



**Beschaffungsstrategie Additive Fertigung:
Sourcingkonzept für eine verbesserte Risikoposition**

Arbeitspapier Nr. 20

Beschaffungsstrategie Additive Fertigung: Sourcingkonzept für eine verbesserte Risikoposition

Matthias M. Meyer

Arbeitspapier Nr. 20

Universität der Bundeswehr München

Fakultät für Wirtschafts- und Organisationswissenschaften

Univ.-Prof. Dr. Michael Eßig

85577 Neubiberg

© Matthias M. Meyer / Universität der Bundeswehr München, alle Rechte vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | I |
| Abbildungs- und Tabellenverzeichnis | II |
| Abkürzungsverzeichnis | 4 |
| 1. Konzeptionelle Grundlagen des Dissertationsvorhabens | 5 |
| 1.1. Einleitung und Relevanz..... | 5 |
| 1.1.1. Problemstellung Risikoposition der Beschaffung | 5 |
| 1.1.2. Additive Fertigung – Veränderungen in der Risikoposition von Beschaffungsobjekten?..... | 6 |
| 1.2. Bezugspunkte der Arbeit | 11 |
| 1.2.1. Bezugspunkt Risikomanagement | 12 |
| 1.2.2. Bezugspunkt Sourcing als Teil der Beschaffung..... | 15 |
| 1.2.3. Bezugspunkt Additive Fertigung..... | 22 |
| 1.3. Stand der Forschung..... | 27 |
| 1.4. Forschungsziele und Methodik der Dissertation..... | 35 |
| 1.4.1. Abgeleitete Forschungsfragen | 35 |
| 1.4.2. Geplante Forschungsmethodik..... | 39 |
| 1.5. Vorgehensweise, Ausblick und erste Erkenntnisse | 41 |
| 2. Literaturverzeichnis | 43 |

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Venn-Diagramm mit den Bezugspunkten der Arbeit | 11 |
| Abbildung 2: Risikomanagementprozess | 14 |
| Abbildung 3: Sourcing im Beschaffungsprozess in Anlehnung an van Weele und Eßig, 2016, S. 24 | 20 |
| Abbildung 4: Additiver Fertigungsprozess | 24 |
| Abbildung 5: Bezugsrahmen ITO-Modell AM | 26 |
| Abbildung 6: Vorgehensmodell der strukturierten Literaturanalyse | 28 |
| Abbildung 7: Kumulierte Anzahl und Fokus der Veröffentlichungen | 30 |
| Abbildung 8: Betrachtete AM-Produktgruppen nach Publikationsjahr | 31 |
| Abbildung 9: Aufbau der Arbeit | 41 |

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Extraktion Bestandteile des Sourcing anhand deren Definitionen | 18 |
| Tabelle 2: Aufteilung der Publikationen nach Zeitschrift und industriellem Fokus | 29 |
| Tabelle 3: Ausgewählte Aussagen zu AM im Kontext von Produktions- und Transaktionskosten | 33 |
| Tabelle 4: Theoretische Ansätze der Publikationen | 34 |
| Tabelle 5: Angewandte Forschungsmethodik der Publikationen | 35 |
| Tabelle 6: Übersicht der Forschungsfragen und des betreffenden Wissenschaftsziels | 38 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------|--|
| AM | Additive Fertigung (eng. Additive Manufacturing) |
| BRT | Beschaffungsrisiko-Transfer |
| bspw. | beispielsweise |
| bzw. | beziehungsweise |
| eng. | Englisch |
| f. | folgende |
| ff. | fortfolgende |
| FF | Forschungsfrage |
| IP | Eigentumsrechte (eng. Intellectual Property) |
| kg | Kilogramm |
| LTE | Leistungstiefenentscheidung |
| mio | Millionen |
| RM | Risikomanagement |
| RP | Risikoposition |
| SCM | Supply Chain Management |
| Tab. | Tabelle |
| u.a. | unter anderem |
| Vgl. | Vergleiche |

1. Konzeptionelle Grundlagen des Dissertationsvorhabens

1.1. Einleitung und Relevanz

1.1.1. Problemstellung Risikoposition der Beschaffung

Im Jahr 2016 nutzte der bosnische Automobilzulieferer für Sitzschalen - Prevent TWB - die Abhängigkeit im Bezug VW-spezifischer Beschaffungsobjekte, welche im Spritzgussverfahren gefertigt wurden aus. Prevent TWB war zu diesem Zeitpunkt für einem Großteil der Modelle, welche vom Volkswagenkonzern (VW) im Single-Sourcing bezogen wurden verantwortlich. So stoppte dieser die Belieferung um eine Preiserhöhung aller von Volkswagen bezogenen Beschaffungsobjekte um 25% durchsetzen.¹ Diese Versorgungsstörung hatte Produktionsunterbrechungen an mehreren Standorten zur Folge und verursachte einen Schaden von über 100mio€.² Dies zeigt, wie die strategische Bedeutung der Beschaffung und die Relevanz Ihrer Entscheidungen in den vergangenen Jahrzehnten ausgehend von einem steigenden Fremdbezugsanteil in nahezu allen Branchen stark zugenommen hat.³ So erfuhr beispielsweise die Automobilindustrie einen Anstieg von 56% in 1985 auf 78% in 2010.⁴ Begründet werden kann dies durch einen intensivierten Wettbewerbsdruck, welcher verkürzte Produktlebenszyklen, erhöhte Komplexität von Produkten und Dienstleistungen, sowie Kostenreduktionen fordert,⁵ wodurch Beschaffungsorganisationen (Abnehmer) vermehrt Beschaffungsobjekte bei Lieferanten beziehen.⁶ Die Ausgestaltung der extern zugeführten Erfolgspotentiale einer Organisation durch die Beschaffung wird als Sourcing bezeichnet.⁷ Mit der Erhöhung des Fremdbezugsanteils hat sich mit der ansteigenden strategischen Bedeutung der Beschaffung zudem deren Risiko erhöht,⁸ welches von je direkt mit betriebswirtschaftlichem Handeln verbunden ist.⁹ So nimmt die Minimierung des

¹ Vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung (05.02.2020).

² Vgl. Handelsblatt (07.01.2020).

³ Vgl. Carr / Pearson (1999), 497 f.; Vitasek (2016), S. 128.

⁴ Siehe Statista (2010).

⁵ Vgl. Harland / Brenchley / Walker (2003), 51 f.; Wagner / Bode (2006), 301 f.

⁶ Der Bezug benötigter Produkte über den Markt erfährt zu meist Produktionskostenvorteile gegenüber deren Eigenfertigung vgl. Williamson (1991), S. 78. Ausgehend der vermehrten Notwendigkeit zur Kostenreduktion fokussieren sich Beschaffungsorganisationen (Abnehmer) somit zunehmend auf Ihre eigenen Kernkompetenzen, was einen vermehrten Bezug von Beschaffungsobjekten bei Lieferanten (Outsourcing) zur Folge hat vgl. Vitasek (2016), S. 128.

⁷ Vgl. Anderson / Katz (1998), S. 2. Zur näheren Definition des Sourcingbegriffs siehe Kapitel 1.2.2

⁸ Vgl. Harland / Brenchley / Walker (2003), S. 51.

⁹ Vgl. Bea / Friedl / Schweitzer (2005), S. 27.

Risikos von Beschaffungsobjekten bei der Durchführung der Transfer- und Transaktionsprozesse mit Lieferanten eine elementare Aufgabe¹⁰ zur Aufrechterhaltung der betrieblichen Aktivitäten.¹¹ Besonders bei materialorientierten Unternehmen ist der Ausfall bedeutsamer Beschaffungsquellen unmittelbar existenzgefährdend, wodurch die Minimierung der Beschaffungsrisiken für diese elementar ist.¹² Dies zeigt das Beispiel des Volkswagenkonzerns aber auch die Einführung des Gesetzes zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich (KonTraG)¹³ begründet zudem die wachsende Notwendigkeit für beschaffende Unternehmen Ihr Sourcing vermehrt aus einer Risikomanagementperspektive zu betrachten.¹⁴ So existiert eine Vielzahl unterschiedlichster Beschaffungsrisiken, welche im Sourcing von Beschaffungsobjekten relevant sind.¹⁵ Die Steuerung dieser bedarf der Entwicklung von Konzepten, um die Risikoposition von Beschaffungsobjekten bspw. durch Nutzung alternativer Bezugsquellen verbessern.¹⁶

1.1.2. Additive Fertigung – Veränderungen in der Risikoposition von Beschaffungsobjekten?

Additive Fertigung beschreibt eine Technologie, welche umgangssprachlich häufig als 3D-Druck bezeichnet wird.¹⁷ Diese ermöglicht es im Gegensatz zu traditionellen¹⁸ Fertigungsverfahren mithilfe eines einzelnen Investitionsgutes (3D-Drucker) in Kombination mit Rohmaterial¹⁹, hochkomplexe kundenspezifische²⁰ Bauteile „werkzeuglos“²¹ bei geringer Vorlaufzeit²² in Endkundennähe²³ zu fertigen. Die Implikationen, welche sich

¹⁰ Vgl. Large (2006), S. 21.

