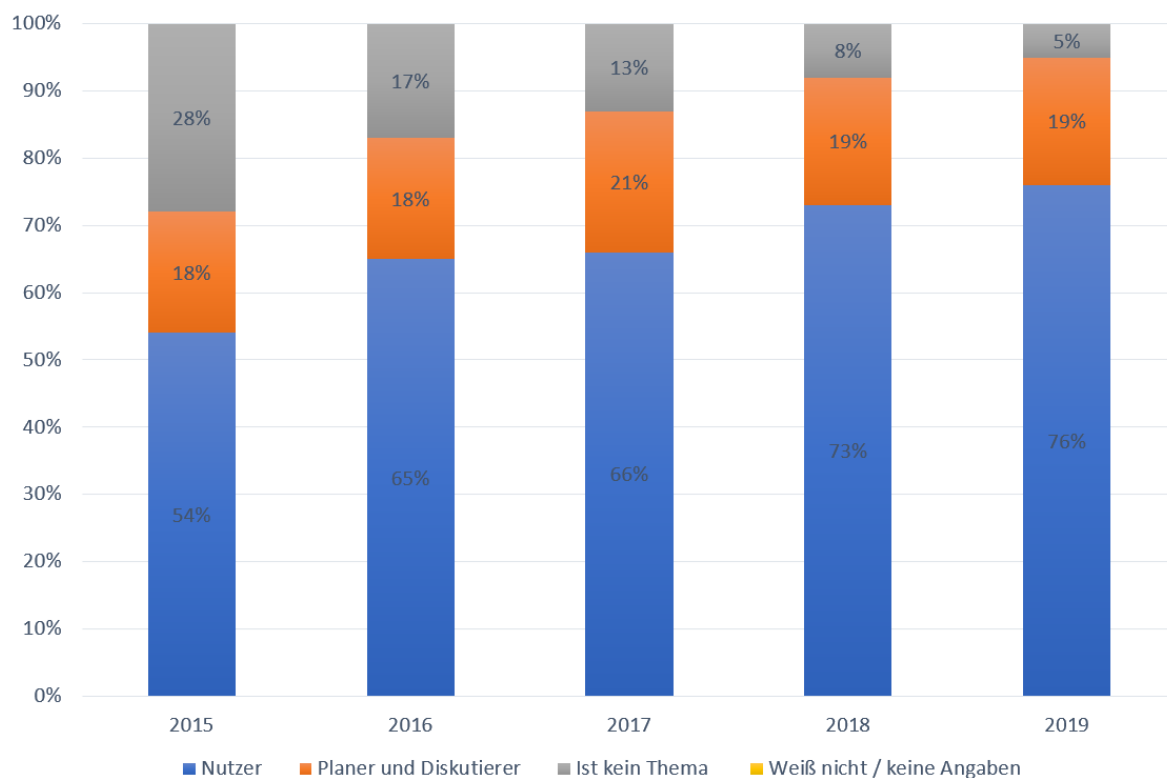


Abbildung 2: Cloud-Computing – Nutzeranalyse, Quelle: In Anlehnung an [Pols und Heidkamp 2020]

Als weiteren Indikator für das zunehmende Interesse an Cloud-Computing lässt sich die Google-Trendanalyse in Abbildung 3 heranziehen. In dieser zeigt sich eine deutliche Zunahme der Suchanfragen und ein damit verbundenes Interesse an Cloud-Computing [vgl. Google Trends 2020]. Die Werteskala beschreibt die Beliebtheit des Suchbegriffs ‚Cloud-Computing‘.

Der Wert 100 steht für die höchste Beliebtheit dieses Suchbegriffs, der Wert 50 bedeutet, dass der Suchbegriff nur halb so beliebt ist.



Abbildung 3: Google-Trendanalyse – Suchbegriff ‚Cloud-Computing‘, Quelle: In Anlehnung an [Google Trends 2020]

## 2.4 Technologiemerkmale von Cloud-Computing

Das Cloud-Computing ist durch spezifische Merkmale, die eine Abgrenzung zu anderen Technologien ermöglichen, gekennzeichnet. Die Definition nach Mell und Grance [2011] beschreibt Parameter wie die bedarfsgerechte Nutzung von Breitbandnetzwerk-Zugriff, Zusammenlegung von Ressourcen, Ressourcenanpassung und kontinuierliche Überwachung der Dienste als charakteristisch für das Cloud-Computing.

Im Folgenden werden die zuvor genannten Parameter von Mell und Grance [2011] im Detail beschrieben:

### ➤ **Nutzung durch bedarfsgerechten Zugriff**

Die Nutzung auf Abruf und nach Bedarf ermöglicht es dem Anwender, Serviceangebote wie Rechenleistung, Speicherplatz oder Software, durch automatisierte Prozesse ohne weitere Handlungen durch den Cloud-Anbieter zu beziehen. Die Bereitstellung geschieht auf Knopfdruck und der Umfang der genutzten Ressourcen kann variabel vom Anwender selbst bestimmt werden.

### ➤ **Breitbandnetzwerk-Zugriff**

Der Zugang zu Cloud-Services erfolgt über Breitbandnetzwerke (Internet) und kann durch eine Vielzahl von Endgeräten (z. B. Computer, Tablets, Mobiltelefone) verwendet werden.

➤ **Zusammenlegung von Ressourcen**

Durch die Verwendung der Multi-Tenancy-Architektur ist es dem Cloud-Service-Anbieter möglich, gebündelte Ressourcen parallel mehreren Kunden zur Verfügung zu stellen. Die Ressourcen können sowohl physischer als auch virtueller Natur sein. Sie werden dynamisch angepasst und durch Schutzmechanismen isoliert bereitgestellt. Dadurch wird eine Vermischung der Daten verschiedener Nutzer verhindert.

➤ **Ressourcenanpassung**

Die Skalierbarkeit ermöglicht es dem Nutzer, je nach Bedarf den in Anspruch genommenen Serviceumfang dynamisch zu erweitern oder zu reduzieren. Cloud-Service-Anbieter nutzen hierfür vermehrt automatisierte Prozesse, die die Ressourcensteuerung übernehmen. Durch die Prozessautomatisierung und die dynamisierte Bereitstellung entsteht der Eindruck, dass die verfügbaren Ressourcen in ihrer Menge nahezu unbegrenzt zur Verfügung stehen.

➤ **Überwachung der Dienste**

Die Verwendung bestehender Ressourcen wird durch den Cloud-Service-Anbieter fortlaufend überwacht, sowie der reale Verbrauch kontinuierlich gemessen und analysiert. Der Nutzer erhält hierdurch transparenten Zugriff auf die tatsächlich in Anspruch genommenen Ressourcen und die damit verbundenen Kosten.

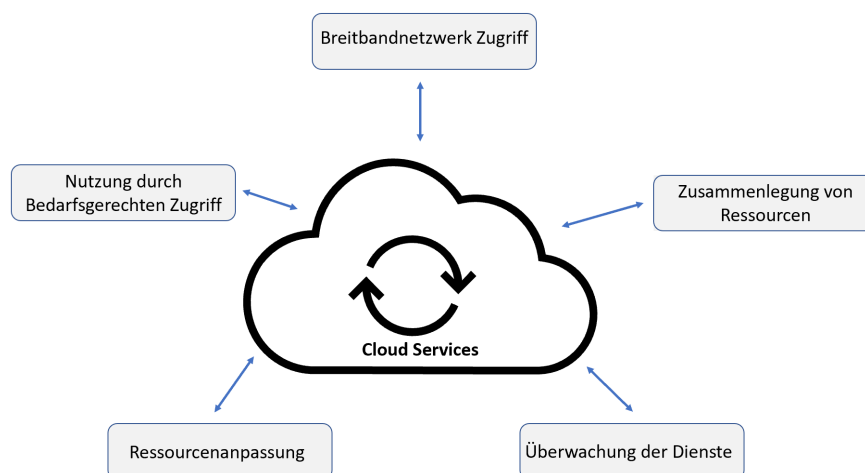


Abbildung 4: Technologiemerkmale von Cloud-Computing, Quelle: In Anlehnung an [Stines 2012]

## 2.5 Serviceebenen einer Cloud

Die Serviceebenen einer Cloud lassen sich in drei Stufen klassifizieren. Unterschieden wird zwischen der Bereitstellung von Software, den Plattformen und den Infrastrukturen über die Cloud. Die in Abbildung 5 dargestellte Unterteilung gilt laut Barton [2014] als „allgemein akzeptiertes Modell“ [S. 44] für Cloud-Serviceebenen.

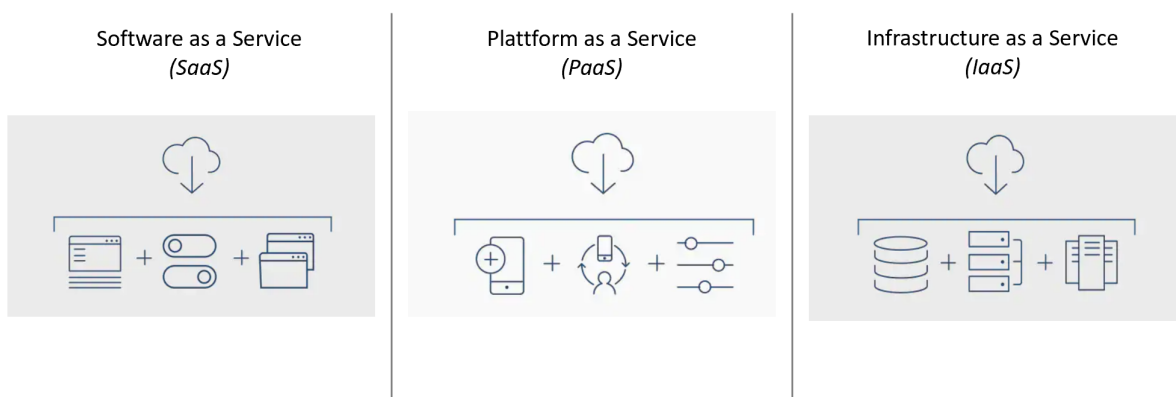


Abbildung 5: Drei Serviceebenen einer Cloud, Quelle: In Anlehnung an [IBM Deutschland 2020]

Im Folgenden werden die drei Serviceebenen einer Cloud näher beschrieben. Hierfür wurde auf die Definition des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik zurückgegriffen [vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik o. J.].

### 2.5.1 Software as a Service (SaaS)

Das SaaS-Modell basiert auf dem Grundsatz, dass dem Kunden Softwareanwendungen über eine Cloud zur Verfügung gestellt werden. Der Kunde kann diese über Thin-Client- oder Programmschnittstellen erreichen und nutzen. Die Administration der im Hintergrund liegenden Cloud-Infrastruktur entfällt für den Kunde und gehört zum Aufgabenspektrum der Dienstanbieter.

### 2.5.2 Plattform as a Service (PaaS)

PaaS ist eine vollständige Entwicklungs- und Bereitstellungsumgebung von Programmierungen und Programmlaufzeit innerhalb der Cloud. Das Angebot richtet sich vor allem an Softwareentwickler [vgl. Lindner, Niebler und Wenzel 2020, S. 14] oder junge Unternehmen, die ohne eigene IT-Infrastruktur Softwareprodukte entwickeln und testen wollen



[vgl. Riwozki 2017, S. 12]. Über die Cloud werden alle benötigten Programmiersprachen, Programmbibliotheken, Dienststanwendungen und Werkzeuge bereitgestellt.

### 2.5.3 Infrastructure as a Service (IaaS)

IaaS stellt Hardware-Ressourcen in virtualisierter Form zur Verfügung. Diese Ebene ist als ‚virtuelles Rechenzentrum‘ vorstellbar, in dem alle benötigten Komponenten enthalten sind, z. B. Netzwerke, Speicherkapazitäten, Server, Rechenleistung, Tools zur Verarbeitung von Daten sowie andere essenzielle Computerressourcen. Durch die Bereitstellung können Kunden ihre eigenen Betriebssysteme oder Anwendungen auf den Infrastrukturen installieren und verwalten.

## 2.6 Dynamische Bereitstellungsmodelle einer Cloud

Die Art einer Cloud lässt sich durch ihr Bereitstellungsmodell identifizieren. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik verweist hierbei auf die Definition durch das NIST. Gemäß der Definition werden vier Modelle einer Cloud unterschieden, die sich jeweils durch ihre spezifischen Eigenschaften voneinander abgrenzen. Hierzu zählen die Private und die Public Cloud sowie kombinierte Modelle in Form einer Community oder Hybrid Cloud. Dabei bestimmen der Einsatzzweck und die daraus resultierenden Anforderungen die Auswahl des geeigneten Modells [vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik o. J.].

### 2.6.1 Private Cloud

Die Private Cloud wird oft für einen unternehmensinternen Gebrauch eingesetzt [vgl. Lindner, Niebler und Wenzel 2020, S. 15]. Im Gegensatz zu anderen Cloud-Modellen ist die Private Cloud nicht öffentlich über das Internet erreichbar oder zugänglich, sondern auf das jeweilige Unternehmen und die darin autorisierten Mitgliedern beschränkt. Durch den individuellen Typus und die erhöhte Zugangsbarriere steigt die Datensicherheit und gibt den Unternehmen mehr gestalterischen Freiraum in der jeweiligen Auslegung ihrer unternehmerischen Compliance (Einhaltung von Gesetzen und Richtlinien) [vgl. Labes 2012, S. 16–17].

### 2.6.2 Public Cloud

Die Public Cloud wird durch ihren öffentlichen Zugang charakterisiert [vgl. Lenk 2014, S. 46], infolgedessen ist deren Service damit nicht an exklusive Nutzer gerichtet wie bei einer Private Cloud. Sie besteht aus einem „vernetzten Pool aus Rechenressourcen“ [IONOS Digitalguide 2019]. Erreichbar sind die Dienste aus dem öffentlichen Internet. Die Nutzer teilen sich die zur

Verfügung gestellten Ressourcen. Das Datenmaterial der Nutzer wird unter Verwendung von Multi-Tenancy (Mandantenfähigkeit) durch physische Grenzen voneinander isoliert [vgl. IT-daily 2018].