¹¹ Vgl. Arnold (1982), S. 24.

¹² Vgl. Arnold (1982), S. 230.

¹³ Siehe AktG §91 Abs. 2. Das Gesetz schreibt vor „...geeignete Maßnahmen zu treffen, insbesondere ein Überwachungssystem einzuführen, damit den Fortbestand der Gesellschaft gefährdende Entwicklungen früh erkannt werden.“

¹⁴ Vgl. Lonsdale (1999), 177ff.; Giunipero / Eltantawy (2004), 698ff.; Zsidisin / Ellram / Carter (2004), S. 398.

¹⁵ Vgl. Zsidisin / Panelli / Upton (2000), 188ff.; Harland / Knight / Lamming (2005), 53ff.; Zsidisin / Smith (2005), 50ff.; Wagner / Bode (2006), 303f.; Wagner / Bode (2008), 309ff.

¹⁶ Zsidisin / Panelli / Upton (2000), S. 190.

¹⁷ Vgl. Durach / Kurpjuweit / Wagner (2017), S. 954.

¹⁸ Dies umfasst formative- und Subtraktive Fertigungsverfahren. Zur Klassifizierung der Fertigungsverfahren siehe Kapitel 1.2.1

¹⁹ Vgl. Liu / Huang / Mokasdar (2014), S. 1170; Li / Jia / Cheng (2017), S. 1; International Organization for Standardization (12.2015).

²⁰ Vgl. Beyer (2014), S. 1; Ghadge / Karantoni / Chaudhuri (2018), S. 846; Thomas (2016), S. 1858.

²¹ Vgl. Holmström / Partanen (2010), S. 691; Liu / Huang / Mokasdar (2014), S. 1169.

²² Vgl. Chekurov / Metsä-Kortelainen / Salmi (2018), S. 88.

²³ Vgl. Emelogu / Chowdhury / Marufuzzaman (2019), S. 18.

aus dieser neuen Technologie ergeben, können nach *Beschaffung von AM* und *Nutzung von AM in der Beschaffung* differenziert werden. Auf beide Aspekte soll nachfolgend kurz eingegangen werden.

Risiko fehlender Erfolgspotentiale der Produktion – Beschaffungsobjekt AM:

Ein Risiko für die Beschaffung ist es, dass Erfolgspotentiale wie bspw. neuartige Technologien für das eigene Unternehmen nicht verfügbar gemacht werden können.²⁴ Additive Fertigung (AM) erlaubt es Organisationen stark anwendungsoptimierte Bauteilgeometrien²⁵ zu nutzen, welche in traditionellen²⁶ Herstellverfahren nicht bezogen werden könnten.²⁷ Dies eröffnet ganz neue Erfolgspotentiale für Organisationen. So stellte im Jahr 2017 der LKW-Hersteller Renault Trucks SAS einen verbesserten Lkw-Motor vor, welcher unter Ausnutzung der Konstruktions- und Herstellungsvorteile AM modifiziert wurde. Hierbei wurde die Anzahl der Bauteile von vormals 200 um 25% auf 150 Bauteile reduziert und führte so zu einer Gewichtsreduzierung von 120 kg.²⁸ Ebenfalls modifizierte die Ariane Group mit dem Ziel eine trotz der niedrigen Stückzahl eine wettbewerbsfähige europäische Trägerrakete herzustellen den Einspritzkopf eines Raketentriebwerks. Die Bauteile reduzierten sich hierbei von 248 auf ein Einziges. Dies hatte Gewichtseinsparungen von 25%, eine verkürzte Produktionszeit eines Bauteils von drei Monaten auf 65 Stunden und 50% verringerte Kosten zur Folge,²⁹ wodurch die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens gesteigert werden konnte. Dies zeigt die Notwendigkeit der Beschaffungsfunktion³⁰ auf die Vorteile dieser Technologie wie bspw. kundenindividuelle Produkte den primären Aktivitäten³¹ einer Organisation nutzbar zu machen und deren Sourcing optimal auszugestalten. So können bspw. hierfür Inputgüter (3D-Drucker und Rohmaterialien) zur additiven Eigenfertigung oder das additive Output, mittels eines AM-Fertigungsdienstleisters (AM-Service Provider) bezogen werden.³² Bis zum Jahr 2018 wurden weltweit bereits 1,42mio 3D-Drucker beschafft,

²⁴ Vgl. Spekman / Davis (2004), S. 423.

²⁵ „Design for AM“ vgl. Chiu / Lin (2016), S. 323.

²⁶ Dies stellt subtraktiv- oder formativ- gefertigte Beschaffungsobjekte dar.

²⁷ Vgl. Gibson / Rosen / Stucker (2015), S. 11.

²⁸ Vgl. Renault Trucks SAS (2017).

²⁹ Vgl. EOS (2018).

³⁰ Ziel einer Beschaffung ist es externe Ressourcen für die primären und unterstützenden Tätigkeiten des eigenen Unternehmens verfügbar zu machen vgl. van Weele / Eßig (2017), S. 20.

³¹ Vgl. Porter (1985), 38f. Es wird zwischen primären Aktivitäten, welche den eigentlichen Wertschöpfungsprozess für den Kunden darstellen und unterstützenden Aktivitäten, welche die Voraussetzung für die Durchführung der primären Aktivitäten bilden. Primäre Aktivitäten umfassen die Eingangs- und Ausgangslogistik, Operations, Marketing Vertrieb und Kundendienst. Unterstützende Aktivitäten die Unternehmensinfrastruktur, Personalwirtschaft, Technologieentwicklung und Beschaffung.

³² Vgl. Rogers / Baricz / Pawar (2016), 887ff.

was bis zum Jahr 2027 auf 8,04mio anwachsen soll.³³ Aktuelle Studien³⁴ prognostizieren jährliche Marktwachstumsraten von 35% bis 2022³⁵, sowie ein Gesamtmarktvolumen von 250 Milliarden US\$ in 2025³⁶, was die aufkommende ökonomische Relevanz dieser Beschaffungsmärkte und das Interesse für Unternehmen am Erkenntnisgewinn für Risiken im Sourcing von AM aufzeigt.

Risikosteuerung mittels AM - Alternative Bezugsquelle für Beschaffungsobjekte:

Zudem könnte AM aktiv zur Risikominimierung von Beschaffungsobjekten eingesetzt werden. So wiesen *Khajavi / Partanen / Holmström (2015)* nach, dass bei Produktneuanläufen traditionell gefertigter Bauteile unternehmensgefährdende Risiken wie bspw. Fehlprognosen der Stückzahl oder hohe Investitionskosten durch eine vorgelagerte Produktionsphase mittels AM reduziert werden können. Auch die Beschaffung ist einer Vielzahl von Risiken im Bezug traditionell gefertigter Bauteile ausgesetzt.³⁷ So stellt eine elementare Aufgabe sowohl die Erschließung neuer als auch die Absicherung bestehender Bezugsquellen dar.³⁸ Dies lässt den Anfangsverdacht aufkommen, dass beschaffende Unternehmen AM aktiv zur Minimierung der Risikoposition Ihrer Beschaffungsobjekte einsetzen können. Diese Nutzungsmöglichkeit von AM als alternative Bezugsquelle physischer Beschaffungsobjekte (Sachgüter) bei einer hohen Risikoposition des im traditionell vorherrschenden Bezugsweg wird zudem durch Beobachtungen aus der Praxis während der SARS-CoV-2-Pandemie im Jahr 2020 verstärkt. So ist das Risiko des Bezugs von medizinischem Equipment über traditionelle Bezugswege aufgrund von Grenzschließungen und Marktknappheit stark angestiegen.³⁹ So nutzten hierbei beschaffende Organisationen wie Krankenhäuser für Ihre physischen Beschaffungsobjekte auch Bezugsquellen additiver Fertigung.⁴⁰ AM benötigt zur Fertigung hochkomplexer Bauteilgeometrien neben einem 3D-Drucker aus-

³³ Vgl. Statista (2020).

³⁴ Studien und Umfragen führender Unternehmensberatungen Vgl. Ernst & Young Global Ltd. (2016); Roland Berger (2017); McKinsey & Company (2017); PwC International Ltd. (2017).

³⁵ Vgl. Roland Berger (2017).

³⁶ Vgl. McKinsey & Company (2017).

³⁷ Vgl. Zsidisin / Panelli / Upton (2000), 187ff.

³⁸ Vgl. Arnold (1982), S. 234.

³⁹ Forbes (25.03.2020); Stuttgarter Zeitung (25.03.2020).