### 2.6.3 Community Cloud

Community Clouds bieten einen Raum für Unternehmen, die die gleichen Interessen verfolgen [vgl. Labes 2012, S. 17]. Die Unternehmen innerhalb der Community teilen sich die gleiche Cloud-Plattform [vgl. Lindner, Niebler und Wenzel 2020, S. 16]. Das Anwendungsszenario kann beispielhaft der unternehmensübergreifenden Projektarbeit oder als Arbeitsplattform für SCM dienen. Hierbei können sich Hersteller und Zulieferer des gleichen Endkunden zu einer Community zusammenschließen und sich Daten sowie IT-Infrastruktur innerhalb der Community-Cloud teilen.

### 2.6.4 Kombinierte Cloud-Modelle (Hybrid Cloud)

Hybride Cloud-Strukturen setzen sich aus einer Private und einer Public Cloud zusammen [vgl. Lindner, Niebler und Wenzel 2020, S. 16]. Die Kombination beider ergibt die Hybrid Cloud. Ziel dieser Mischform ist es, die Vorteile der beiden Cloud-Modelle in einem gemeinsamen Konzept zu vereinen. Sicherheits- und Datenschutzbestimmungen erfüllen die gleichen Bedingungen wie in einer Private Cloud, dennoch sind eine hohe Skalierbarkeit und kostengünstige Modelle wie in einer Public Cloud umsetzbar [vgl. Labes 2012, S. 17].

## 2.7 Informationssicherheit und Datenschutz

Unternehmen, die eine Cloud einsetzen möchten, müssen verifizieren welche Cloud-Lösung ihre Ansprüche erfüllt und den größtmöglichen Nutzen für ihr Unternehmen bietet. Aufgrund der Vielzahl von Cloud-Anbietern, deren angebotenen Produkten und Dienstleistungen sowie der unterschiedlichen Einsatzgebiete der Endnutzer gibt es keine allgemein gültige Antwort. Die jeweiligen Angebote müssen durch den Cloud-Nutzer analysiert und geprüft werden. Grundlage bieten aktuelle gesetzliche Bestimmungen und die unternehmenseigene Compliance.

Als Orientierungshilfe wurden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie [2012] folgende Anforderungen an eine Cloud definiert [S. 5–8]. Hierbei steht die sichere und zuverlässige Nutzung der Cloud-Dienste im Fokus.

➤ **Rechtskonformität**

Die Cloud-Nutzung muss den aktuellen lokalen, nationalen und internationalen geltenden gesetzlichen Bestimmungen sowie den unternehmensinternen Verhaltensregeln und Prinzipien entsprechen. Der Nutzer ist für die Einhaltung der Rechtskonformität verantwortlich.

➤ **Datenschutz**

Datenschutzrechtliche Anforderungen entstehen durch Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten. Der Datenschutz wird durch die Datenschutzbestimmungen der EU (EU-DSGVO) und des Bundes (BDSG) einheitlich geregelt [vgl. Europäische Union 2016]. Daraus ergibt sich eine Sorgfaltspflicht für die Anwender einer Cloud. Diese müssen alle Möglichkeiten ihres Unternehmens ausschöpfen, um den Datenschutz zu gewährleisten, z. B. Informationspflicht, sorgfältige Auswahl der Service-Anbieter, geografische Standortauswahl der Service-Anbieter und daraus resultierende länderspezifische Datenschutz-Anforderungen. Es ist sicherzustellen, dass alle für den Anwender geltenden datenschutzrechtlichen Anforderungen durch den Cloud-Service-Anbieter erfüllt sind.

➤ **Informationssicherheit**

Die Informationssicherheit schützt Daten vor dem Missbrauch durch Dritte. Ziel ist es, eine Manipulation durch Verfälschung, Zerstörung oder gesetzeswidrige Weitergabe der im Unternehmen genutzten Daten zu verhindern und die Originalität der Daten jederzeit zu sichern. In einer Cloud sind vor allem der Datenverkehr zwischen Dienst-Anbieter und -Nutzer sowie generierte Daten aus der Nutzung der Cloud schützenswert.

➤ **Portabilität**

Die Portabilität von Cloud-Service-Angeboten beschreibt die Fähigkeit, Cloud-Lösungen zu verschiedenen Anbietern und Standorten zu transferieren. Eine gute Portabilität ist gegeben, wenn die Migration der Cloud-Lösung ohne erhebliche Integrationsprobleme beim neuen Anbieter zu realisieren ist. Die Cloud-Portabilität wird zudem durch den Grad der Interoperabilität positiv beeinflusst. Eine hohe Interoperabilität erhöht die Portabilität einer Cloud-Lösung.

➤ **Interoperabilität**

Die Interoperabilität ist eine Größe für das Zusammenspiel der Cloud mit anderen IT-Diensten. Dabei ist die Kooperation über offene Schnittstellen und Standards entscheidend für den reibungslosen Datenaustausch. Durch eine hohe Interoperabilität gewährleistet die Cloud eine problemlose Integration in bestehende Geschäftsprozesse und kann im Verbund mit anderen Cloud-Lösungen und IT-Implementierungen betrieben werden.

## 2.8 Chancen und Herausforderungen des Cloud-Computings

Durch den Einsatz von Cloud-Computing-Technologien stehen Unternehmen vielfältigen Chancen und Herausforderungen gegenüber, die es zu bewältigen gilt.

Der Einsatz von Cloud-Computing revolutioniert die kommerzielle Nutzung von IT-Ressourcen und bietet neue Möglichkeiten, diverse IT-Ressourcen ortsunabhängig zur Verfügung zu stellen [vgl. Münzl, Pauly und Reti 2015, S. 18].

Da jedes Unternehmen spezifische Anforderungen an die Technologie hat und der Grad der Digitalisierung sich unterscheidet, sind auch die daraus resultierenden Chancen und Herausforderungen unternehmensspezifisch.

Für Unternehmen, die bisher keine oder nur wenig Kontaktpunkte mit dem Thema Digitalisierung hatten, können durch das Cloud-Computing die bestehende IT-Infrastruktur, die Prozesse und die Arbeitsmodelle digitalisiert werden.

Unternehmen, die im Prozess der Digitalisierung fortgeschritten sind, können diese durch den Einsatz von Cloud-Computing auf ein neues Level heben und weiter ausbauen.

Beim Vergleich der Angebote von Microsoft Azure [vgl. Microsoft Corporation 2021] und Amazon AWS [vgl. Amazon Web Services 2021] lassen sich vielfältige Chancen ableiten. Die Anbieter werben mit unkomplizierter Nutzung der Dienste, erhöhter Flexibilität, Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Skalierbarkeit und Leistungsfähigkeit der Serviceangebote.

Durch die Nutzung internetbasierter IT-Ressourcen sinkt der Bedarf an eigenen physikalischen Ressourcen und damit verbundenen Investitions- sowie Standortkosten.

Durch die Zentralisierung der IT ist es möglich, die Performance zu steigern. Einzelne, schwach ausgelastete Server werden auf zentral gesteuerte Systeme transferiert, die eine höhere Leistungsfähigkeit aufweisen.

Durch die Reduzierung der benötigten IT-Ressourcen lassen sich die Kosten für den Betrieb und die Klimatisierung solcher Systeme senken [vgl. Labes 2012, S. 25]. Die niedrigeren Betriebskosten wirken sich positiv auf die Energiebilanz der IT-Infrastruktur aus. Zudem lässt sich der IT-Umfang flexibel und bedarfsgerecht mit wenigen Mausklicks an die jeweiligen Erfordernisse der Unternehmen anpassen [vgl. Münzl, Pauly und Reti 2015, S. 19].

Durch die globale Skalierung können Unternehmen die benötigten IT-Ressourcen unabhängig von ihrem geografischen Standort, bedarfsgerecht zur Verfügung stellen [vgl. Labes 2012, S. 24] und zudem ihre IT-Performance steigern. Cloud-Computing-Anbieter aktualisieren regelmäßig ihre Computing-Software und ersetzen diese durch leistungsstärkere und effizientere Lösungen – sofern diese verfügbar sind.

Da Cloud-Computing eine Schlüsseltechnologie bei der Digitalisierung im Mittelstand darstellt, können sich hieraus Innovationsmöglichkeiten für die Unternehmen ergeben, z. B. neue Arbeitsmodelle oder veränderte Produktionsprozesse, die sich mittels Cloud-Computing realisieren lassen.

Neben den genannten Chancen bestehen auch Herausforderungen. Der Einsatz von Cloud-Computing muss geplant und systematisch umgesetzt werden. Durch unkontrollierte und ungesteuerte Nutzung können Risiken in Form von Insellösungen entstehen [vgl. Münzl, Pauly und Reti 2015, S. 20]. Auch die strengen Sicherheits- und Datenschutzbestimmungen verursachen teilweise Probleme bei der Migration von Anwendungen in eine Cloud. Zudem fehlt oft das benötigte Fachwissen zur rechtlichen und sicherheitstechnischen Fragestellungen [vgl. Münzl, Pauly und Reti 2015, S. 20].

## 3 Digitales Supply-Chain-Management (SCM)

Im folgenden Kapitel wird der Fokus auf digitale SCM-Prozesse gelegt und es werden deren Grundlagen erarbeitet. Hierfür wird die geschichtliche Entwicklung dargestellt und der Status quo ermittelt. Die Entstehung und die Auswirkungen des Bullwhip-Effektes bilden einen weiteren Punkt in diesem Kapitel. Anschließend werden die Zielsetzungen durch die Digitalisierung einer Supply-Chain betrachtet und Veränderungen von Geschäftsprozessen aufgezeigt. Beachtung findet dabei die Kooperation mit anderen Unternehmen. Dieses Kapitel endet mit einer Übersicht über verschiedene Technologien, die im direkten Verbund mit der Entwicklung von Supply-Chain-Netzwerken 4.0 stehen.

### 3.1 Geschichtliche Entwicklung des allgemeinen Supply-Chain-Managements

Das SCM hat seinen Ursprung in der Logistik [vgl. Weber 2012a, S. 3]. Daher bilden logistische Überlegungen die Grundlage für aktuelle SCM-Ansätze.

Logistik wird durch das Council of Supply Chain Management Professionals [o. J.] wie folgt beschrieben:

Logistikmanagement ist ein Teil des Lieferkettenmanagements, der die effiziente und effektive Weiterleitung von Waren plant, implementiert und steuert. Auch der Fluss und die Lagerung von Gütern, Dienstleistungen und zugehörigen Informationen zwischen dem Ursprungs- und dem Verbrauchsort und umkehrt, sind Teil des Logistikmanagements.

Um die Entwicklung zu verdeutlichen, werden im Folgenden die Entwicklungsstufen der Logistik vorgestellt und daraus SCM-Ansätze abgeleitet.

In Abbildung 6 ist die Entwicklung der Logistik in vier Entwicklungsschritten aufgezeigt [vgl. Weber 2012a, S. 4]:

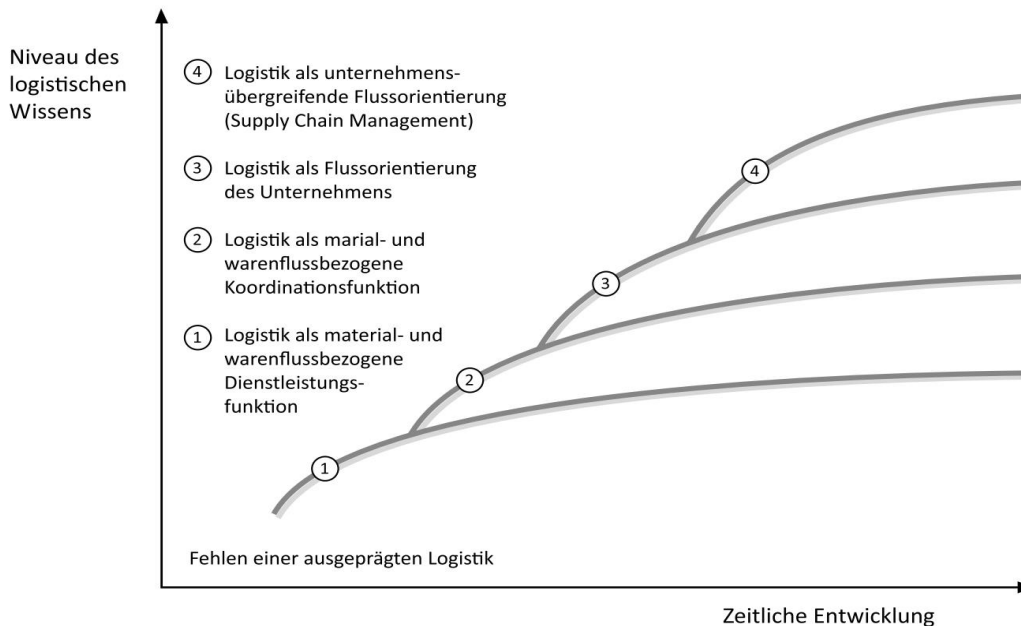


Abbildung 6: Entwicklung der Logistik, Quelle: [Weber 2012a, S. 5]

Den Ursprung bildet die Logistik als material- und warenflussbezogene Dienstleistungsfunktion im Unternehmen. Leitgedanke war, die richtige Ware, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit zur Verfügung zu stellen.

Zur Optimierung wurde die Logistik in funktionelle Unterfunktionen aufgespaltet, die gezielt die Beschaffungs-, die Produktions-, die Distributions- und die Entsorgungslogistik administrierten.

In den 1990er Jahren zeigte sich, dass es nicht ausreicht, die einzelnen Funktionen zu optimieren. Während der zweiten Entwicklungsphase übernahm die Logistik eine Koordinationsfunktion und steuerte die innerbetrieblichen Material- und Informationsflüsse [vgl. Wellbrock 2015, S. 36 - 38].

In Verbindung mit Überlegungen aus dem Prozessmanagement und aufgrund einer gestiegenen Wettbewerbsintensität entstand die dritte Phase, in der die Logistik als Flussorientierung des gesamten Unternehmens verstanden wurde [vgl. Weber 2012a, S. 14].

Da auch dieser Ansatzpunkt nur einen Teil der wertschöpfenden Aktivitäten umfasste, bildete sich das SCM heraus, das die gesamte Wertschöpfungskette unternehmensübergreifend flussorientiert betrachtet [vgl. Weber 2012a, S. 19].

Nach Poluha [2010] lassen sich die Unterschiede zwischen Logistik und SCM anhand ihrer Aufgabengebiete abgrenzen [S. 35]. In Tabelle 1 werden die Aufgaben der Logistik und des SCM gegenübergestellt.

*Tabelle 1: Gegenüberstellung der Aufgaben von Logistik & SCM,*

Aufgaben der Logistik	Aufgaben des SCM
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eingangs- und Ausgangslogistik</li> <li>- Fuhrpark/Flottenmanagement</li> <li>- Lagerhaltung</li> <li>- Materialbewegung</li> <li>- Auftragserfassung/-erfüllung</li> <li>- Design des Logistiknetzwerks</li> <li>- Angebots-/Nachfrageplanung</li> <li>- Koordination/Steuerung von Logistikdienstleistern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umfasst die Logistik</li> <li>- Bezieht weitere Unternehmensbereiche mit ein, z. B. Einkauf, Produktion und Lagerhaltung, Marketing sowie Informationstechnologie</li> </ul>
Im begrenzten Umfang umfasst Logistik Einkauf, Materialdisposition, Versand, Montage und Kundendienst.	SCM kann als integrierte Planung und Steuerung der Prozesse in der Wertschöpfungskette definiert werden.

*Quelle: In Anlehnung an: [Poluha 2010, S. 35]*

### 3.2 Status quo des Supply-Chain-Managements

Durch die Globalisierung der Märkte ist es laut Wellbrock [2015] „für Unternehmen entscheidend, die Wertschöpfungskette effektiv, effizient und flexibel zu gestalten“ [S. 47]. Durch kürzer werdende Produktlebenszyklen und eine schwankende Kundennachfrage müssen Unternehmen schnell auf Situationen reagieren, um Ressourcen und Material optimal einzusetzen [vgl. Wellbrock 2015, S. 55]. Das SCM spielt hierbei eine bedeutende Rolle [vgl. Werner 2017, S. 1].

Nach Wannenwetsch [2005] beschreibt das SCM eine Methode zur Etablierung und Administration logistischer Prozesse entlang komplexer Wertschöpfungsketten [S. 4 - 5]. Dazu werden alle, am Wertschöpfungsprozess beteiligten, Unternehmen erfasst und zu einer logistischen Kette verknüpft [vgl. Werner 2017, S. 5]. Die Supply-Chain kann sowohl



unternehmensintern als auch -übergreifend integriert werden. Aufgabe ist es, den Fluss von Gütern, Informationen, Finanzmitteln und personellen Ressourcen entlang der Wertschöpfungskette sicherzustellen [vgl. Werner 2017, S. 6]. Dabei bezieht sich die Wertschöpfungskette auf die Lieferanten der Rohstoffe über die nachfolgenden Lieferanten, Hersteller- und Handelsstufen bis hin zum Endkunden (siehe Abbildung 7).

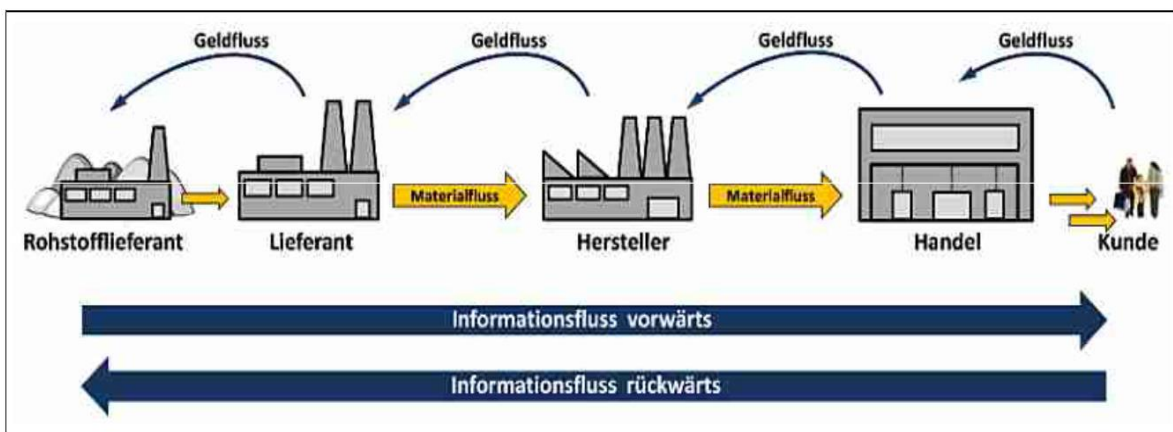


Abbildung 7: Flussorientierte Darstellung einer unternehmensübergreifenden Supply-Chain [Kolmykova 2016, S. 22]

Die Abläufe werden durch die Supply-Chain kontinuierlich geplant, gesteuert und optimiert. Ziel ist es, die Effizienz der Prozesse, die optimale Nutzung der Ressourcen und den Informationsfluss nachhaltig zu verbessern [vgl. Kolmykova 2016, S. 2]. Dadurch kann sich eine angestrebte Steigerung des Kundennutzens ergeben [vgl. Wellbrock 2015, S. 50].

Die einzelnen Aufgabengebiete der Supply-Chain werden in Abbildung 8 dargestellt.

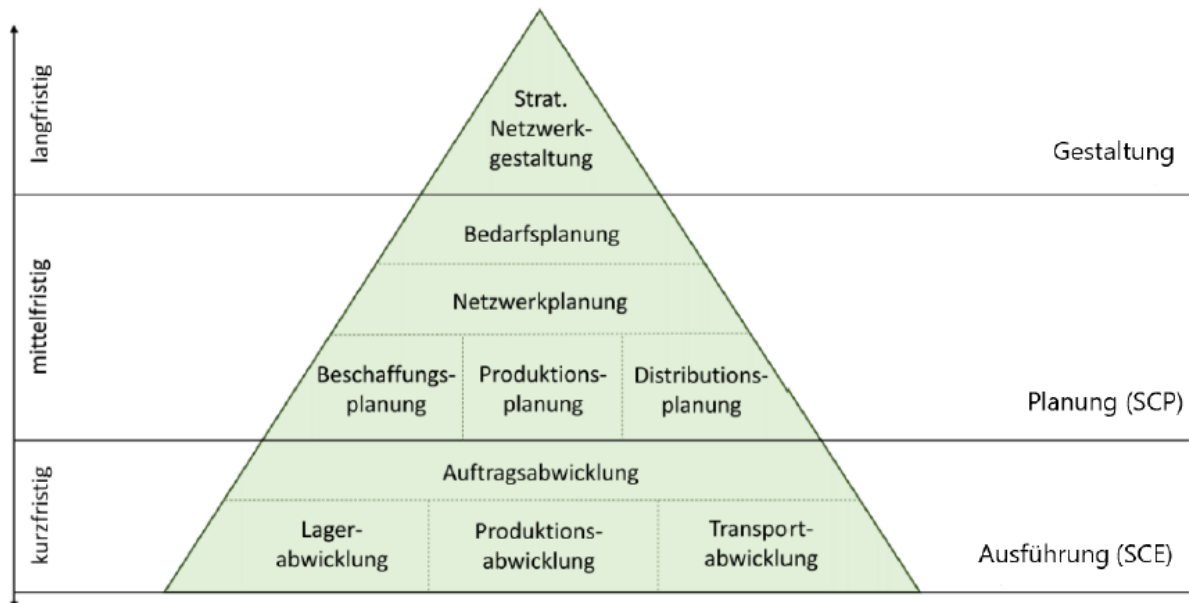


Abbildung 8: SCM-Aufgabenmodell, Quelle: In Anlehnung an: [Kuhn und Hellgrath 2002, S. 13]

Durch den verbesserten Informationsfluss können Informationen über Nachfrageschwankungen, Prozessunterbrechungen in einzelnen Wertschöpfungsstufen oder Störungen im Betriebsablauf innerhalb der Supply-Chain verteilt und genutzt werden [vgl. Kuhn und Hellgrath 2002, S. 8].

Die Ausrichtung einer Supply-Chain kann unterschiedlich gestaltet werden. Im Folgenden werden drei mögliche Ansätze für die Gestaltung einer Supply-Chain vorgestellt:

### **Beschaffungsorientierter Ansatz**

Der beschaffungsorientierte Ansatz unterscheidet zwischen integral und modular realisierten Supply-Chains. Er leitet sich aus der Fragestellung ‚Wie müssen Produkt- und Supply-Chain-Design aufeinander abgestimmt werden?‘ ab [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 223].

Integrale Supply-Chains eignen sich für integrale Produkte. Dabei besteht eine enge Beziehung zwischen den einzelnen Elementen, Letztere sind nicht austauschbar und die Verantwortung für die eng synchronisierten Prozesse wird gemeinschaftlich getragen [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 223].

Handelt es sich um modulare Produkte, werden meist modulare Supply-Chains eingesetzt. Diese werden durch die ‚eher lockere‘ Beziehung zwischen den lose gekoppelten Elementen charakterisiert. Dabei sind die Elemente austauschbar und die Verantwortung über die wenig synchronisierten Prozesse wird autonom getragen [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 223].

### **Produktionsorientierter Ansatz**

Produktionsorientierte Ansätze unterscheiden die Umsetzung in Lean oder Agile Supply Chains [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 224].

Lean Supplys kommen zum Einsatz, um in vorhersehbaren Märkten Verschwendungen zu reduzieren und die Produktion zu harmonisieren. Dabei spielt die Lagerfertigung eine zentrale Rolle. Die Lager werden zentral verwaltet, wesentliche Faktoren sind die Losgrößenoptimierung und die Sicherstellung der Grundauslastung [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 224].

Im Fokus der Agilen Supplys steht die Flexibilisierung der Produktion in dynamischen Märkten. Die Überlegungen zur Flexibilisierung beruhen auf vorhandenem Marktwissen. Die Produktion wird als Auftragsfertigung gestaltet. Durch rasche Antworten und kontinuierliche Wiederauffüllung können Spitzenbelastungen abgefangen werden. Um die Flexibilisierung der Produktion weiter zu unterstützen, sollte die Konfiguration der Varianten spätestmöglich durchgeführt werden [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 224].

### **Distributionsorientierter Ansatz**

Der distributionsorientierte Ansatz unterteilt sich in effiziente und reaktionsfähige Supply-Chains [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 225].

Effiziente Supply-Chains werden eingesetzt, um eine planbare Nachfrage wirtschaftlich zu erfüllen und eine hohe Kapazitätsauslastung sicherzustellen. Dadurch können die Lagerbestände minimiert und die Anzahl der Umschläge kann erhöht werden. Die Durchlaufzeit wird mäßig verkürzt und die Lieferanten werden anhand von Kosten und Qualitätsmerkmalen ausgewählt [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 225].

Schwer planbare Nachfragen lassen sich mit einer reaktionsfähigen Supply-Chain bedienen. Ziel ist es, auf unberechenbare Nachfragen schnell zu reagieren. Hierfür werden Kapazitätspuffer aufgebaut sowie die Sicherheitsbestände und die Lagerpuffer ausgeweitet. Die Durchlaufzeit wird erheblich reduziert und als Entscheidungsmerkmale für Lieferanten eignen sich deren Schnelligkeit und Flexibilität [vgl. Corsten und Gabriel 2002, S. 225].

Durch die Bereitstellung der Prozessinformationen für alle Beteiligten einer Supply-Chain [vgl. Kolmykova 2016, S. 2] können Folgeeffekte vermindert werden. Ein Beispiel ist der Bullwhip-Effekt (siehe Kapitel 3.2.1), der sich aus Nachfrageschwankungen der Endkunden ableitet und sich entlang der Wertschöpfungskette verstärkt.

### 3.2.1 Bullwhip-Effekt

Bereits 1961 untersuchte Forrester [1961] Phänomene, die durch einen Informationsmangel innerhalb einer Lieferkette verursacht werden können [S. 21–42]. Forresters Untersuchungen ergaben, dass sich bereits kleinere Veränderungen in der Kundennachfrage gegenläufig entlang der Wertschöpfungskette bis zu ihrem Ursprungspunkt zunehmend aufschaukeln. Die Kundennachfrage wird in jeder Wertschöpfungsstufe verfälscht und führt zu einer Kettenreaktion sowie einer Unschärfe der ursprünglichen Kundennachfrage. Daraus entstehen Fehlinterpretationen der Bestellmenge und der Lagerbestände [vgl. Werner 2017, S. 49], sowie Überproduktionen in den einzelnen Wertschöpfungsketten, die durch den Kundenbedarf nicht gedeckt sind.

Die Begriffsdefinition ‚Bullwhip-Effekt‘ geht auf das Unternehmen Procter & Gamble zurück, das die Nachfrageschwankungen in einer Wertschöpfungskette anhand von Pampers-Höschenwindeln untersuchte [vgl. Werner 2017, S. 49].

Die Entstehung des Bullwhip-Effekts wird in der Literatur anhand vieler Ursachen begründet. Im Folgenden werden mögliche Ursachen beschrieben, die diesen begünstigen:

- **Lokale Informationsverarbeitung** der Wertschöpfungsstufen fördert einen Mangel an Informationen entlang der Supply-Chain. Jeder Akteur der Wertschöpfungskette gibt seine Informationen nur an das direkt vorangehende oder nachfolgende Unternehmen weiter. Für diese Unternehmen ist die Differenzierung zwischen temporärer Schwankung oder dauerhafter Änderung im Kundenbedarf schwierig [vgl. Beckmann 2012, S. 16].
- **Preisschwankungen** bedingt durch kurzfristige Preisreduzierungen, Aktionspreise oder Mengenrabatte können sich auf den Bullwhip-Effekt auswirken. Durch verkaufsfördernde Maßnahmen wird der Endkunde animiert, seinen Bedarf im Aktionszeitraum vorzeitig zu decken [vgl. Beckmann 2012, S. 17].

- Auftragsbündelungen** (Burbidge-Effekt) [vgl. Kuhn und Hellingrath 2002, S. 19] werden durchgeführt, um Bestellkosten zu reduzieren und mögliche Mengenrabatte zu nutzen. Hierfür werden Aufträge zu Losgrößen gebündelt und Bestellungen bis zum Erreichen der optimalen Bestellmengen verzögert. Dies führt zu Schwankungen im Bestellverhalten, die sich in der Supply-Chain fortsetzen [vgl. Beckmann 2012, S. 15].