⁴⁰ Vgl. Tagesspiegel (07.04.2020); Tagesspiegel (28.03.2020); Deutschlandfunk (20.03.2020); Forbes (24.03.2020); Forbes (19.03.2020).

schließlich die virtuelle Zeichnungsdatei des Beschaffungsobjektes und das entsprechende Rohmaterial.⁴¹ Da hierbei kein Werkzeug benötigt wird,⁴² kann die virtuelle Zeichnungsdatei über das Internet versendet und von anderen 3D-Druckern bedarfsgerecht und nah am Bedarfsträger produziert werden.⁴³

Für das Krankenhaus in Brescia, Italien kam es im Zuge der Pandemie im traditionellen Bezugsweg von Ventilen Ihrer Beatmungsgeräte zu langen Vorlaufzeiten.⁴⁴ Diese stellen aufgrund ihrer besonderen Geometrie ein spezifisches Beschaffungsobjekt dar. So herrschte eine starke Abhängigkeit zum ursprünglichen Lieferanten des Beatmungsgeräts, womit dieses über den traditionellen Bezugsweg in der benötigten Zeitdauer nicht beschafft werden konnte. So konnte bei einem lokalen Ingenieurdienstleister die virtuelle Zeichnungsdatei (CAD-datei) des Ventils generiert werden. Hiermit konnte die Abhängigkeit zum ursprünglichen Lieferanten aufgehoben werden und im Anschluss über einen Dienstleister in einer Stückzahl von 100 Ventilen innerhalb von 3 Tagen⁴⁵ gedruckt werden. Nachfolgend wurden die Ventile in den Beatmungsgeräten des Krankenhauses eingesetzt um die primären Aktivitäten der Organisation (Versorgung von Patienten) aufrecht zu erhalten.⁴⁶

So konnten während der Pandemie Beschaffungsobjekte, welche regulär über traditionelle Bezugsquellen bezogen worden wären, zudem beim Zugriff auf deren virtuelle

⁴¹ Vgl. Liu / Huang / Mokasdar (2014), S. 1169; Li / Jia / Cheng (2017), 1498ff.

⁴² Vgl. Holmström / Partanen (2010), S. 691; Huang / Liu / Mokasdar (2013), S. 1191; Potter / Eysers (2015), 390f.; Rogers / Baricz / Pawar (2016), S. 887; Ghadge / Karantoni / Chaudhuri (2018), S. 848.

⁴³ Vgl. Berman (2012), 155ff.; Bogers / Hadar / Bilberg (2016), 225ff.; La Torre / Espinosa / Domínguez (2016), 535ff.

⁴⁴ Vgl. Forbes (24.03.2020); Forbes (26.03.2020); Heise online (18.03.2020); Tagesspiegel (28.03.2020).

⁴⁵ Vgl. Forbes (19.03.2020).

⁴⁶ Vgl. Forbes (19.03.2020).

Zeichnungsdaten über eigene 3D-Druckkapazitäten⁴⁷, Druckkapazitäten branchenfremder Industrieunternehmen wie Volkswagen oder Airbus⁴⁸ oder auch die Druckkapazitäten von Forschungseinrichtungen⁴⁹ und Makern⁵⁰ bezogen und somit die Versorgungssicherheit erhöht werden.⁵¹ Beschaffende Organisationen könnten so bspw. zur Risikosteuerung ein Sourcingkonzept nutzen, welches den traditionellen Bezugsweg entweder gänzlich ersetzt, ergänzt oder absichert.

Eine eigens erhobene Umfrage⁵² zeigt, dass ein Bezug additiv gefertigter Produkte in Organisationen bereits seit mehreren Jahren verbreitet ist.⁵³ Dennoch geben 93% der beschaffenden Organisationen an bisher noch keine Strategie für AM in der Beschaffung ausformuliert zu haben. Jedoch bestätigen 84% der Befragten⁵⁴, dass AM zu einer Neumodellierung Ihrer Lieferkette führt.

Die Erforschung dieses Themenfeldes stellt somit besonders für materialorientierte Organisationen, welche auf die kontinuierliche Verfügbarkeit Ihrer Beschaffungsobjekte angewiesen sind,⁵⁵ ein relevantes Forschungsvorhaben dar.

⁴⁷ Vgl. Stuttgarter Zeitung (25.03.2020).

⁴⁸ Vgl. Airbus Group (01.04.2020); Volkswagen Group (02.04.2020); manager magazin (20.03.2020).

⁴⁹ Vgl. Universität der Bundeswehr München (14.04.2020); taz (31.03.2020).

⁵⁰ Vgl. Tagesspiegel (07.04.2020) Durch die Etablierung kostengünstiger 3D-Drucker für den Privatgebrauch und die Nutzungsmöglichkeit von CAD-Software zum entwerfen individueller Design, fertigen vermehrt Privatpersonen ihre eigenen Produkte. Diese Bewegung wird als Maker-Movement bezeichnet vgl. Waller / Fawcett (2014), S. 100.

⁵¹ Dies indiziert für den aufgezeigten Fall zumindest veränderte Risikoausprägungen im Vergleich zu dessen traditionellem Bezugsweg. So wird bspw. für Beschaffungsobjekte, welche sowohl additiv- sowie traditionell bezogen werden können auch das Risiko zu hoher Bezugskosten bei großer Stückzahl genannt vgl. Ruffo / Hague / Tuck (2007), 1418f.; Khajavi / Partanen / Holmström (2014), S. 50; Khajavi / Holmström / Partanen (2018), 1179ff. So könnte dies auch auf die Notwendigkeit einer differenzierten Sichtweise in der Nutzung und des jeweiligen Potenzials beider Bezugswege hindeuten um eine optimalen Risikoposition für das jeweilige Beschaffungsobjekt zu erreichen.

⁵² Die Umfrage wurde 2019 im Rahmen der jährlich stattfindenden Fachkonferenz „Additive Manufacturing-Forum“ in Berlin durch das Arbeitsgebiet Beschaffung in Kooperation mit der IPM AG über eine Online-Tool erhoben. Ziel war es explizit Organisationen mit Vorkenntnissen AM nach Beschaffungsrelevanten Themenstellungen zu befragen. Von 857 potentiellen Konferenzbesuchern füllten 104 den Fragebogen aus, wobei 88 diesen vollständig ausfüllten. Die Befragten unterteilen sich in Nachfrager von AM (beschaffende Organisationen, 49 Befragte) und AM-Anbieter (Lieferanten, 39 Befragte). So wurden je Abfrage-Item über das Tool AM-Nachfrager, AM-Anbieter oder beide Gruppen gemeinsam angesprochen. Die Fragen sind entweder als Multiple Choice-Fragen mit Einfach- oder Mehrfachauswahl (7) oder als fünfstufige Likert-Skala (Von „Stimme überhaupt nicht zu“ bis „Stimme voll und ganz zu“) gestaltet. Das Sample der Befragten ist sowohl in der Verteilung nach Unternehmensgröße, Ihrer Branchen als auch dem Hierarchielevel der Befragten ist heterogen-gleichmäßig verteilt.

⁵³ So gaben 91% der beschaffenden Organisationen an bereits seit länger als 2 Jahre AM zu nutzen, 28% länger als 4 Jahre, sowie 16% länger als 7 Jahre.

⁵⁴ Zur Beantwortung dieser These wurden sowohl beschaffende Organisationen (AM-Nachfrager) als auch Lieferanten (AM-Anbieter) befragt.

⁵⁵ Vgl. Arnold (1982), S. 230.

1.2. Bezugspunkte der Arbeit

Zur Realisierung dieses Forschungsvorhabens knüpft diese Arbeit somit an bereits existierende Bezugspunkte (siehe Abbildung 1) an. Den ersten Bezugspunkt bildet die Additive Fertigung (AM) als neue Technologie mit Ihren möglichen Auswirkungen auf die Risikoposition von Beschaffungsobjekten. Den zweiten Bezugspunkt bildet das Sourcing als Bestandteil der strategischen Beschaffung, welche durch die Gestaltung und Steuerung der Lieferanten-Abnehmer-Beziehungen seitens der Beschaffungsorganisation die Zuführung von externen Erfolgspotentialen in das Unternehmens langfristig erhalten soll.⁵⁶ Den dritten Bezugspunkt stellt das Risikomanagement dar mit der Erkenntnis, dass Risiken aktiv gesteuert werden können um negative Folgen für eine Organisation zu minimieren.⁵⁷

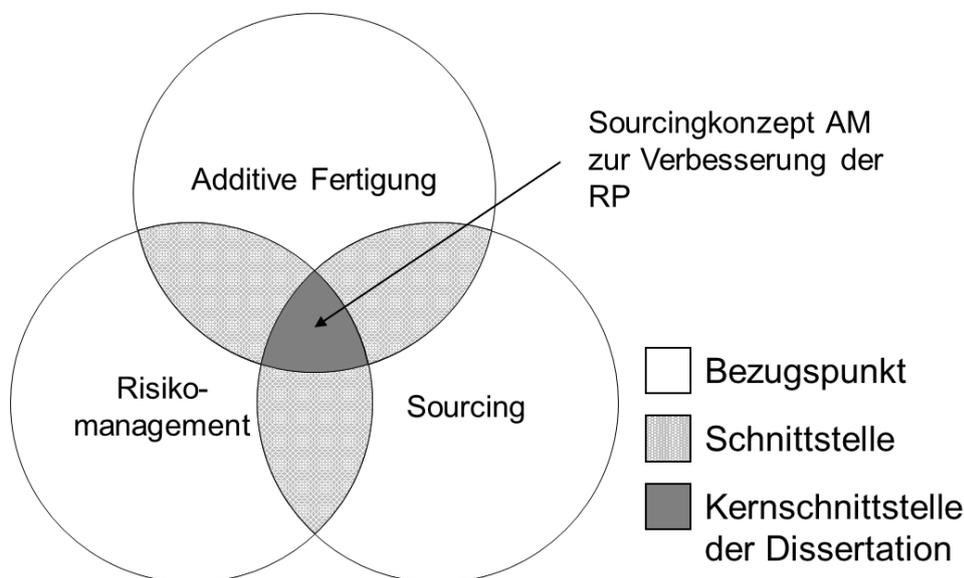


Abbildung 1: Venn-Diagramm mit den Bezugspunkten der Arbeit

Nachfolgend soll ein kurzer Gesamtüberblick über die Bezugspunkte an sich, sowie deren relevante Forschungsströme gegeben werden. Zudem sollen die Schnittmengen der Bezugspunkte aufgezeigt werden. Diese ergeben die drei Schnittpunkte *Risikomanagement und AM* (im Bezugspunkt AM behandelt), *Risikomanagement und*

⁵⁶ Vgl. Arnold (1997), S. 393.