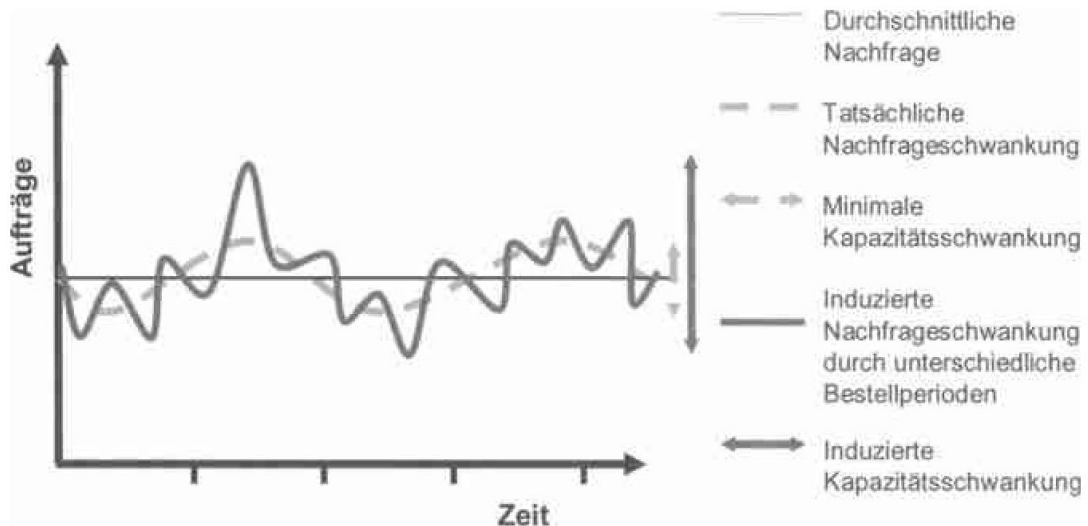


Abbildung 9: Burbidge-Effekt, Quelle: [Kuhn und Hellingrath 2002, S. 20]

- Zeitverzug** erschwert laut Keller [2004] die Prognose von Bedarfen und die Bestimmung von Sicherheitsbeständen. Zeitverzögerungen können innerhalb der Produktionszeit, des Materialflusses und der Informationsflusszeit entstehen [S. 70].

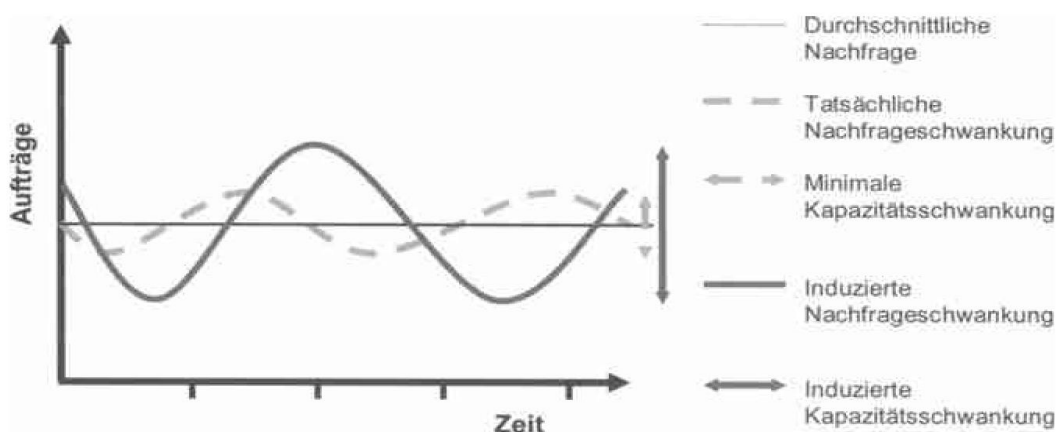


Abbildung 10: Nachfrageverstärkung durch Informationsdefizite, Quelle: [Kuhn und Hellingrath 2002, S. 19]

- Sicherheitspuffer** werden durch die einzelnen Wertschöpfungsstufen gebildet, um Lieferengpässen entgegenzuwirken. Als Ursache beschreibt Keller [2004] eine gering gestiegene Kundennachfrage und die Summe der Sicherheitspuffer aller Wertschöpfungsstufen. Diese bewirken einen überproportionalen Lagerbestand der Hersteller, der die Nachfrageschwankung übersteigt [S. 54].

### 3.2.2 Grafische Darstellung des Bullwhip-Effekts

Wird der Verlauf des Bullwhip-Effekts grafisch ausgewertet, zeigen sich diverse Phänomene und deren Auswirkungen. Dafür sind verschiedene Ursachen möglich, die in Kapitel 3.2.1 näher beschrieben wurden. In Abbildung 11 wird ein fiktives Zahlenbeispiel visualisiert, der Verlauf entspricht jedoch einer typischen zeitlichen Entwicklung des Bullwhip-Effekts innerhalb einer Supply-Chain.

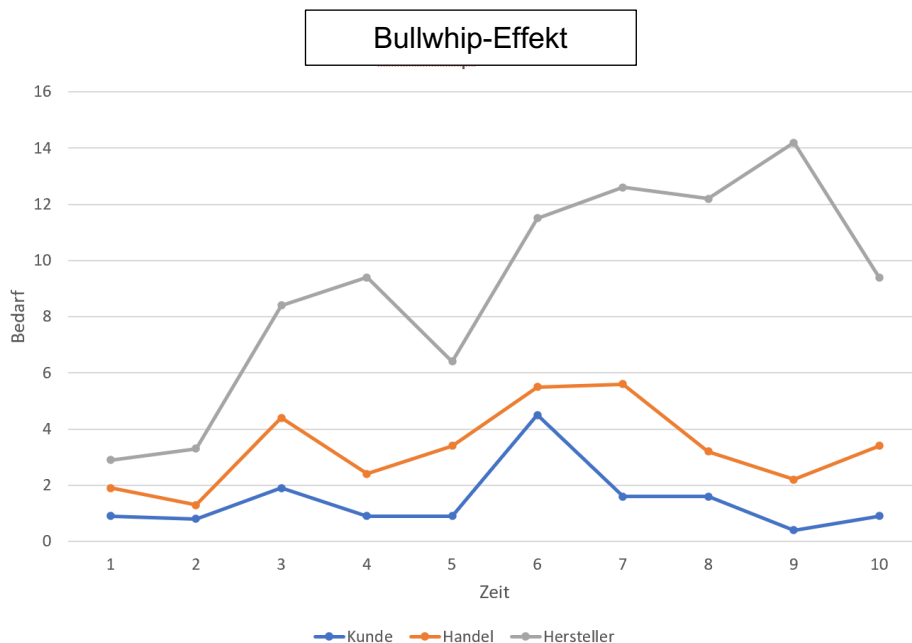


Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung des Bullwhip-Effekts, Quelle: Eigene Darstellung

Zur Verdeutlichung der Effekte wurden in Abbildung 12 beispielhaft zwei markante Zeitstempel ausgewählt und näher betrachtet. Diese zeigen, wie sich die Nachfrage der Kunden über die Handelsstufe bis zum Hersteller verfälscht. Zudem lassen sich die Reaktionen auf Nachfrageänderungen der einzelnen Stufen gegenüberstellen.

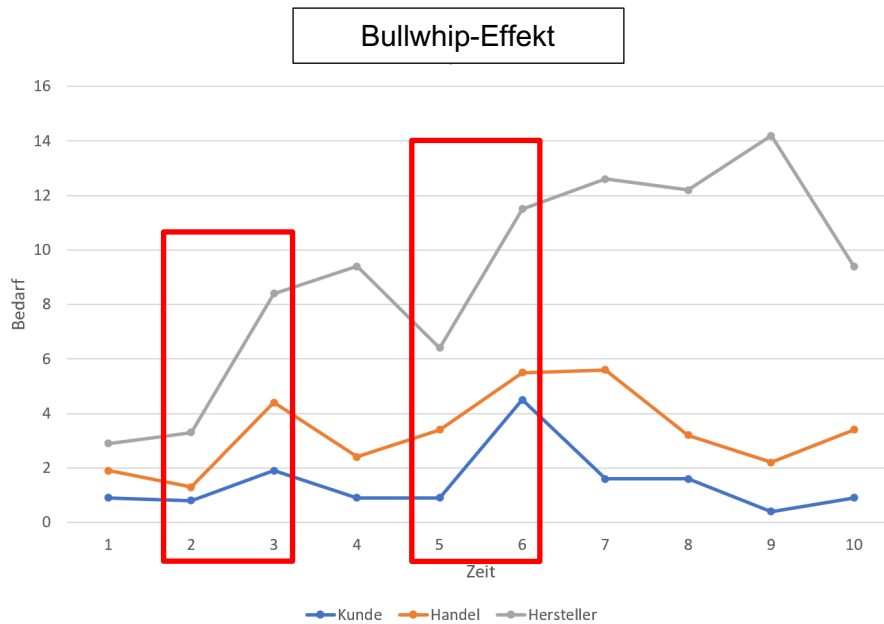


Abbildung 12: Zeitstempelanalyse des Bullwhip-Effekts, Quelle: Eigene Darstellung

### Analyse Zeitstempel 2 bis 3

- Kunde: Bedarfsmenge steigt um +1 Punkt
- Handel: Bedarfsmenge steigt um +3,25 Punkte
- Hersteller: Bedarfsmenge steigt um +5 Punkte

Fazit: Bei Betrachtung der einzelnen Bedarfsmengen fällt auf, dass eine minimal gestiegene Kundennachfrage eine deutlich erhöhte Bedarfsmenge im Handel auslöst. Damit steigt die Bedarfsmenge beim Hersteller überproportional an. Die Steigerungen der Bedarfsmengen sind innerhalb der drei Stufen unverhältnismäßig. Ursachen könnten die lokale Informationsverarbeitung innerhalb der Supply-Chain und die Bildung von Sicherheitspuffern sein (siehe Kapitel 3.2.1). Entlang der Supply-Chain wird die Kundennachfrage zunehmend verfälscht und durch künstliche Sicherheitsbestände irrtümlich in die Höhe getrieben.

### Analyse Zeitstempel 6 bis 7

- Kunde: Bedarfsmenge sinkt um -2,5 Punkte
- Handel: Bedarfsmenge stagniert
- Hersteller: Bedarfsmenge steigt um +1 Punkt

Fazit: Die Kundenbedarfsmenge nimmt ab und fällt um -2,5 Punkte, im Handel stagniert die Nachfrage. Trotz der sinkenden Nachfrage steigt die Bedarfsmenge beim Hersteller um +1

Punkt an. Der Hersteller produziert entgegen der Bedarfsmenge und erzeugt hiermit eine Überproduktion. Ursache können Zeitverzögerungen innerhalb der Supply-Chain sein. Informationen werden zu langsam an alle Beteiligten weitergereicht.

### 3.3 Ziele durch Digitalisierung einer Supply-Chain

Mit dem Fortschreiten der technologischen Mittel werden zunehmend SCM-Prozesse digitalisiert und standardisiert [vgl. Werner 2017, S. 32]. Die Unternehmen müssen durch veränderte Kundenanforderungen und den zunehmenden Konkurrenzdruck ihre Prozesse digitalisieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben [vgl. Ferri 2016, S. 6]. Maßgeblich ist die IT-Unterstützung zur Realisierung von Geschäftsprozessen [vgl. Ferri 2016, S. 18].

Bei einer klassischen Supply-Chain verfolgen die Prozesse bestimmte Ziele, die nachfolgend dargestellt werden.

Typische Motivationstreiber einer klassischen Supply-Chain:

- Steigerung des Endkundennutzen
- Steigerung der Flexibilität
- Steigerung der Qualität
- Nutzensteigerung durch Kooperation
- langfristige Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit [vgl. Wellbrock 2015, S. 47 - 48]
- Lieferverzögerungen eliminieren
- Kostenvorteile/Kosten reduzieren [vgl. Voß 2020, S. 18 - 21]
- Minimierung von Knotenpunkten und Akteuren [vgl. Werner 2017, S. 32]

Die bestehenden Ziele einer klassischen Supply-Chain werden in deren Digitalisierungsprozess aufgenommen. Daher kann die Digitalisierung nicht als eigenständiges Vorhaben betrachtet werden, sondern sie setzt bei bestehenden Konzepten an und erweitert diese durch digitale Aspekte.

Im Folgenden werden die erweiterten Ziele durch eine digitalisierte Supply-Chain vorgestellt:

Durch die Digitalisierung wird eine intelligente, vollständig transparente und konsistente Supply-Chain in Echtzeit angestrebt [vgl. Voß 2020, S. 18]. Daraus resultiert ein Wettbewerbsvorteil gegenüber Unternehmen, deren Supply-Chain weniger transparent ist. Unternehmen, die über eine transparente Wertschöpfungskette verfügen, können agiler und



flexibler auf Engpässe sowie Verzögerungen reagieren und im Störfall schneller Maßnahmen zur Schadenbegrenzung einleiten [vgl. Voß 2020, S. 18].

Eine Supply-Chain lebt von der Zusammenarbeit verschiedener Prozesspartner. Digitalisierte Prozesse bieten die Grundlage für kooperative Zusammenarbeit. Durch diese wird die Informationstransparenz gesteigert [vgl. Voß 2020, S. 18].

Bedingt durch die Optimierung der Supply-Chain versuchen Unternehmen, ihre Lieferqualität zu erhöhen [vgl. Voß 2020, S. 21]. Zudem können Unternehmen durch die Digitalisierung flexibler auf Störungen innerhalb der Supply-Chain reagieren [vgl. Voß 2020, S. 21]. Ziel einer Supply-Chain ist es, die Prozesse transparent vom Anfang bis zum Ende darzustellen [vgl. Voß 2020, S. 21].

### 3.4 Veränderte Geschäftsprozesse – Entwicklung des Material-Requirements-Planning zum digitalen Supply-Chain-Netzwerk

Als Geschäftsprozess wird die Aneinanderreihung von Wertschöpfungsaktivitäten in einem Unternehmen beschrieben. Dabei können die Aktivitäten einen oder mehrere Inputs erhalten und erzeugen einen Output, der den Kundennutzen erhöht [vgl. Fehling 2013, S. 74].

Die Gestaltung von Geschäftsprozessen orientiert sich immer an aktuellen Fragestellungen. Um die Entwicklung der Geschäftsprozesse nachvollziehen zu können, werden im Folgenden die einzelnen Entwicklungsstufen der zugrunde liegenden Arbeitssysteme beschrieben. Den Ursprung bildet das Material Requirements Planning (MRP), das sich über mehrere Entwicklungsstufen zum modernen und digitalen Supply-Chain-Netzwerk entwickelt hat.

#### **Material Requirements Planning (MRP)**

Die ersten Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme stammen aus den 1960er Jahren [vgl. Kurbel 2016, S. 1]. Computer ermöglichten den Einsatz solcher Systeme zur Unterstützung von Geschäftsprozessen. Dabei waren die ersten Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme bekannt als MRP und legten den Fokus auf die Materialbedarfsplanung [vgl. Kurbel 2016, S. 2].

Durch die begrenzte Betrachtungsweise von MRP-Systemen nur auf den Materialbedarf blieb die ganzheitliche Sicht auf die Produktion unbeachtet [vgl. Kurbel 2016, S. 2]. Damit war es

möglich, dass geplante Mengen nicht zum gewünschten Termin produziert werden konnten [vgl. Kurbel 2016, S. 2].

### **Manufacturing Ressource Planning (MRP II)**

Aufbauend auf dem MRP-System wurde das MRP II (Manufacturing Ressource Planning) von Oliver Wight entwickelt [vgl. Kurbel 2016, S. 2]. Er verfolgte den Ansatz einer ganzheitlichen markt- und ressourcenorientierten Planung, bei der Absatz-, Produktions- und Bestandsmengen und verfügbare Kapazitäten berücksichtigt werden [vgl. Kurbel 2016, S. 2]. Die Geschäftsprozesse werden übergreifender ausgelegt und orientieren sich am vorhandenen Markt sowie den zur Verfügung stehenden Ressourcen [vgl. Kurbel 2016, S. 2].

### **Produktionsplanung und -steuerung (PPS)**

PPS-Softwarelösungen eignen sich zur Planung und Steuerung der Produktion [vgl. Fehling 2013, S. 138] und basieren auf den Funktionen von MRP-II-Systemen. Letztere werden jedoch um angrenzende und allgemeinere betriebswirtschaftliche Funktionen wie Kalkulation, Beschaffung, Versand und Personalzeiterfassung erweitert [vgl. Kurbel 2016, S. 2]. Die implementierten Funktionen richten sich nicht mehr nur auf direkt produktionsbezogene Funktionen [vgl. Kurbel 2016, S. 2].

### **Enterprise Ressource Planning (ERP)**

Als Erweiterung des MRP II, beziehungsweise des PPS, trat das ERP in Erscheinung. Hierbei werden alle relevanten Planungsbereiche und Ressourcen im eigenen Unternehmen berücksichtigt und abgebildet [vgl. Kurbel 2016, S. 2 – 3], z. B. betriebswirtschaftliche Prozesse aus Produktion, Vertrieb, Logistik, Finanzen und Personal [vgl. Fehling 2013, S. 64].

Diese reduzierte Betrachtungsweise, die sich nur auf das eigene Unternehmen beschränkt, ist gleichzeitig der Nachteil der ERP-Systeme in modernen Kooperationsnetzwerken [vgl. Kurbel 2016, S. 2–3].

Bedingt durch die steigende Vernetzung einzelner Unternehmen zur Bildung von Lieferketten, zeigt die unternehmenszentrierte Betrachtungsweise des ERP zunehmend Defizite auf [vgl. Kurbel 2016, S. 2–3].

Dennoch sind in vielen Unternehmensbereichen aktueller Unternehmen ERP-Lösungen integriert [vgl. Hertfelder und Futterknecht 2019, S. 1].

### **Advanced Planning Systems (APS) und Supply-Chain-Management (SCM)**

Die Defizite des ERP bilden den Ansatz des SCM. Managementansätze innerhalb der Supply-Chain setzen auf frühzeitigen Informationsaustausch sowie die Abstimmung der Beschaffungs-, der Produktions- und der Absatzpläne entlang der gesamten Supply-Chain. Die Betrachtung der Prozesse erfolgt unternehmensübergreifend [vgl. Kurbel 2016, S. 3 – 4].

Die gestiegene Komplexität einer Supply-Chain wird durch moderne APS (Advanced Planning Systems) unterstützt [vgl. Poluha 2010, S. 38]. In diesen werden moderne mathematische Methoden und fortgeschrittene Heuristiken eingesetzt, um komplexe Fragestellungen zu beantworten [vgl. Kurbel 2016, S. 3 – 4]. Durch den Einsatz leistungsfähiger Informationstechnologie können auch anspruchsvolle Lösungsansätze umgesetzt werden [vgl. Kurbel 2016, S. 3 – 4].

Die Bedeutung des SCM in Unternehmen hat zugenommen. Dieses hat sich zu einer strategischen Funktion entwickelt und trägt entscheidend zum Unternehmenserfolg bei [vgl. Poluha 2010, S. 32].

Jedoch stoßen die lokal betriebenen Systeme zunehmend an ihre physikalischen Grenzen. Ursachen hierfür sind die gestiegenen Datenmengen und die zunehmenden Ansprüche an die Stabilität und die Leistungsfähigkeit der Systeme [vgl. Bayer 2018].

### **Digitales Supply-Chain-Netzwerk**

Bei der Entwicklung des lokalen SCM hin zu digitalen Supply-Chain-Netzwerken spielen die Digitalisierung und die Vernetzung der Systeme eine entscheidende Rolle. Unternehmen können deren bestehende Grenzen überwinden und die Supply-Chain zu einem Netzwerk an partnerschaftlich-kooperierenden Unternehmen ausbauen. Die generierten Innovationspotenziale sind vielfältig [vgl. Fahrenschoen 2015, S. 35].

Cloud-Lösungen können hierfür eine geeignete Kooperationsplattform bieten, auf der alle relevanten Prozesse und Informationen einer SCM gebündelt werden.

Die einzelnen Unternehmen können vom Supply-Chain-Netzwerk profitieren, z. B. durch Ausnutzung von Vernetzungseffekten, die sich durch die Kooperation mit anderen Unternehmen ergeben. Dabei handelt es sich um positive Effekte, die durch die Kooperation einen höheren Nutzen ergeben, als es der Individuelle täte [vgl. Braun 2017].

Auch der unternehmensübergreifende Zugriff auf relevante Informationen durch alle prozessbeteiligten Unternehmen stellt einen Mehrwert dar [vgl. Alicke 2005, S. 215].

Die zunehmende Digitalisierung der Wertschöpfungskette trägt dazu bei, dass auch Kunden und Geschäftspartner enger in Letztere integriert werden [vgl. Fahrenschoen 2015, S. 36].

Weitere Chancen, die sich durch die Kooperation mit anderen Unternehmen ergeben, werden in Kapitel 3.4.2 vorgestellt.

### 3.4.1 Unternehmenskooperationen als Bestandteil zukunftsfähiger Supply-Chain-Netzwerke

Kooperationen werden für zukünftiges SCM immer bedeutender. Neben dem Re-Design von Kernprozessen und der wesentlichen Rolle von IT, ist erfolgreiches Kooperationsmanagement einer von drei erfolgsbestimmenden Erfolgsfaktoren für SCM. In Kooperationen sehen Unternehmen ein geeignetes Mittel, dem aktuellen Wettbewerbsdruck entgegenzuwirken, politische Grenzen abzubauen und mit der Globalisierung der Märkte Schritt zu halten. [vgl. Kuhn und Hellingrath 2002, S. 36]

Die Ausrichtung der Kooperationsstrategien lässt sich in vertikal und horizontal unterteilen.

Kooperationsstrategien	
<i>Vertikale Kooperationen</i>	<i>Horizontale Kooperationen</i>
Kundenkooperation	Strategische Allianz
Lieferantenkooperation	Coopetition

Abbildung 13: Vertikale und horizontale Kooperationsstrategien, Quelle: [Werner 2017, S. 134]

Die strategische Ausrichtung einer vertikalen Kooperation zielt auf die unmittelbar vor oder nachgelagerten Wertschöpfungspartner innerhalb einer Supply-Chain ab. Horizontal orientierte Kooperationsstrategien streben Partner auf der gleichen Wertschöpfungsstufe an. Häufig bestehen horizontale Kooperationen zwischen Partnern, die im Wettbewerb zueinanderstehen. Beide Teilnehmer bilden eine strategische Allianz. [vgl. Werner 2017, S. 134]

### 3.4.2 Ziele, Chancen und Risiken von Kooperationen

Unternehmen gehen vermehrt Kooperationen mit Lieferanten, Kunden und Wettbewerbern ein [vgl. Werner 2017, S. 27], um strategische Zielsetzungen zu erreichen [vgl. Kuhn und Hellingrath 2002, S. 48]. Diese lassen sich in folgende Teilziele untergliedern:

**Teilziele einer Kooperation nach Kuhn und Hellingrath [2002]:**

- Risikoreduzierung,
- Economies of Speed,
- Economies of Scale,
- Economies of Scope,
- Know-how-Transfer,
- Beeinflussung des Wettbewerbs sowie
- sozio-emotionale bzw. politische Ziele [S. 40].

Aber auch folgende Chancen und Risiken einer Kooperation müssen geprüft werden, deren Grundlage ein Vertrauensverhältnis zum Kooperationspartner ist [vgl. Kuhn und Hellingrath 2002, S. 25]:

*Tabelle 2: Chancen und Risiken einer Kooperation,*

Chancen	Risiken
- Synergieeffekte	- Know-how-Preisgabe
- Know-how-Zuwachs	- einseitige Abhängigkeit
- Kostenersparnis	- einseitige Ausnutzung des Machtgefälles
- Zeitersparnis	- ungünstige Kosten-Nutzen-Relation
- Erschließung neuer Märkte	- Flexibilitätsverluste
- gemeinsame Marketingaktivitäten	- unterschätzter Zeitaufwand

*Quelle: In Anlehnung an: [Kuhn und Hellingrath 2002, S. 43]*

### 3.5 Technologiemix im digitalen Supply-Chain-Netzwerk 4.0

Die klassische Supply-Chain verändert sich. Aufgrund der Digitalisierung entstehen neue Möglichkeiten, Geschäftsmodelle zu entwickeln und diverse Technologien zu fusionieren. Für eine erfolgreiche Transformation zu einem digitalen Supply-Chain-Netzwerk sind neue Methoden und Werkzeuge für die Vernetzung entscheidend. Im Kontext der Digitalisierung entstehen Begrifflichkeiten wie Cloud-Computing (siehe Kapitel 2), künstliche Intelligenz (KI), Big Data und Internet der Dinge (IoT) [vgl. Schlotmann 2018, S. 7], die im Folgenden beschrieben werden. Diese Technologien nehmen eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung zukünftiger digitaler Supply-Chain-Netzwerken ein.

#### **Künstliche Intelligenz (KI)**

KI löst Probleme mithilfe eines Computers, für deren Lösung die Intelligenz eines Menschen erforderlich wäre. Zur Umsetzung wird auf Werkzeuge der Ingenieurs- und der Kognitionswissenschaften zurückgegriffen [vgl. Weber und Seeberg, S. 8]. Dabei wird zwischen starker und schwacher KI unterschieden [vgl. Sandler 2020, S. 16]. Starke KI zielt darauf ab, ein digitales Abbild der menschlichen Intelligenz auf einem Computer nachzubilden [vgl. Sandler 2020, S. 16], schwache KI eignet sich zur Erkennung von Mustern in großen Datenmengen und zur Unterstützung menschlicher Denkprozesse [vgl. Weber und Seeberg, S. 12].

KI leistet einen wesentlichen Beitrag zur Optimierung der Supply-Chain. Nach Neumann [2018] können durch die Auswertung von Sensordaten, Serviceintervalle von produktionskritischen Maschinen ermittelt werden. Starre Wartungskonzepte werden dadurch dynamisiert und flexibel an den tatsächlichen Bedarf der Maschinen angepasst. Als weiteres Beispiel nennt Neumann [2018] die Lokalisation von Engpässen und Verzögerungen durch KI innerhalb der Supply-Chain. Werden diese durch Lieferanten verursacht, kann die KI eigenständig alternative Bezugsquellen ermitteln.

#### **Big Data**

Aktuell entstehen in Unternehmen unzählige Daten. Diese Datenflut ist mit herkömmlichen Mitteln nicht mehr zu bewältigen [vgl. Schwanebeck 2017]. Big Data beschreibt diese Datenberge, die Bereitstellung und die Nutzung der Daten [vgl. Barton 2014, S. 69]. Mittels für diese Anwendungen geschaffener Computerlösungen werden die Daten gespeichert, verarbeitet und ausgewertet [vgl. Schwanebeck 2017]. Nach Hermes Germany [2020] können

durch Big Data Kundenwünsche aus bestehenden Datenmengen extrahiert und saisonale Schwankungen vorab bestimmt werden.

### **Internet der Dinge (IoT)**

IoT stellt die Basis zur Vernetzung verschiedener Geräte dar, woraus cyber-physikalische Systeme entstehen. Beispielsweise können in einem Produktionssystem Informationen zwischen intelligenten Maschinen, Lagersystemen und Betriebsmitteln ausgetauscht werden, sodass die selbstständige Steuerung der Maschinen untereinander realisiert wird [vgl. Becker und Ulrich 2017, S. 8].

Sinsel [2020] definiert das IoT folgend:

„Unter dem Internet der Dinge (engl. *Internet of Things*, kurz IoT) wird die Anbindung von Smart Devices an eine sogenannte *IoT-Plattform* verstanden. Die IoT-Plattform fungiert dabei vergleichbar mit einem Betriebssystem, welches der Anwendungsprogrammierung ermöglicht, auf der Basis standardisierter Internettechnologien aus den angebotenen Geräten Daten auszulesen und gegebenenfalls auch Steuersignale an diese Geräte zu senden. Ziel dabei ist, dass die angebotenen Geräte durch *innovative Anwendungen* dem Menschen einen größeren Nutzen bringen, als sie es an sich vermögen“ [S. 5].