⁵⁷ Vgl. Stalker (2003), 218f.

Sourcing (im Bezugspunkt *Sourcing* behandelt) und *Sourcing und AM*. Die Schnittstelle von *Sourcing* und *AM* wird im Kapitel *Stand der Forschung* gesondert betrachtet, da dieses den derzeitigen Forschungsstand widerspiegelt.⁵⁸

1.2.1. Bezugspunkt Risikomanagement

Der Risikobegriff wurde initial in der Versicherung von Unternehmungen verwendet.⁵⁹ Dieser stellt im Allgemeinen die mögliche Abweichung von einem angestrebten Zielwert dar.⁶⁰ Die wissenschaftliche Literatur nutzt keine einheitliche Risikodefinition.⁶¹ So wird unter Risiko zum einen die unerwünschte Abweichung von einem Zielwert verstanden (eindimensionale Risikobetrachtung), wohingegen andere Definitionen zusätzlich erwünschte Abweichungen des Zielwerts (Chancen) in den Risikobegriff inkludieren (zweidimensionale Risikobetrachtung).⁶² Hierbei kann zudem die Auffassung des Risikos („Risk perception“) zwischen Individuen stark variieren. So schreibt *Mitchell (1995)* „...a loss by one individual/organization may be viewed as a gain by another“.⁶³ In der betriebswirtschaftlichen Literatur vorherrschend für den Risikobegriff ist die Fokussierung auf einen Verlust⁶⁴ und somit der ausschließlich unerwünschten Abweichung von einem Zielwert.⁶⁵

Ein weitere Differenzierungsmöglichkeit bietet die Unterscheidung von Unsicherheit (Risiko im weiteren Sinne) und Risiko (im engeren Sinne).⁶⁶ Hierbei hat sich die Klassifizierung aus der Entscheidungstheorie nach *Knight (1921)* durchgesetzt.⁶⁷ So enthält die Unsicherheit sowohl Risiken als auch Ungewissheit. Die Wahrscheinlichkeiten

⁵⁸ Bei reiner Betrachtung einer Kombination aus *Sourcing*, additiver Fertigung und Risikomanagement erhält man in einer Literaturliteratur keine ausreichende Schnittmenge. Daher soll der Stand der Forschung über die Schnittmenge aus *Sourcing* und additiver Fertigung aufgezeigt werden. Hierbei werden entsprechende Aussagen der Publikationen im Kontext des Riskmanagements mit aufgegriffen.

⁵⁹ Dies umfasste zuerst die Versicherung von Schiffen gegenüber Unglücken im 16. Jahrhundert, sowie anschließend der Versicherung von Soldaten während den Napoleonischen Kriegen vgl. *Stalker (2003)*, 212f.

⁶⁰ Vgl. *Aven (2016)*, S. 4.

⁶¹ Vgl. *Stalker (2003)*, 214ff.; *Harland / Brenchley / Walker (2003)*, S. 52; *Aven (2016)*, S. 4.

⁶² Vgl. *Wagner / Bode (2006)*, S. 303; *Zawisla (2008)*, S. 19; *Aven (2016)*, 3f.

⁶³ Vgl. *Mitchell (1995)*, S. 116.

⁶⁴ Die möglichen Verlustarten können generalisiert nach finanzielle Verluste, Performanceverluste, physische Verluste, psychologische Verluste, soziale Verluste und zeitliche Verluste gegliedert vgl. *Mitchell (1995)*, S. 116; *Harland / Brenchley / Walker (2003)*, S. 52.

⁶⁵ Vgl. *Oehler / Unser (2001)*, S. 13.

⁶⁶ Vgl. *Stalker (2003)*; *Tandler (2013)*, S. 197.

⁶⁷ Vgl. *Oehler / Unser (2001)*, S. 10.

von Risiken können subjektiv- oder objektiv eingeschätzt werden, wohingegen die Ungewissheit keine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit zulässt. Da in betriebswirtschaftlichen Entscheidungen zumeist ein rationales Handeln der Akteure unterstellt wird, wird nachfolgend von einer Möglichkeit zur Messbarkeit der Wahrscheinlichkeit ausgegangen,⁶⁸ wodurch nachfolgend sowohl der Risiko- als auch der Unsicherheitsbegriff verwendet werden kann. Risiko wird somit nachfolgend definiert als die Wahrscheinlichkeit und Signifikanz der negativen Abweichung von einem angestrebten Zielwert.⁶⁹

Die Risikomanagementliteratur ist multidisziplinär und findet sich somit beispielsweise in Medizin, Rechtswissenschaften, Wirtschafts- oder Ingenieurwissenschaften wieder.⁷⁰ Hierbei können zwei substantielle Literaturströme unterschieden werden.⁷¹ Der erste Literaturstrom befasst sich mit der Weiterentwicklung des Risikomanagementprozesses und Methoden, wohingegen der Zweite spezifische Risikomanagementstrategien zur Minimierung von Risiken fokussiert. Hierbei wird das Wissen des ersten Literaturstroms angewandt. In der nachfolgenden Arbeit soll die Risikoposition eines Beschaffungsobjektes durch ein Sourcingkonzept additiver Fertigung minimiert werden. Dieses stellt eine spezifische Risikomanagementstrategie dar, wenngleich die Anwendung des ersten Literaturstroms zum Risikomanagementprozess und Methoden, welche sich in den 1980er Jahren verbreiteten⁷² die Voraussetzung zur Entwicklung einer spezifischen Risikomanagementstrategie darstellt. Der Risikomanagementprozess beinhaltet in der Vielzahl seiner möglichen Ausführungen dieselben Schritte.⁷³ So wird sich nachfolgend an den Prozess von *Hallikas / Karvonen / Pulkkinen (2004)* (siehe Abbildung 2) angelehnt, welche diesen in vier Phasen einteilen. Mögliche Risiken werden zunächst identifiziert und im zweiten Schritt bewertet und entsprechend ihrer Relevanz priorisiert. Anschließend finden Maßnahmen zur Steuerung⁷⁴ des Risikos statt, wobei eine gemeinsame Betrachtung der Einzelrisiken als Gesamtrisiko

⁶⁸ Vgl. Tandler (2013), S. 197.

⁶⁹ Vgl. Mitchell (1995), S. 116; Harland / Brenchley / Walker (2003), S. 52.

⁷⁰ Vgl. Stalker (2003), S. 211.

⁷¹ Vgl. Aven (2016), 6f.

⁷² Vgl. Kloman (1992), S. 302.

⁷³ Vgl. Giannakis / Papadopoulos (2016), 26f.

⁷⁴ Diese werden in Vermeidung des Risikos, Transfer des Risikos, Reduktion des Risikos und Akzeptanz des Risikos eingeteilt vgl. Aven (2016), S. 6.

stattfinden muss,⁷⁵ sodass eine optimale Balance⁷⁶ der jeweiligen Einzelrisiken erreicht werden kann.⁷⁷ Anschließend wird der Erfolg der Steuerungsmaßnahme überprüft und das jeweilige Einzel- oder Gesamtrisiko weiter überwacht.