Bedingt durch die zunehmend günstigeren Geräte, die an die IoT-Plattform angebunden werden, steigt auch die Nachfrage nach diesen Produkten [vgl. Franzetti 2019, S. 40]. Die aktuelle Anzahl an Unternehmen, welche IoT einsetzen, beläuft sich auf 39 % [vgl. Leeser 2020, S. 35]. Am Beispiel von Produktionsmaschinen lassen sich die Vorteile der Technologie erkennen. Aufgrund der Verbindung von IoT, Robotik und Sensorik ist es bei diesen möglich, frühzeitig Maschinenschäden zu lokalisieren [vgl. Leeser 2020, S. 35]. Durch die fortlaufende Überwachung und den prognostizierten Wartungsumfang lassen sich Wartungsarbeiten dynamisch an die Anforderungen der Produktionsmaschinen anpassen. Hierdurch können die Prozesse innerhalb einer Produktionsstraße effektiver und wirtschaftlicher gestaltet werden [vgl. Leeser 2020, S.35].

## 4 Digitales Supply-Chain-Management (SCM) in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU)

Im folgenden Kapitel werden die gewonnenen Erkenntnisse aus Kapitel 2 und Kapitel 3 zusammengefasst und auf die Anforderungen von KMU appliziert. Um eine einheitliche Sichtweise zu erzeugen, wurde im ersten Schritt der Begriff KMU anhand von quantitativen und qualitativen Merkmalen definiert. Im zweiten Schritt wurden die Besonderheiten von KMU erarbeitet und deren wirtschaftliche Bedeutung hervorgehoben. Auf dieser Basis wurden allgemeine Anforderungen von KMU an cloudbasierte Software für SCM aufgezeigt. Um den Detailgrad der Betrachtung zu erhöhen, wurden zudem spezifische Anforderungen an die Cloud und die SCM-Software erhoben. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit einer SWOT-Analyse, die unternehmensinterne Stärken und Schwächen zu externen Einflüssen, d. h. Chancen und Risiken, in Bezug setzt.

### 4.1 Definition von KMU

Für KMU werden auch die Begriffe Mittelstand und Familienunternehmen verwendet, gemeint sind meist dieselben Unternehmensgrößen, jene Unternehmen, die nicht als Konzerne oder Großunternehmen bezeichnet werden. Trotz der besonderen Stellung des Mittelstandes in der Deutschen Wirtschaft ist der Begriff KMU nicht einheitlich definiert [vgl. Ihlau und Duscha 2019, S. 4].

Zur Charakterisierung eines KMU dienen sowohl quantitative als auch qualitative Merkmale [vgl. Wolf 2019, S. 2], durch die die Unternehmen gegenüber Konzernen oder Großunternehmen differenziert werden können.

#### **Quantitative Merkmale:**

Als quantitative Merkmale der KMU eignen sich Werte, die messbar sind. Im Handelsgesetzbuch (HGB) werden dazu unter § 267 HGB die Bilanzsumme, die Umsatzerlöse der letzten zwölf Monate vor Abschlussstichtag und der jährliche Durchschnitt beschäftigter Arbeitnehmer genannt [vgl. Handelsgesetzbuch]. Die Gruppierung erfolgt, sobald zwei von drei Merkmalswerten erfüllt sind. Die Grenzwerte der Größenklasseneinteilung werden in Tabelle 3 dargestellt.



Tabelle 3: Größenklasseneinteilung von KMU,

Unternehmensgröße	Jahresdurchschnitt der Beschäftigten	Umsatz € 12 Monate vor Abschlussstichtag	oder	Bilanzsumme € 12 Monate vor Abschlussstichtag
kleinst	10	700.000 €		350.000 €
klein	50	12.000.000 €		6.000.000 €
mittel	250	40.000.000 €		20.000.000 €

Quelle: In Anlehnung an: [Handelsgesetzbuch]

### Qualitative Merkmale:

Qualitative Merkmale der KMU nehmen keinen mathematischen Wert an, sondern beschreiben deren Merkmalsausprägungen. Erst durch die Summe aus quantitativen und qualitativen Merkmalen lässt sich die Unternehmensart und die -größe eindeutig bestimmen.

Das Institut für Mittelstandsforschung [2021a] nennt folgende maßgeblichen qualitativen Merkmale eines KMU:

- Prägung des Unternehmens durch die Persönlichkeit des Unternehmers,
- Eigentumsverhältnisse,
- Einheit von Eigentum und Leitung,
- wirtschaftliche Unabhängigkeit,
- Unternehmer trägt das unternehmerische Risiko, sowie
- Unternehmer sichert seine persönliche Erwerbs- und Existenzgrundlage.

## 4.2 Besonderheiten der KMU

KMU weisen gegenüber Großunternehmen verschiedene Besonderheiten auf, die eine weitere Differenzierung zulassen. Werden die Ressourcen beider betrachtet, haben KMU tendenziell weniger Kapital, Liquidität und Mitarbeiter als Großunternehmen [vgl. Lindner 2019, S. 6]. Durch die geringeren Ressourcen entstehen bei KMU teilweise Defizite in der Umsetzung digitaler Prozesse [vgl. Schröder, Schlepphorst & Kay 2015, S. 3]. Letztere werden beiläufig durchgeführt, da die Priorität auf dem gewinnbringenden Tagesgeschäft liegt [vgl. Lindner 2019, S. 7].

Auch die strategische Ausrichtung unterscheidet sich laut Lindner [2019]. KMU setzen auf langfristig Planungen und streben nachhaltiges Wachstum an. Diese Orientierung zeigt sich auch durch die tendenziell geringere Fluktuation von Mitarbeitern. Zudem spezialisieren sich viele KMU auf Neben- und Randprodukte entlang der Wertschöpfungskette, die durch Großunternehmen nicht abgedeckt werden können [S. 6].

Eine weitere Besonderheit der KMU ist die Stellung des Unternehmers, der eine enge Beziehung zu seinen Kunden hat. Durch flache Unternehmenshierarchien pflegt der Unternehmer den persönlichen Kontakt zu seinen Mitarbeitern und leitet das Unternehmen eigentümergeorientiert. Er gibt die Unternehmenskultur vor und schafft eine solide Wertebasis, an der sich alle Mitarbeiter orientieren [vgl. Wolf 2019, S. 4].

Eine weitere Unterscheidung ergibt sich durch moderne Managementkonzepte. Diese sind meist für Großunternehmen entwickelt und können von KMU nicht problemlos übernommen werden oder sie sind aufgrund der geringen Unternehmensgröße der KMU sowie der hohen Komplexität der Konzepte ungeeignet [vgl. Wolf 2019, S. 5].

#### 4.3 Wirtschaftliche Bedeutung der KMU in der deutschen Wirtschaft

Eine Analyse aus dem Jahr 2018, durchgeführt vom Institut für Mittelstandsforschung [2020b], hat ergeben, dass 99,5 % aller deutschen Unternehmen der Gruppe der KMU angehören. Damit ist dieser Zweig unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten bedeutend für die deutsche Wirtschaft. KMU werden daher in Medien oft als ‚Rückgrat der deutschen Industrie‘ betitelt.

Im Verlauf der Studie wurden rund 3,47 Millionen umsatzsteuerpflichtige, mittelständische Unternehmen in Deutschland ermittelt. Rund 17,77 Millionen sozialversicherungspflichtige Beschäftigte erwirtschafteten einen Gesamtumsatz von zirka 2,40 Billionen Euro. Dies entspricht 34,4 % des Gesamtumsatzes der Bundesrepublik Deutschland.

Auch als Arbeitgeber nehmen KMU eine besondere Stellung ein. Sie beschäftigten 57,6 % aller sozialversicherungspflichtigen Angestellte und ermöglichten 81,7 % aller Lehrlinge in Deutschland einen Ausbildungsplatz.

Der Exportumsatz für KMU lag 2018 bei 15,9 %. Dabei trugen KMU rund 61,1 % zur gesamten Nettowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland bei.

#### 4.4 Anforderungen von KMU an cloudbasierte Supply-Chain-Management-Prozesse

In diesem Kapitel werden allgemeine Anforderungen definiert, die KMU an cloudbasierte SCM-Prozesse stellen, d. h., wie SCM-Prozesse in einer Cloud abgebildet werden. Die Cloud stellt hierfür die geeignete Software-Umgebung bereit.

Da die Anforderungen an cloudbasiertes SCM weitreichend sein können, werden diese folgend im Kontext zu erfolgswirksamen Kriterien einer SCM fokussiert. Die Grundlage für Letztere bilden laut Werner [2017] Kosten, Zeit, Qualität und Flexibilität [S. 30].

Hieraus lässt sich ableiten, dass die Verlagerung von SCM Prozessen in die Cloud einen Mehrwert liefern kann, wenn folgende Parameter erfüllt werden: die Kosten werden gesenkt, Zeitaufwände reduziert, die Qualität wird gesteigert und die Flexibilität erhöht.

**Erfolgswirksame Kriterien einer Cloud im SCM** nach Werner [2017, S. 30]:

##### **Kosten**

Durch den Einsatz einer Cloud lassen sich Kosteneinsparpotenziale generieren. Je nach Betrachtung kommen hierfür mehrere Kostenarten in Betracht. Im Folgenden werden Beispiele aufgezeigt.

Durch die flexible Bereitstellung und die Nutzung der Dienste über das Internet fallen nur Kosten an, wenn diese genutzt werden. Stand-by-Kosten wie bei einem eigenen Serverraum entfallen [vgl. Baun 2011, S. 2].

Auch die unternehmenseigene IT-Infrastruktur kann reduziert werden, da durch die Nutzung der Cloud der Betrieb eigener Server, Speicher und Netzwerke nicht erforderlich ist. Für den Zugriff auf die Cloud werden nur ein internetfähiges Gerät und eine Internetverbindung benötigt [vgl. Labes 2012, S. 24].

Zudem ergeben sich keine hohen Anfangsinvestitionen in IT-Infrastruktur. Diese werden umgewandelt in regelmäßig wiederkehrende, nutzungsabhängige, kalkulierbare und operative Kosten [vgl. Labes 2012, S. 23]. Durch die geringeren Investitionskosten wird folgend auch weniger Kapital in IT-Ressourcen gebunden [vgl. Reinheimer 2018, S. 31].

### **Zeit**

Durch automatisiertes Prozess- und Ressourcenmanagement unterbleiben lange Wartezeiten für die Prozessrealisierung. Die Prozesse stehen ‚quasi auf Knopfdruck‘ zur Verfügung [vgl. Baun 2011, S. 2]. Für die Unternehmen bedeutet diese Art der Bereitstellung eine Zeitersparnis. Auch die Administrierung und die Wartung der Systeme entfallen für den Nutzer und gehen in den Verantwortungsbereich der Serviceanbieter vollständig über [vgl. Reinheimer 2018, S. 31].

### **Qualität**

Durch die standardisierte und automatisierte Bereitstellung von Prozessen innerhalb der Cloud wird die Fehlerquote bei der Prozesserstellung reduziert. Die Qualität der Prozesserstellung ist nicht mehr abhängig vom jeweiligen Prozessersteller. Angestrebt werden qualitativ hochwertige und fehlerfreie Prozesse [vgl. Kellermann 2016, S.11].

Auch die kontinuierliche Überwachung der Prozesse anhand von Kennzahlen, Meldekettens usw. trägt zur Erhöhung der Prozessqualität bei. Ein weiteres Qualitätsmerkmal stellt die Analyse der Daten dar. Anhand dieser können Prozesse und Vorhersagen kontinuierlich optimiert werden [vgl. Kellermann 2016, S. 11].

### **Flexibilität**

Der Zugriff auf die Cloud erfolgt ortsunabhängig [vgl. Reinheimer 2018, S. 31]. Dadurch werden Daten und Prozesse flexibel zu jeder Zeit und an jedem Ort für Unternehmen verfügbar. Voraussetzungen sind eine Internetverbindung und ein internetfähiges Endgerät.

Durch die automatisierte Bereitstellung werden Unternehmen flexible Prozesse ermöglicht. Damit können sie schneller neue Geschäftsprozesse (Time-to-Market) ausprobieren und bei einem Misserfolg den Markt unkompliziert wieder verlassen. Die genutzten Ressourcen können nach Marktaustritt zurückskaliert werden [vgl. Münzl, Pauly und Reti 2015, S. 19].

#### 4.4.1 Spezifische Anforderungen von KMU an die Cloud in SCM-Prozessen

Erfolgswirksame Kriterien sind nur ein Teil der Anforderungen, die KMU stellen. Durch den Einsatz einer Cloud ergeben sich weitere Anforderungen, die nachfolgend thematisiert werden. Hierbei handelt es sich um einen allgemeingültigen Auszug von Anforderungen.

##### **Skalierbarkeit**

Eine dynamische Skalierbarkeit von Ressourcen stellt für KMU einen wesentlichen Aspekt dar. Durch diese wird die Anpassung der über die Cloud bereitgestellten Ressourcen an den Unternehmensbedarf ermöglicht. Dabei können die Ressourcen je nach Anforderungsprofil dynamisch, schnell und problemlos erweitert oder reduziert werden, sodass Unternehmen flexibel auf Lastspitzen ihrer IT-Ressourcen reagieren und diese je nach Bedarf anpassen können [vgl. Baun 2011, S. 2].

##### **Kooperationsplattform**

Grundlage für SCM ist die Kooperation verschiedener Firmen. Diese werden zur Wertschöpfungskette zusammengefasst. Die Cloud bietet hierfür eine geeignete Plattform. Sowohl unternehmensinterne als auch -übergreifende Kooperationen können zentral über die Cloud realisiert und verwaltet werden [vgl. Barton 2014, S. 48].

##### **Systemintegration**

Ein weiteres Kriterium für den Einsatz einer Cloud-Lösung ist die Systemintegration in bestehende Unternehmensanwendungen. Die Cloud muss über Schnittstellen verfügen, die eine Systemintegration ermöglichen [vgl. Barton 2014, S. 48].