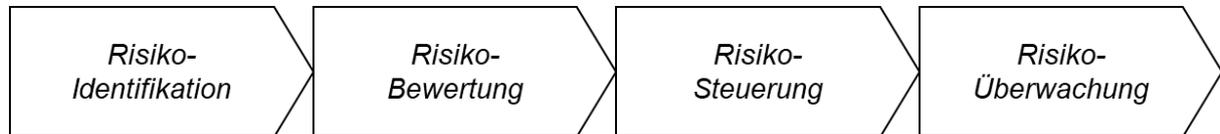


Abbildung 2: Risikomanagementprozess

Viele Praktiken der leistungswirtschaftlichen⁷⁸ Risikosteuerung in Unternehmen haben sich aus dem finanzwirtschaftlichen Risikosteuerung von Kreditinstituten und Versicherungen herausgebildet.⁷⁹

Einen bedeutenden Entwicklungsschritt stellt die Portfoliotheorie durch *Markowitz (1952)* dar.⁸⁰ Dieser nimmt einen risikoaversiven, nutzenmaximierenden und rational handelnden Investor an, welcher die optimale Kombination im Zielkonflikt von Rendite und Risiko seiner Finanzanlagen kalkulieren möchte. Diese wird mittels der Effizienzlinie ausgedrückt, bei welcher es für das Portfolio bei gleichen Renditeerwartungen kein geringeres Risiko gibt.⁸¹ Das Risiko wird hierbei als die statistische Standardabweichung (σ) vom erwarteten Ertragswert der Rendite (μ) auf Basis historischer Daten operationalisiert.⁸² Durch die Portfoliosichtweise können nicht vollständig korrelieren Finanzanlagen so kombiniert werden, sodass aufgrund des Diversifikationseffektes das Gesamtrisiko minimiert wird. Sollten zwei Finanzanlagen vollständig positiv korrelieren ist keine Minimierung des Gesamtrisikos möglich, da hier keine Diversifikation

⁷⁵ Vgl. Seidl (2000), S. 35; Zawisla (2008), 18f.

⁷⁶ Beispielsweise kann die Vermeidung des Risikos welches aus der Zusammenarbeit mit einem Lieferanten resultiert dazu führen, dass der Fortbestand der eigenen Organisation stärker gefährdet ist als wenn das Risiko eingegangen wird.

⁷⁷ Vgl. Aven (2016), S. 9.

⁷⁸ Dies beinhaltet die Risiken der Unternehmensbereiche Beschaffung, Produktion, Absatz und Entwicklung vgl. Oehler / Unser (2001), S. 14.

⁷⁹ Vgl. Mitchell (1995), S. 116; Zawisla (2008), S. 16 Die moderne Finanztheorie befasst sich bspw. zum Großteil mit Risikobetrachtungen vgl. Mitchell (1995), S. 116.

⁸⁰ Vgl. Ritchie / Brindley (2007), S. 307.

⁸¹ Vgl. Zawisla (2008), S. 16.

⁸² Vgl. Markowitz (1952), 79ff.

stattfinden kann.⁸³ Der Aufbau einer zur Risikoposition möglichst negativ korrelierenden Gegenposition wird als Hedging bezeichnet, welches das Ziel hat die Streuung des Erwartungswertes (Risiko) bei Finanzanlagen zu minimieren.⁸⁴

So könnte dies bspw. auch auf die Risikoposition von Beschaffungsobjekten im Sourcing angewandt werden, welche einerseits über eine traditionelle Bezugsquelle und andererseits mittels additiver Fertigung bezogen werden können.⁸⁵ Hier könnte beispielsweise in der Extremform eine Gegenposition zur traditionellen Bezugsquelle über additive Fertigung abgebildet werden (Hedging), welche das Gesamtrisiko minimiert.

Viele Ansätze des Risikomanagements finden auch beispielsweise schon in der Steuerung leistungswirtschaftlicher Risiken der Beschaffung Anwendung auf welche im Nachfolgenden Kapitel eingegangen werden soll.

1.2.2. Bezugspunkt Sourcing als Teil der Beschaffung

Die Beschaffung hat sich ausgehend von der Abwicklung rein operativer Aufgaben, welche bis in die 1990er Jahre hin dominierten zu einer strategischen Unternehmensfunktion entwickelt.⁸⁶ So wird in der Beschaffungsliteratur zwischen dem operativen Einkauf, sowie der (strategischen) Beschaffung unterschieden.⁸⁷ Der Einkauf beinhaltet abwicklungsorientierte- und repetitive Tätigkeiten, welcher vorhandene Strukturen nutzt⁸⁸ mit dem Ziel den bloßen Einstandspreis des Beschaffungsobjektes zu reduzieren.⁸⁹ Demgegenüber steht die strategische Beschaffung, in welcher aktiv und zielgerichtet Strukturen und Umwelt beeinflusst werden,⁹⁰ sodass die Gesamtprozesskosten (Produktions- und Transaktionskosten⁹¹) eines Beschaffungsobjektes langfristig minimiert werden können.⁹²

⁸³ Vgl. Oehler / Unser (2001), S. 32.

⁸⁴ Vgl. Seidl (2000), S. 35; Oehler / Unser (2001), S. 32.

⁸⁵ Vgl. Meyer / Glas / Eßig (2020a), S. 20.

⁸⁶ Vgl. Anderson / Katz (1998), S. 1; Eßig / Wagner (2003), S. 279.

⁸⁷ Vgl. Arnold / Eßig (2000), S. 1; Large (2006), S. 28.

⁸⁸ Vgl. Glas (2012), S. 14.

⁸⁹ Vgl. Arnold / Eßig (2000), S. 1.

⁹⁰ Vgl. Arnold (1982), 9f.

⁹¹ Vgl. Williamson (1979), S. 245.

⁹² Vgl. Large (2006), S. 34.

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit in den Literaturströmen bietet die Bipolarität der Beschaffungsaufgabe.⁹³ So kann in der Beschaffungsforschung zwischen der Eröffnung interner- und externer Erfolgspotentiale unterschieden werden.⁹⁴ Interne Erfolgspotentiale beinhalten die Gestaltung der Aufbau- und Ablauforganisation⁹⁵, Personal-⁹⁶ und Technologieentscheidungen⁹⁷, welche die strukturelle Voraussetzung für die Realisierung externer Erfolgspotentiale darstellt.⁹⁸ Diese sind auf die Interaktion mit Beschaffungsmärkten hin ausgerichtet.⁹⁹ Die Ausgestaltung und Steuerung dieser externen Erfolgspotentiale der Zulieferer seitens der Beschaffungsorganisation wird als Sourcing beschrieben.¹⁰⁰ Hierzu existiert in der Beschaffungsliteratur eine profunde Basis als Bezugspunkt. Diese hat sich in den letzten 10 Jahren nahezu verdoppelt.¹⁰¹ Als Zielsetzungen des Sourcing nennt *Arnold (1982)* zum einen die Verstärkung von Transaktionspotentialen am Beschaffungsmarkt als auch die (Ab)Sicherung¹⁰² von Transaktionssystemen zur Minimierung des Risikos von Beschaffungsobjekten.¹⁰³ So gibt es eine bereits existierende profunde Literaturlage an der Schnittstelle von Sourcing und Risikomanagement.¹⁰⁴ 73% der Publikationen¹⁰⁵ des Sourcings behandeln Themen des Risikomanagements wie bspw. der Minimierung von Versorgungsrisiken wie bspw. Finanzrisiken¹⁰⁶, Abhängigkeiten von Lieferanten¹⁰⁷ aber auch vermehrt normativen Risikofragestellungen wie bspw. Nachhaltigkeitsdefiziten von Lieferanten¹⁰⁸

⁹³ Vgl. Grochla / Kubicek (1976), 270f.; Grochla (1977), S. 188; Grochla / Schönbohm (1980), 39ff.

⁹⁴ Vgl. Pfohl / Large (2003), S. 434

⁹⁵ Hier gibt es hier bspw. die Unterscheidungsfrage ob eine vermehrt zentrale- oder dezentrale Beschaffungsorganisation gewählt werden sollte und den damit verbundenen Risiken vgl. Arnold (1999), S. 168; Glas / Schaupp / Essig (2017), S. 572ff.

⁹⁶ So gibt es in dieser Forschungsströmung bspw. die Fragestellung welche Qualifikationen für Beschaffungsmanager benötigt werden. vgl. Giunipero / Percy (2000), 4ff., oder bspw. wie die Subjektivität in Risikoeinschätzung von Einkäufern auf Beschaffungsentscheidungen auswirkt vgl. Mitchell (1995), 112ff.

⁹⁷ Vgl. Pfohl / Large (2003), S. 434.

⁹⁸ Vgl. Arnold / Eßig (2000), S. 283.

⁹⁹ Vgl. Arnold (1982), S. 229; Arnold / Eßig (2000); Large (2006), S. 36.

¹⁰⁰ Vgl. Anderson / Katz (1998), S. 2; Narasimhan / Das (1999), S. 684.

¹⁰¹ Vgl. Giunipero / Bittner / Shanks (2019), S. 17.

¹⁰² Dies kann zum einen durch den Aufbau alternativer Bezugsquellen als auch die Sicherung bestehender Bezugsquellen geschehen vgl. Arnold (1982), 231 ff.

¹⁰³ Vgl. Arnold (1982), 230 ff.

¹⁰⁴ Vgl. Tang (2006), 451ff.

¹⁰⁵ Hierbei wurde eine eigene Literaturlage mit dem Suchstring „Sourcing“ in den 3 Kernjournals der Beschaffungsforschung „Journal of Supply Chain Management“, „Supply Chain Management: An international Journal“ und dem „Journal of Purchasing and Supply Management“ vgl. Spina / Caniato / Luzzini (2015), S. 24 durchgeführt. Von 111 identifizierten Publikationen behandelten 73% Fragestellungen im Bezug des Risikos.

¹⁰⁶ Vgl. Bode / Hübner / Wagner (2014), 24ff.

¹⁰⁷ Vgl. Wagner / Friedl (2007), 700ff.

¹⁰⁸ Vgl. Foerstl / Reuter / Hartmann (2010), 118ff.

befasst.¹⁰⁹ Jedoch existiert bislang noch keine einheitliches Verständnis des Sourcing-Begriffs selbst.¹¹⁰ So werden im nachfolgenden die Definitionen zum Sourcing aus der Beschaffungsliteratur¹¹¹ gegenübergestellt um die einzelnen Elemente des Sourcing-Begriffs näher zu definieren (siehe Tabelle 1).

¹⁰⁹ Vgl. Zsidisin / Panelli / Upton (2000), 187ff.

¹¹⁰ Vgl. Smeltzer / Manship / Rossetti (2003), 16f.

¹¹¹ Zu Definitionen des Sourcings wurden die 3 Kernjournals der Beschaffung („Journal of Purchasing and Supply Management“, „Journal of Supply Chain Management) und „Supply Chain Management: An international Journal“ vgl. Spina / Caniato / Luzzini (2015), S. 24) analysiert. Hierbei wurden entweder direkt dort veröffentlichte oder zitierte Definitionen des Sourcingbegriffs herangezogen.

Tabelle 1: Extraktion Bestandteile des Sourcing anhand deren Definitionen

| Autor | Definition | Klassifikation |
|---|--|-----------------------------|
| Walker (1988), 62ff. | „An approach to the make-versus-buy decisions , based on transaction cost theory, where the focus is on the strategic nature of the asset and the level of specialization in determining the outcome of the decision.“ ¹¹² | Leistungstiefenentscheidung |
| Welch / Nayak (1992), S. 26 | “An approach to procurement, where manufacturing cost analysis is augmented by consideration of technological and strategic factors in make-versus-buy decisions “ ¹¹³ | Leistungstiefenentscheidung |
| Anderson / Katz (1998), S. 2 | “A set of interrelated business processes focusing on items and methodology associated with maximizing the value of externally procured goods and services” | Prozess |
| Narasimhan / Das (1999), S. 684 | “The process of designing and managing supply networks in line with operational and organizational performance objectives ” | Prozess, Strategie |
| Sislian / Satir (2000), S. 4 | “A framework to assist make-versus-buy decisions by considering the importance of a component in achieving advantage and the future opportunities in having the process needed for in-house production” | Leistungstiefenentscheidung |
| Shin / Collier / Wilson (2000), S. 318 | “The management efforts or philosophy necessary for creating an operating environment in which the buyer and supplier interact in a coordinated fashion” | Strategie |
| Smeltzer / Manship / Rossetti (2003), S. 16 | “Sourcing is a systematic and comprehensive process of acquiring inputs as well as managing supplier relations in a manner that achieves value in obtaining the organization’s long-term objectives ” | Prozess, Strategie |
| Paulraj / Chen (2007), S. 31 | “ Initiatives that foster superior relationships between supply chain members to create a win-win situation for both the buyer and supplier firms.” | Strategie |
| Driedonks / Gevers / van Weele (2010), S. 109 | “ Task of finding, selecting, and managing suppliers for a category of products” | Prozess |
| Giunipero / Bittner / Shanks (2019), S. 2 | “ Process of fulfilling organizational buying needs by managing a supply base through strategic and transactional interactions with suppliers in alignment with corporate goals ” | Prozess, Strategie |

¹¹² Zitiert nach Eltantawy / Giunipero (2013), S. 218.

¹¹³ Zitiert nach Eltantawy / Giunipero (2013), S. 218.

Dies zeigt, dass sich das Sourcing in der Beschaffungsliteratur zum einen mit der Entscheidung über die Leistungstiefe,¹¹⁴ Bestandteilen des Beschaffungsprozesses,¹¹⁵ als auch Inhalten der Beschaffungsstrategie¹¹⁶ konstituiert. Diese Aspekte sollen zur genaueren Einordnung aufgeführt und diese Arbeit nachfolgend eingeordnet werden.

Den ersten Literaturstrom behandelt das **Sourcing als die Steuerung der Leistungstiefe**, welche auch als Sourcing-Entscheidung bezeichnet wird.¹¹⁷ So wird hierbei zwischen dem Outsourcing – der Auslagerung zusätzlicher Wertschöpfungsaktivitäten an Lieferanten, sowie dem Insourcing - der Rückverlagerung vormals ausgelagerter Aktivitäten in die eigene Organisation¹¹⁸ - unterschieden.¹¹⁹ Vereinfacht spricht man hierbei Beschaffungsobjekten zumeist über einer reinen Eigenfertigung („Make“) oder reinem Fremdbezug („Buy“).¹²⁰ So beschäftigt sich die Sourcing-Literatur hierbei zumeist mit der Fragestellung welche Wertschöpfungsaktivitäten ausgelagert werden können, ohne dass die Organisation einem zu hohen Risiko durch verringerte Einflussmöglichkeiten auf das Beschaffungsobjektes ausgesetzt zu sein.¹²¹ Die Entscheidung zum Outsourcing von Wertschöpfungsaktivitäten bildet die Grundlage, dass weitere Beschaffungsaktivitäten überhaupt erst durchgeführt werden.¹²²

Den zweiten Literaturstrom bildet das **prozessuale Verständnis im Sourcing**. Hierbei wird sich in dieser Arbeit an das Modell von *van Weele / Eßig (2017)* angelehnt.¹²³ Dieses stellt das in der Beschaffungsforschung am häufigsten verwendete Prozessmodell dar.¹²⁴ Das Sourcing ist wie in Abbildung 3 dargestellt in den Prozessschritten der Lieferantenauswahl und Vertragsgestaltung als Bestandteil des strategischen Beschaffungsprozesses verortet. Der Prozessschritt der Bedarfsspezifikation wird im Modell von *van Weele / Eßig (2017)* nicht dem Sourcing zugesprochen. Da die Spezifikation eines Beschaffungsobjektes jedoch ein kritisches Element im Sourcing-Prozess

¹¹⁴ Vgl. Walker (1988); Welch / Nayak (1992); Sislian / Satir (2000).

¹¹⁵ Vgl. Narasimhan / Das (1999); Anderson / Katz (1998); Smeltzer / Manship / Rossetti (2003); Driedonks / Gevers / van Weele (2010); Giunipero / Bittner / Shanks (2019).

¹¹⁶ Vgl. Narasimhan / Das (1999); Shin / Collier / Wilson (2000); Smeltzer / Manship / Rossetti (2003); Paulraj / Chen (2007); Giunipero / Bittner / Shanks (2019).

¹¹⁷ Vgl. Nikolarakos / Georgopoulos (2001), S. 161

¹¹⁸ Dieser Steuerungsansatz wird häufig auch als vertikale Integration

¹¹⁹ Vgl. Sislian / Satir (2000), S. 6.

¹²⁰ Vgl. Tayles / Drury (2001), 605f.

¹²¹ Vgl. Beaumont / Sohal (2004), S. 691; Harland / Knight / Lamming (2005), S. 841; Kam / Ling / Richard (2011), S. 430.

¹²² Vgl. Nikolarakos / Georgopoulos (2001), S. 165.

¹²³ Vgl. van Weele / Eßig (2017), S. 22.

¹²⁴ Vgl. Bäckstrand / Suurmond / van Raaij (2019), S. 4.

darstellt¹²⁵ und hier bereits eine erste Steuerungshandlungen beispielsweise durch Einbindung von Lieferanten stattfinden wird dieser Prozessschritt nachfolgend inkludiert. So finden sich hierbei im Kontext des Risikos bspw. Fragestellungen ab welchem Zeitpunkt und wie Lieferanten bestmöglich in den Beschaffungsprozess integriert werden sollten,¹²⁶ wie mögliche Risiken des Lieferanten identifiziert und in den Auswahlprozess mit integriert werden können¹²⁷ oder Risikobetrachtungen bestimmter Vertragsmodelle.¹²⁸

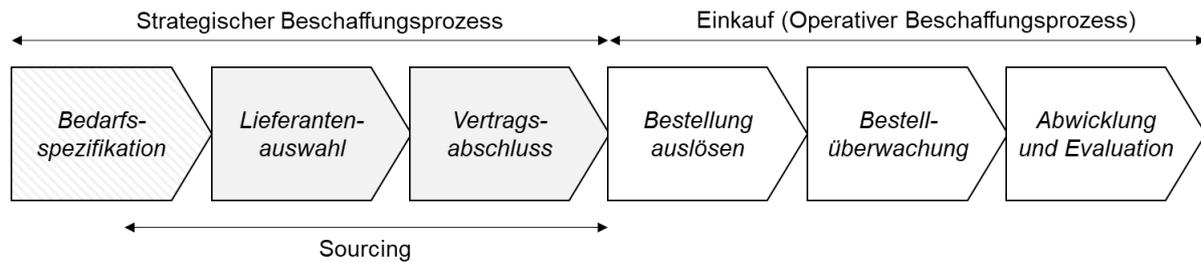


Abbildung 3: Sourcing im Beschaffungsprozess in Anlehnung an van Weele und Eßig, 2016, S. 24

Zudem kann **Sourcing als Bestandteil der Beschaffungsstrategie** eingeordnet werden. Hierzu wird nachfolgend das Modell von *Hesping / Schiele (2015)* herangezogen, da dieses die Vielzahl an Veröffentlichungen zum Themenkomplex Beschaffungsstrategie in einem ganzheitlichen Bezugsrahmen vereint.¹²⁹ Eine Strategie kann klassisch als ein Bündel geplanter Aktivitäten zur Erreichung langfristiger Ziele einer Unternehmung definiert werden.¹³⁰ Diese wird mittels multipler hierarchischer Ebenen (Levels) in der Beschaffung klassifiziert. Die oberste Ebene besteht aus der Unternehmens-

¹²⁵ Vgl. Anderson / Katz (1998), S. 8.