##### **Transparente Datenspeicherung**

Relevant ist zudem die transparente Datenspeicherung. Für das Unternehmen, das die Cloud einsetzen möchte, ist es entscheidend, wo der jeweilige Cloud-Service-Anbieter die Daten der Cloud geografisch speichert. Der Anbieter muss dies offenlegen. Dabei müssen die länderspezifischen gesetzlichen Vorgaben und Regelungen sowohl am Ort der Datenspeicherung als auch am Ort der Datennutzung eingehalten werden [vgl. Ferri 2016, S. 23].

#### 4.4.2 Spezifische Anforderungen von KMU an SCM-Software aus der Cloud

Im Folgenden werden spezifische Anforderungen von KMU an eine SCM-Software aus der Cloud vorgestellt. Hierbei liegt der Fokus auf den Eigenschaften der genutzten Software. Die genannten Anforderungen stellen allgemeingültige Anforderungen dar.

##### **Transparente Prozesse**

SCM lebt von Transparenz. Mehrere Unternehmen werden zu Wertschöpfungsketten verknüpft und müssen Informationen entlang der Supply-Chain austauschen [vgl. Voß 2020, S. 21]. Mit der eingesetzten Software müssen selbst komplexe Lieferketten vollständig von End-to-End transparent abgebildet werden können [vgl. Stölzle 2012, S. 147].

##### **Usability**

Die Usability (in Deutsch ‚Benutzerfreundlichkeit‘) ist maßgeblich für ein positives Nutzererlebnis von Kunden und Mitarbeitern verantwortlich. Ziel ist es, beide zu begeistern und damit die Akzeptanz der digitalen Lösung zu erhöhen sowie die Kundenbindung zu verstärken [vgl. Ternès und Schieke 2018, S. 25].

##### **Konnektivität**

Durch den Einsatz neuer Software in Unternehmen kann es zu Softwarebrüchen kommen. Ein Softwarebruch besteht, wenn vorhandene und neue Software keine gemeinsamen Schnittstellen aufweisen. Um dies zu verhindern, muss sich die Software an die bestehende Unternehmens-IT adaptieren und nahtlos integrieren lassen [vgl. Stölzle 2012, S. 149].

##### **Implementierung**

Durch den Einsatz einer Cloud in Unternehmen ändern sich auch die Prozesse. Hieraus folgt die nachträgliche Implementierung von Prozessen in die genutzte cloudbasierte SCM-Software. Dadurch soll die Implementierung von Prozessen verbessert werden [vgl. Stölzle 2012, S. 147].

#### 4.5 SWOT-Analyse einer cloudbasierten Supply-Chain-Management-Lösung für kleine und mittelständische Unternehmen

Das Akronym S-W-O-T steht für die englischen Begriffe Strengths, Weaknesses, Opportunities und Threats [vgl. Siller und Grausam 2016, S. 181]. Bei einer SWOT-Analyse erfolgt damit eine Gegenüberstellung von Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken.

Hierfür werden sowohl innerbetriebliche Stärken und Schwächen als auch externe Chancen und Risiken betrachtet. Die SWOT-Analyse stellt die internen und die externen Kriterien in Beziehung zueinander dar.

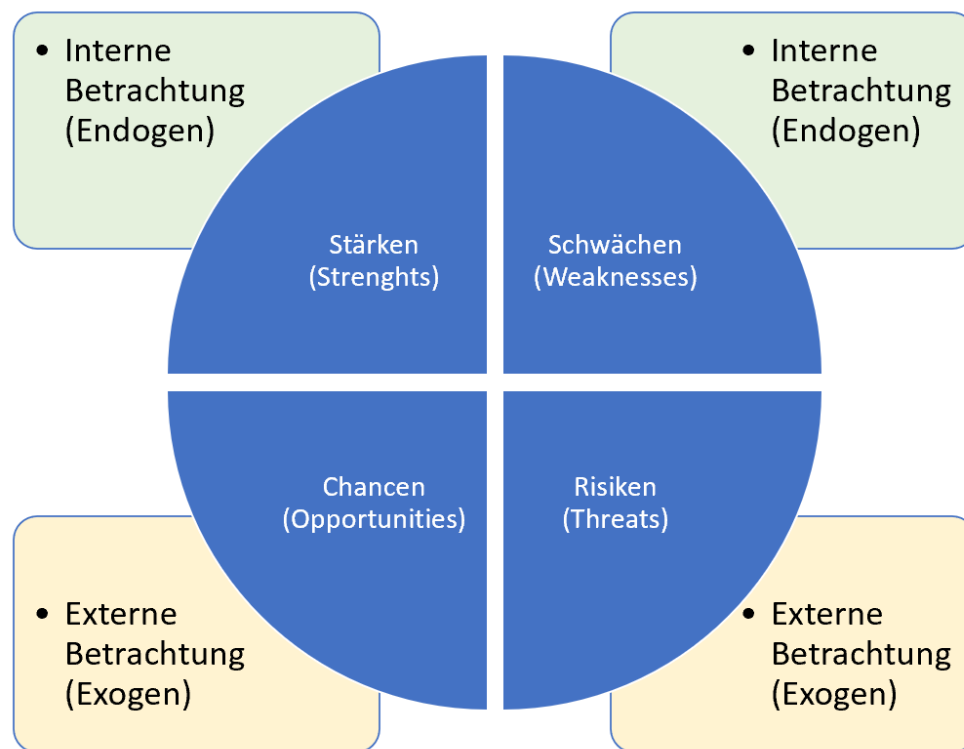


Abbildung 14: Grundmodell einer SWOT-Analyse, Quelle: Eigene Darstellung

Innerhalb dieser Arbeit werden die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken durch den Einsatz einer cloudbasierten SCM-Lösung analysiert. Die Erkenntnisse wurden in Tabelle 4 gesammelt und in eine SWOT-Matrix Tabelle 5 überführt.

Tabelle 4: SWOT-Analyse einer cloudbasierten SCM-Lösung für KMU,

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spezialisierung/Nischenexpertise</li> <li>- Kosteneffizienz</li> <li>- zeitoptimierte Realisierung von Prozessen</li> <li>- qualitativ hochwertige Prozesse durch Automation</li> <li>- Flexibilität</li> <li>- geografische Unabhängigkeit</li> <li>- kundenorientiert</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenig Ressourcen</li> <li>- Defizite bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten/ Digitalisierung steht nicht im Fokus</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zugang zu externem Wissen, Daten und Informationen (SCM)</li> <li>- staatliche Förderung der Digitalisierung</li> <li>- allgemeiner Trend zur Digitalisierung</li> <li>- Wachstumstrend für digitale SCM, getrieben durch Industrie 4.0</li> </ul>	<p><b>Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pandemierisiko</li> <li>- veränderte Kundenanforderungen</li> <li>- zunehmender Konkurrenz- und Wettbewerbsdruck</li> <li>- Änderungen von Gesetzen und Vorschriften</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

Im Folgenden wird aus den einzelnen Kriterien die SWOT-Matrix entwickelt. Hierfür werden die Kriterien über Kreuz verglichen und strategisch ausgewertet.

Aus dieser Gegenüberstellung lassen sich anschließend Handlungsempfehlungen in Bezug auf den Einsatz einer cloudbasierten SCM-Lösung in KMU ableiten [vgl. Wolf 2019, S. 12].



Tabelle 5: SWOT-Matrix,

<p><b>Unternehmensfaktoren</b></p> <p><b>Umweltfaktoren</b></p>	<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spezialisierung/ Nischenexpertise</li> <li>- Kosteneffizienz</li> <li>- zeitoptimierte Realisierung von Prozessen</li> <li>- qualitativ hochwertige Prozesse durch Automation</li> <li>- Flexibilität</li> <li>- geografische Unabhängigkeit</li> <li>- kundenorientiert</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenig Ressourcen</li> <li>- Defizite bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten/Digitalisierung steht nicht im Fokus</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zugang zu externem Wissen, Daten und Informationen (SCM)</li> <li>- staatliche Förderung der Digitalisierung</li> <li>- allgemeiner Trend zur Digitalisierung</li> <li>- Wachstumstrend für digitale SCM, getrieben durch Industrie 4.0</li> </ul>	<p><b>Stärken/Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kundenorientierung auf SCM-Prozesse ausweiten</li> <li>- Spezialisierung/ Nischenexpertise für IoT aufbauen</li> </ul> <p><i>Stärken einsetzen, um Chancen zu nutzen</i></p> <p><b>Strategie ‚Ausbauen‘</b></p>	<p><b>Schwächen/Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- staatliche Förderung nutzen, um Ressourcen auszubauen</li> <li>- Trend nutzen, um Digitalisierung voranzutreiben/ Fokussierung auf Digitalisierung</li> <li>-</li> </ul> <p><i>Chancen nutzen, um Schwächen zu verringern</i></p> <p><b>Strategie ‚Aufholen‘</b></p>
<p><b>Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pandemierisiko</li> <li>- veränderte Kundenanforderungen</li> <li>- zunehmender Konkurrenz und Wettbewerbsdruck</li> <li>- Änderungen von Gesetzen und Vorschriften</li> </ul>	<p><b>Stärken/Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geografische Unabhängigkeit im Fall einer Pandemie (Homeoffice)</li> <li>- flexibel, kosteneffizient und zeitoptimiert auf Kundenanforderungen reagieren</li> <li>- Spezialisierung/ Nischenexpertise nutzen, um Konkurrenz und Wettbewerbsdruck zu reduzieren</li> </ul> <p><i>Stärken nutzen, um Risiken zu reduzieren</i></p> <p><b>Strategie ‚Absichern‘</b></p>	<p><b>Schwächen/Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalisierung fokussieren, um benötigtes Know-how in rechtlichen Sachverhalten aufzubauen</li> <li>- Ressourcen aufstocken, um auf veränderte Kundenanforderungen und Wettbewerb reagieren zu können</li> </ul> <p><i>Schwächen abbauen, um Risiken zu minimieren</i></p> <p><b>Strategie ‚Vermeiden‘</b></p>

Quelle: Eigene Darstellung

## 5 Zusammenfassung

Das folgende Kapitel bildet die Zusammenfassung dieser Arbeit. Hier werden alle gewonnenen Ergebnisse kritisch betrachtet und es wird ein Resümee gezogen. Zudem gibt der Autor eine Empfehlung für zukünftigen Forschungsbedarf.

### 5.1 Zusammenfassung der Arbeit

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, den Einsatz einer Cloud-Lösung in digitalen Supply-Chain-Prozessen bei KMU näher zu betrachten. Im Rahmen einer IST-Analyse hat sich der Verfasser dieser Arbeit vor allem mit dem Einsatz einer cloudbasierten Lösung für digitale SCM-Prozesse in KMU auseinandergesetzt. Zur Erarbeitung der Ergebnisse wurden Literaturrecherchen in Fachzeitschriften, Fachliteratur sowie Internetquellen und ausgewählten Publikationen durchgeführt.

Dabei wurde aufgezeigt, dass Deutschland im weltweiten Vergleich Platz 18 in der digitalen Wettbewerbsfähigkeit belegt. Da rund 99,5 % aller deutschen Unternehmen der Gruppe der KMU angehören, wurde der Fokus in dieser Arbeit auf diese gelegt.

Bei näherer Betrachtung der KMU stellte sich die Bedeutung von SCM-Prozessen heraus, die direkt zum Unternehmenserfolg beitragen und sich als strategische Funktion der Unternehmensstrategie etabliert haben. Durch die steigende Vernetzung nimmt auch die Relevanz unternehmensübergreifender Supply-Chain-Prozesse zu.

Bei der technologischen Auswahl von Cloud-Computing standen die revolutionäre Nutzung von IT-Ressourcen und die damit verbundenen Innovationspotenziale für KMU im Fokus.

Im Verlauf dieser Bachelorarbeit konnte aufgezeigt werden, dass KMU durch den Einsatz von Cloud-Computing die Vorteile dieser Technologie im Vergleich zu herkömmlichen On-Premise-Lösungen nutzen können.

Kritischen Einstellungen zum Thema Datenschutz und Informationssicherheit, zur Sicherheit von Clouddiensten und zum Verlust von Daten, kann durch den geplanten und systematischen Einsatz von Cloud-Computing entgegengewirkt werden. Entscheidend hierfür ist die gezielte vorherige Verifizierung der Dienstleister durch die Unternehmen.

Betrachtet wurde auch der Einsatz von Cloud-Computing in SCM-Prozessen. Aus den erarbeiteten Ergebnissen lässt sich ableiten, dass Cloud-Computing bei der Entwicklung eines

lokalen, hin zu einem unternehmensübergreifenden SCM eine wesentliche Rolle spielt. Cloud-Computing ermöglicht die vollständig transparente Darstellung komplexer Lieferketten und Auswirkungen innerhalb der Lieferkette können in Echtzeit dargestellt werden.

Auch für die unternehmensübergreifende Vernetzung ist das Cloud-Computing eine geeignete Basis innerhalb der Supply-Chain. Da die Prozesse im SCM auf der Zusammenarbeit mehrerer Prozesspartner aufbauen, kann Cloud-Computing hierbei als Kooperationsplattform dienen. Vor allem durch die Entwicklung zu Supply-Chain-Netzwerken werden die Anforderungen an unternehmensübergreifende Prozesse bedeutender.

Auch bei der Weiterentwicklung aktueller Supply-Chain-Prozesse ist Cloud-Computing relevant. Künftige Prozesse werden zunehmend mit neuen Technologien verknüpft und der Einsatz von KI, Big Data und IoT in Unternehmen wahrscheinlicher. Diese Technologien stehen im direkten Verbund zum Cloud-Computing.

Bezugnehmend auf die Forschungsfrage, ob Cloud-Computing eine Alternative für den Einsatz in SCM-Prozessen von KMU darstellt, konnte anhand der Analyse der Ergebnisse bestätigt werden, dass Cloud-Computing eine geeignete Technologie zur Realisierung digitaler SCM-Prozesse in KMU darstellt. Vor allem in Bereichen der Digitalisierung und der Vernetzung können KMU profitieren und ihre Wettbewerbsfähigkeit verbessern.