¹²⁶ Vgl. Zsidisin / Smith (2005), S. 44ff.; Saunders / Kleiner / Mccoy (2015), S. 285ff.; Gesell / Glas / Essig (2018), S. 339ff.

¹²⁷ Vgl. Sinha / Whitman / Malzahn (2004), 154ff.; Blackhurst / Scheibe / Johnson (2008), 143ff.; Micheli / Cagno / Di Giulio (2009), 166ff.

¹²⁸ Vgl. Glas / Raithel / Essig (2019), S. 1078ff.

¹²⁹ Vgl. Hesping / Schiele (2015), S. 139.

¹³⁰ Vgl. Welge / Al-Laham / Eulerich (2017), S. 18.

strategie, aus welcher die Funktionsstrategie Beschaffung (Ebene 2), Warengruppenstrategien¹³¹ (Ebene 3) und Sourcingkonzepte¹³² (Ebene 4) abgeleitet und vertikal-hierarchisch angeglichen¹³³ werden. Das Sourcing findet sich hier zum einen auf Warengruppenebene („Sourcing Category“)¹³⁴ häufig in Form von Portfolio-Ansätzen¹³⁵ als auch in der Ebene der Sourcingkonzepte,¹³⁶ welche die Normstrategien der Warengruppenebene weiter operationalisiert und verschiedenartig ausgestaltet werden können.¹³⁷ Je Ausgestaltungsalternative variiert bspw. die Höhe der Bezugskosten als auch das damit verbundene Risiko im Bezug des jeweiligen Beschaffungsobjektes.¹³⁸ So spiegeln sich in Sourcingstrategien auch Steuerungsansätze des Risikomanagements wieder, welche auf die vermehrt leistungswirtschaftlichen Risiken der Beschaffung adaptiert wurden. So wird beispielsweise beim Multiple-Sourcing auf eine Diversifikation der Lieferanten gesetzt um das Abhängigkeits- und Ausfallrisiko von einem einzelnen Lieferanten zu minimieren, wodurch jedoch die Renditeerwartung durch höhere Transaktionskosten minimiert wird.¹³⁹ Ebenfalls Anwendung findet dieses Prinzip

¹³¹ Diese werden bei Hespig und Schiele (2015) auch als Sourcing-Kategorien bezeichnet und werden durch Beschaffungsobjekte mit homogenen Beschaffungsmarkt gekennzeichnet vgl. Hespig / Schiele (2015), S. 144 So bilden Warengruppen die Implementierungsschnittstelle aus Beschaffungsstrategie und einzelnen Beschaffungsobjekten vgl. Grajczyk, S. 45ff.

¹³² Hespig und Schiele (2015) nennen diese Operationalisierung auf der vierten Beschaffungsstrategischen Ebene Sourcinghebel, stellen jedoch klar, dass diese mit dem Prinzip der Sourcingkonzepte von Arnold 1997 und Arnold / Eßig (2000) gleichzusetzen sind vgl. Hespig / Schiele (2015), S. 146. Diese umfassen Substrategien wie geografische Präferenz von Lieferanten (lokal, global), die Art der Lieferantenbeziehung oder vertragliche Präferenzen vgl. Arnold (1997), S. 93ff.

¹³³ Hierbei ist eine sowohl vertikale Abstimmung der jeweiligen Strategielevels als auch eine horizontale Abstimmung der jeweiligen Strategielevels untereinander erforderlich um einen „Strategic Fit“ zu erreichen vgl. Gonzalez Benito (2007), S. 904.

¹³⁴ Eine Sourcingkategorie stellt eine Gruppe von Beschaffungsobjekten mit einem zusammenhängenden Beschaffungsmarkt dar vgl. Kraljic (1983).

¹³⁵ Das Portfoliomodell von Kraljic (1983) stellt mit mehr als 1700 Zitationen einen Meilenstein der Beschaffungsforschung dar vgl. Grajczyk, S. 42. Hierbei wird eine Warengruppe nach Strategischen-, Hebel-, Engpass- und unkritischen Bedarfen eingeteilt und anhand derer Normstrategien abgeleitet vgl. Kraljic (1983).

¹³⁶ So beschäftigt existiert hierbei eine profunde Literaturbasis zu Sourcingkonzepten und deren Einflussmöglichkeiten auf die Risikoposition von Beschaffungsobjekten. Hierbei macht das Global Sourcing den größten Anteil in der Literatur aus. So sind die Publikationen zu dem Thema stark angestiegen und machen derzeit rund 15% der gesamten Literatur im Sourcing aus vgl. Giunipero / Bittner / Shanks (2019), S. 12.

¹³⁷ Vgl. Arnold / Eßig (2000), 6ff.; Eßig / Wagner (2003), 283ff.; Costantino / Pellegrino (2010), S. 28; Schiele / Horn / Vos (2011), S. 329; Hespig / Schiele (2015), 145f.

¹³⁸ Vgl. Arnold (1997), 199ff.; Wagner / Bode (2006), 302ff. So erlaubt bspw. Single-Sourcing aufgrund von Skaleneffekten den Bezug zu niedrigeren Kosten vgl. Costantino / Pellegrino (2010), S. 28, erhöht jedoch bei spezifischen Produkten die Abhängigkeit zum Lieferanten, da eine Erhöhung von transaktionspezifischen Investitionen den Grad der Unsicherheit erhöht vgl. Williamson (1979), S. 254 Weitere Erläuterungen finden sich in Kapitel 1.2.2.

¹³⁹ Vgl. Costantino / Pellegrino (2010), S. 28.

bei *Kraljic (1977)*, welcher die Beschaffungsobjekte einer Organisation in einem Portfolio nach Wertigkeit und Versorgungsrisiko klassifiziert und anhand derer Strategien ableitet.¹⁴⁰

1.2.3. Bezugspunkt Additive Fertigung

Fertigungsverfahren dienen der Herstellung physischer Endprodukte („Werkstücke“) und können in formative-, subtraktive- und additive Verfahren gruppiert werden.¹⁴¹ Additive Verfahren variieren jedoch stark von den anderen Hauptgruppen, da diese es erlauben physische Produkte ohne Zuhilfenahme von Werkzeugen automatisiert anhand Ihres digitalen Abbilds zu fertigen.¹⁴² So fokussiert die AM-Literatur größtenteils ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen wie Prozessverbesserungen einzelner AM-Verfahren, Produkt- und Materialverbesserungen sowie der Steigerung der Hard- und Software.¹⁴³ Betrachtet man die gesamte AM-Literatur werden hierbei zu 80% quantitative Forschungsmethoden verwendet, was sich aus der vermehrt ingenieurwissenschaftlichen Betrachtung zeigt. Dennoch behandelt AM-Literatur eine Vielzahl distinktiver Disziplinen und Branchen.¹⁴⁴ Die AM-Literatur spricht von Disruptionen in nahezu allen Lebensbereichen allen voran Wertschöpfungsketten in der Fertigung.¹⁴⁵ In diesem Kontext behandeln Publikationen Themenstellungen eines verbesserten Produktdesign und Prototypen, Massenindividualisierung, Komplexitätsreduktion, erhöhte Ressourceneffizienz, dezentrale Produktion, Rechtliche Veränderungen sowie Rationalisierung von Lager und Logistik.¹⁴⁶ Zudem zeigt die AM-Literatur, dass der Übergang von Fertiger und Nutzer eines Produktes fließend erfolgen kann,¹⁴⁷ was sich bspw. in der Maker-Movement zeigt.¹⁴⁸

¹⁴⁰ Vgl. Glas (2012), S. 241.

¹⁴¹ Vgl. Feldmann / Gorj (2017), S. 17; Gebhardt / Kessler / Thurn (2016), S. 1; International Organization for Standardization (12.2015).

¹⁴² Vgl. Huang / Liu / Mokeddar (2013), 1191f.

¹⁴³ Vgl. Pereira / Gasi / Lourenco (2019), S. 172.