## 5.2 Empfehlungen für zukünftige Forschung

Die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse stellen nur eine Teilbetrachtung cloudbasierter Lösungen in SCM-Prozessen von KMU dar. Keine Beachtung fand hierbei deren finanzielles Gefüge über einen längeren Zeitraum. Aus diesen Überlegungen ergibt sich ein weiterer Forschungsbedarf, der die preisliche Entwicklung cloudbasierter Lösungen unter Beachtung der Energiewende und dem Einsatz erneuerbarer Energien über einen längeren Zeitraum analysiert.

Weitere Forschungsschwerpunkte ergeben sich im Bereich der Datenschutzgesetze. Hierbei wären die Auswirkungen weltweiter Gesetzesänderungen auf die Nutzung cloudbasierter Lösungen in deutschen KMU lohnenswerte Untersuchungsgegenstände

## Literaturverzeichnis

- Alicke, Knut: Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken: Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management. 2. Aufl. Berlin: Springer, 2005.
- Amazon Web Services: AWS - Die Vorteile auf einen Blick, 2021, <https://aws.amazon.com/de/application-hosting/benefits/>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Barton, Thomas: E-Business mit Cloud Computing: Grundlagen / Praktische Anwendungen / verständliche Lösungsansätze. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014.
- Baun, Christian [u. a.]: Cloud Computing: Web-basierte dynamische IT-Services. 2. Aufl. Berlin: Springer, 2011.
- Bayer, Martin: Hat das klassische ERP noch eine Zukunft?, 19.10.2018, <https://www.computerwoche.de/a/hat-das-klassische-erp-noch-eine-zukunft,3545987>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Becker, Wolfgang und Patrick Ulrich: Industrie 4.0 im Mittelstand. Best Practices und Implikationen für KMU. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2017.
- Beckmann, Holger: Prozessorientiertes Supply Chain Engineering: Strategien, Konzepte und Methoden zur modellbasierten Gestaltung. Wiesbaden, Springer Fachmedien, 2012.
- Bitkom Research: Corona-Pandemie zwingt Unternehmen zur Digitalisierung, 22.11.2020, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Corona-Pandemie-zwingt-Unternehmen-zur-Digitalisierung>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Braun, Tobias: Chancen und Risiken von Industrie 4.0 für kleine und mittlere Unternehmen. Eine Untersuchung am Beispiel der mittelständischen Automobilzulieferer. Hamburg, Diplomica Verlag, 2017.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: Digitale Gesellschaft. Cloud Computing Grundlagen, o. J., [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/CloudComputing/Grundlagen/Grundlagen\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/CloudComputing/Grundlagen/Grundlagen_node.html), zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Chancen für den Mittelstand durch Cloud Computing - ein Wegweiser: AG2 Fachinitiative Cloud Computing. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2012.
- Cloud-EcoSystem e.V.: Historisch: Die Geschichte des Cloud Computing. Rund um die Cloud, 16.06.2019, <https://www.smartbusinesscloud.de/geschichte-des-cloud-computing>, zuletzt aufgerufen 11.12.2020.

- Corsten, Daniel und Christoph Gabriel: Supply Chain Management erfolgreich umsetzen: Grundlagen, Realisierung und Fallstudien. Berlin: Springer, 2002.
- Council of Supply Chain Management Professionals: CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary, o. J., [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx), zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Die Bundesregierung: Kosten / Strompreis. Bezahlbarkeit gehört zu den drei Leitprinzipien, die die Bundesregierung für die Energiewende festgeschrieben hat, 2021, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/energiewende/fragen-und-antworten/allgemeines/kosten-strompreis-455276>, zuletzt aufgerufen 03.01.2021.
- Europäische Union: VERORDNUNG (EU) 2016/ 679 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES - vom 27. April 2016 - zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/ 46/ EG (Datenschutz-Grundverordnung), 2016, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- European Organization for Nuclear Research: The birth of the Web, o. J., <https://home.cern/science/computing/birth-web>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Fahrenschon, Georg (Hrsg.): Mittelstand - Motor und Zukunft der deutschen Wirtschaft: Erfolgskonzepte für Management, Finanzierung und Organisation. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2015.
- Fehling, Christoph [u. a.]: Kompakt-Lexikon Wirtschaftsinformatik: 1.500 Begriffe nachschlagen, verstehen, anwenden. Wiesbaden: Springer Gabler, 2013.
- Ferri, Abolhassan (Hrsg.): Was treibt die Digitalisierung? Warum an der Cloud kein Weg vorbeiführt. Wiesbaden, Springer Gabler, 2016.
- Forrester, Jay W.: Industrial Dynamics. Cambridge: Library of Congress, 1961.
- Frank Roland, Gregor Schumacher und Andreas Tamm: Cloud-Transformation: Wie die Public Cloud Unternehmen verändert. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2019.
- Franzetti, Claudio: Essenz der Informatik. Berlin: Springer Vieweg, 2019.
- Google Trends: Google Trendanalyse. Cloud Computing, 2020, [https://trends.google.de/trends/explore?date=all&geo=DE&q=%2Fm%2F02y\\_9m3](https://trends.google.de/trends/explore?date=all&geo=DE&q=%2Fm%2F02y_9m3), zuletzt aufgerufen 12.01.2021.

- Handelsgesetzbuch (HGB) vom 10.05.1897 in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 4100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12. August 2020 (BGBl. I S. 1874) geändert worden ist.
- Hermes Germany: Der Weg zu Logistik 4.0. – Big Data im Supply Chain Management. 2020, <https://www.hermes-supply-chain-blog.com/der-weg-zu-logistik-4-0-big-data-im-supply-chain-management/>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Hertfelder Tobias und Philipp Futterknecht: Der ERP-Irrglaube im Mittelstand: Wie Sie als Entscheider das Thema ERP zum Erfolg führen. Berlin: Springer, 2019.
- IBM Deutschland GmbH: IaaS, PaaS und SaaS: IBM Cloud-Service-Modelle. 2020, <https://www.ibm.com/de-de/cloud/learn/iaas-paas-saas>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Ihlau Susann und Hendrik Duscha: Besonderheiten bei der Bewertung von KMU: Planungsplausibilisierung, Steuern, Kapitalisierung. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2019.
- Institut für Mittelstandsforschung: Definitionen, 2021, <https://www.ifm-bonn.org/definition>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Institut für Mittelstandsforschung: Mittelstand im Überblick, 2021, <https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/volkswirtschaftliche-bedeutung-der-kmu/deutschland>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Intel Corporation: Announcing a New Era of Integrated Electronics: The Intel 4004, 2020, <https://www.intel.com/content/www/us/en/history/virtual-vault/articles/the-intel-4004.html>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- IONOS Digitalguide: Die Public Cloud: Mehr Rechenpower für alle!, 07.05.2019, <https://www.ionos.de/digitalguide/server/knowhow/public-cloud/>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- IT-daily: Multi-Tenancy: Sichere Datenisolierung für die Cloud-Computing-Ära, 28.02.2018, <https://www.it-daily.net/it-management/cloud-computing/18039-multi-tenancy-sichere-datenisolierung-fuer-die-cloud-computing-aera>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Kellermann, Jörn: Effizienz durch Automatisierung: Das „Zero Touch“-Prinzip im IT-Betrieb. Wiesbaden: Springer Gabler, 2016.
- Keller, Susanne: Die Reduzierung des Bullwhip Effektes. Eine quantitative Analyse aus betriebswirtschaftlicher Perspektive. Diss., Univ. Duisburg-Essen, 2004.
- KfW: Corona-Krise trifft deutschen Mittelstand mit Wucht: Umsatzeinbußen von insgesamt 75 Mrd. EUR im März, 2020, Pressemitteilung vom 28.04.2020, <https://www.kfw.de/KfW->

- Konzern/Newsroom/Aktuelles/Pressemitteilungen-Details\_583232.html, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Kolmykova, Anna: Supply Chain Integration: Entwicklung eines Integrators für die globale Supply Chain. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2016.
- Kuhn, Axel und Bernd Hellingrath: Supply Chain Management: Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette. Berlin: Springer Verlag, 2002.
- Kurbel, Karl: Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie: Von MRP bis Industrie 4.0. 8. Aufl. Berlin: De Gruyter Oldenbourg, 2016.
- Labes, Stines: Grundlagen des Cloud Computing: Konzept und Bewertung von Cloud Computing. Berlin: Technische Universität, 2012.
- Leeser, Daniel Christian: Digitalisierung in KMU kompakt: Compliance und IT-Security. Berlin: Springer Verlag, 2020.
- Lenk, Alexander: Cloud Standby: Eine Methode zur Vorhaltung eines Notfallsystems in der Cloud, Diss., Univ. Karlsruher Institut für Technologie, 2014.
- Lindner, Dominic, Paul Niebler und Markus Wenzel: Der Weg in die Cloud: Ein Leitfaden für Unternehmer und Entscheider. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2020.
- Lindner, Dominic: KMU im digitalen Wandel: Ergebnisse empirischer Studien zu Arbeit, Führung und Organisation. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2019.
- Lins, Sebastian, Stephan Schneider und Ali Sunyaev: Cloud-Service-Zertifizierung: Ein Rahmenwerk und Kriterienkatalog zur Zertifizierung von Cloud-Services. 2. Aufl. Berlin: Springer, 2019.
- Mell, Peter und Timothy Grance: The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, MD. Special Publication 800-145, 2011, <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Microsoft Corporation: Was ist Cloud Computing: Leifaden für Einsteiger, 2021, <https://azure.microsoft.com/de-de/overview/what-is-cloud-computing/>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Münzl, Gerald, Michael Pauly und Martin Reti: Cloud Computing als neue Herausforderung für Management und IT. Berlin: Springer Verlag, 2015.

- Neumann, Detlev: Künstliche Intelligenz in der Supply Chain, 04.10.2018, <https://digitaler-mittelstand.de/technologie/ratgeber/kuenstliche-intelligenz-in-der-supply-chain-54204>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Pols, Axel und Peter Heidkamp: Cloud-Monitor 2020. Eine Studie von BITKOM Research im Auftrag von KPMG, Pressekonferenz, 2020, [https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-06/prasentation\\_bitkom\\_kpmg\\_pk-cloud-monitor.pdf](https://www.bitkom.org/sites/default/files/2020-06/prasentation_bitkom_kpmg_pk-cloud-monitor.pdf), zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Poluha, Rolf G.: Quintessenz des Supply Chain Managements: Was Sie wirklich über ihre Prozesse in Beschaffung, Fertigung, Lagerung und Logistik wissen müssen. Berlin: Springer, 2010.
- Poppe, Ronald: Kooperationsplattformen für das Supply Chain Management: Gestaltungsempfehlungen für die kooperative Koordination der Supply Chain. Diss., Univ. Osnabrück, 2016.
- Reinheimer, Stefan (Hrsg.): Cloud Computing: Die Infrastruktur der Digitalisierung. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2018.
- Riwotzki, Jens: Cloud-Computing – Theorie und Praxis: Effektiver Einsatz von Cloud Services. Bodenheim: Herdt Verlag, 2017.
- Schlotmann, Raimund: Digitalisierung auf mittelständisch: Die Methode "Digitales Wirkungsmanagement". Berlin: Springer-Verlag, 2018.
- Schröder, Christian, Susanne Schlepphorst und Rosemarie Kay: Bedeutung der Digitalisierung im Mittelstand (IfM-Materialien Nr.244). Bonn: Institut für Mittelstandsforschung, 2015.
- Schwanebeck, Axel (Hrsg.): Big Data - In den Fängen der Datenkraken: Die (un-)heimliche Macht der Algorithmen. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 2017.
- Sendler, Ulrich: KI-Kompass für Entscheider: Künstliche Intelligenz in der Industrie: Strategien – Potenziale – Use Cases. München: Carl Hanser Verlag, 2020.
- Siller, Helmut und August Grausam: Selbstcontrolling für Selbständige und kleine Unternehmen. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2016.
- Sinsel, Alexander: Das Internet der Dinge in der Produktion: Smart Manufacturing für Anwender und Lösungsanbieter. Berlin: Springer, 2020.
- Stölzle, Wolfgang (Hrsg.): Business Innovation in der Logistik: Chancen und Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2012.



- Szer, Benjamin: Cloud Computing und Wissensmanagement: Bewertung von Wissensmanagementsystemen in der Cloud. Hamburg: Diplomica, 2014.
- Ternès, Anabel und Sebastian Schieke: Mittelstand 4.0: Wie mittelständische Unternehmen bei der Digitalisierung den Anschluss nicht verpassen. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2018.
- Voß, Peter H. (Hrsg.): Logistik – die unterschätzte Zukunftsindustrie: Strategien und Lösungen entlang der Supply Chain 4.0. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2020.
- Wannenwetsch, Helmut: Vernetztes Supply Chain Management: SCM-Integration über die gesamte Wertschöpfungskette. Berlin: Springer, 2005.
- Weber, Jürgen: Logistikkostenrechnung: Kosten-, Leistungs- und Erlösinformationen zur erfolgsorientierten Steuerung der Logistik. 3. Aufl. Berlin: Springer, 2012.
- Weber, Robert und Peter Seeberg: KI in der Industrie: Grundlagen, Anwendungen, Perspektiven. München: Carl Hanser Verlag, 2020.
- Wellbrock, Wanja: Innovative Supply-Chain-Management-Konzepte: Branchenübergreifende Bedarfsanalyse sowie Konzipierung eines Entwicklungsprozessmodells. Diss., Univ. Marburg, 2015.
- Werner, Hartmut: Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 6. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2017.
- WirtschaftsWoche: Deutschland fällt im digitalen Wettbewerb weiter zurück, 01.10.2020, <https://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/ranking-zur-wettbewerbsfaehigkeit-deutschland-faellt-im-digitalen-wettbewerb-weiter-zurueck/26235682.html>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.
- Wolf, Jochen [u. a.]: Erfolg im Mittelstand: Tipps für die Praxis. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2019.
- Yokogawa Deutschland GmbH: Bausteine der Industrie 4.0, o. J., <https://www.yokogawa.com/de/solutions/solutions/industrial-iot/bausteine-der-industrie-40>, zuletzt aufgerufen 12.01.2021.

## Erklärung nach § 18 Abs. 4 Nr. 7 APO THI

---

### Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benützt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Ingolstadt, den 21.01.2021

Lucas Stage