¹⁴⁴ Vgl. Pereira / Gasi / Lourenco (2019), S. 169.

¹⁴⁵ Vgl. Waller / Fawcett (2014), 99f.; Kietzmann / Pitt / Berthon (2015), 209ff.; Baumers / Holweg (2019), 795f.

¹⁴⁶ Vgl. Mohr / Khan (2015), S. 21.

¹⁴⁷ Vgl. Christopher / Ryals (2014), S. 29; Waller / Fawcett (2014), 99ff.; Thomas (2016), S. 1858.

¹⁴⁸ Vgl. Waller / Fawcett (2014), S. 100.

So müssen hierbei durch Veränderungen in den Produktionslayouts auch Kernfragen aus Beschaffungsperspektive bspw. nach Leistungstiefe und der Ausgestaltung der Lieferantenbeziehungen neu beantwortet werden.¹⁴⁹

Den Startpunkt der additiven Fertigungstechnologie (AM) initiierte Chuck Hull 1983 mit der Entwicklung des ersten additiven Fertigungsprozesses der Stereolithographie.¹⁵⁰ Mittlerweile gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher und bereits genormter Prozesse, Materialien und Anwendungsfelder der Technologie.¹⁵¹

AM sowie die Synonyme Layer Manufacturing, Generative Manufacturing¹⁵² als auch der umgangssprachlich verwendete Begriff „3D-Druck“¹⁵³ bezeichnen die Gesamttechnologie bestehend aus den einzelnen unterschiedlichen Verfahren.¹⁵⁴

Aus dem initialen Anwendungsgebiet des Rapid Prototyping - der schnellen Erzeugung von physischen, in ihren Eigenschaften endproduktnahen Modellen, Prototypen und Mustern im Produktentstehungsprozess¹⁵⁵ - entwickelten sich durch inkrementelle Weiterentwicklung der Maschinen („3D-Drucker“) und Materialien das heutige Anwendungsfeld des Rapid Manufacturing/Direct Digital Manufacturing¹⁵⁶, der direkten Fertigung von Endprodukten.¹⁵⁷

Ein generischer AM-Herstellungsprozess ist in Abbildung 4 dargestellt und kann wie folgt beschrieben werden.¹⁵⁸ Zunächst wird eine digitale Zeichnungsdatei (CAD¹⁵⁹-Datei) erstellt. Darauf folgen Vorverarbeitungsschritte (Pre-Processing) in welchem die Zeichnungsdatei digital in ein Schnittmodell umgewandelt, Druckereinstellungen angepasst, der Bauraum vorgeheizt, sowie das Bauteil im Drucker digital ausgerichtet

¹⁴⁹ So könnte bspw. eine vermehrt dezentrale Fertigung den derzeit etablierten Trend des globaler Lieferketten (Global Sourcing) vgl. Wagner / Bode (2006), 301ff. ablösen.

¹⁵⁰ Vgl. Huang / Liu / Mokasdar (2013), S. 1193; Kietzmann / Pitt / Berthon (2015), S. 210.

¹⁵¹ Huang / Liu / Mokasdar (2013), 1192f.; International Organization for Standardization (12.2015).

¹⁵² Vgl. Hasan / Rennie / Hasan (2013), S. 536; Beyer (2014), S. 2; Oettmeier / Hofmann (2016), 946f. Zur Herleitung und Einteilung Additiver Fertigung in Technologieebene und Anwendungsebene vgl. Gebhardt / Kessler / Thurn (2016), 6ff.

¹⁵³ Dieser bezeichnete ursprünglich ausschließlich das additive Fertigungsverfahren Binder Jetting, beschreibt mittlerweile jedoch als Synonym von AM die Technologie als Ganzes. Vgl. Huang / Liu / Mokasdar (2013), S. 1193; Gebhardt / Kessler / Thurn (2016), 3f.

¹⁵⁴ Vgl. Gibson / Rosen / Stucker (2015), 2f.; Durach / Kurpjuweit / Wagner (2017), 960f.; Feldmann / Gorj (2017), S. 17; Munguía / Riba / Ciurana (2008), 173f.; Holmström / Holweg / Khajavi (2016), S. 1; Braziotis / Rogers / Jimo (2019), 1f.

¹⁵⁵ Vgl. Feldmann / Gorj (2017), 6f.; Gibson / Rosen / Stucker (2015), 7f.; Khajavi / Partanen / Holmström (2014), S. 51; International Organization for Standardization (12.2015).

¹⁵⁶ Vgl. Oettmeier / Hofmann (2017); Gebhardt / Kessler / Thurn (2016), S. 9; Berman (2012).

¹⁵⁷ Vgl. Ruffo / Hague / Tuck (2007); Tuck / Hague / Burns (2007); Munguía / Riba / Ciurana (2008); Hasan / Rennie / Hasan (2013); Attaran (2017); Baldinger / Levy / Schönsleben (2016).

¹⁵⁸ Vgl. Gibson / Rosen / Stucker (2015), 4ff.

¹⁵⁹ Die Abkürzung steht für Computer Aided Design, einem Verfahren in welchem rechnergestützt eine digitale Zeichnungsdatei konstruiert wird vgl. Roscoe / Cousins / Handfield (2019), S. 776.

wird.¹⁶⁰ Im Anschluss findet der eigentliche Fertigungsprozess statt, welcher den Übergang aus der virtuellen in die physische Welt beschreibt.¹⁶¹ In diesem wird Material anhand der digitalen Schnittdarstellung schichtweise aufgetragen und verbunden bis das physische Bauteil vollständig erzeugt ist. Anschließend folgen etwaige Nachbearbeitungsschritte (Post-Processing) wie das Entfernen von Stützstrukturen, Wärmebehandlungsprozesse oder Oberflächenveredelung.

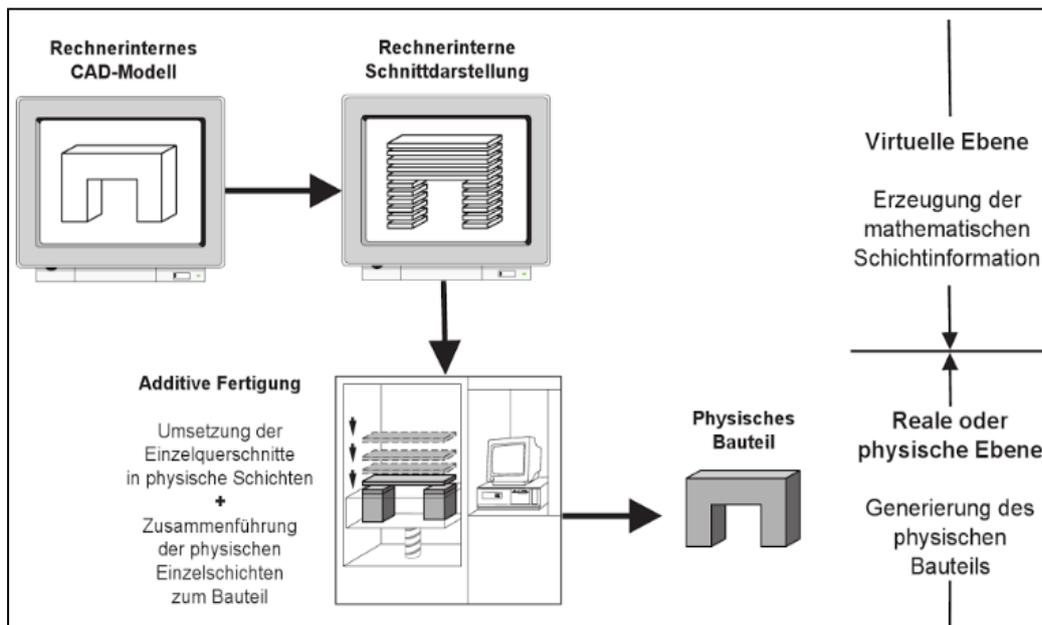


Abbildung 4: Additiver Fertigungsprozess¹⁶²

Die gängigste Methode zur Beschreibung von Fertigungsprozessen ist das Input-Transformation-Output (ITO) Modell.¹⁶³ Dieses segmentiert einen Prozess in die erforderliche Kombination aus Eingabefaktoren (Input), den eigentlichen Transformationsprozess sowie das anschließende Endprodukt (Output).¹⁶⁴

¹⁶⁰ Vgl. Gibson / Rosen / Stucker (2015), 4f.

¹⁶¹ Vgl. Gebhardt / Kessler / Thurn (2016), 2ff.

¹⁶² Quelle: Gebhardt / Kessler / Thurn (2016).

¹⁶³ Die ersten Vorläufer des ITO-Modells der Produktionstheorie lassen sich auf Untersuchungen landwirtschaftlicher Erträge im 18. Jahrhundert zurückführen in welchen der Ertrag (Output) anhand des Faktormengeneinsatzes (Input) untersucht wurde vgl. Westkämper (2006), S. 15f. Gutenberg (1951) untersucht mittels welcher Kombination eines Faktormengeneinsatzes in einem Kombinationsprozess (Transformation) ein Faktorsertrag zu erreichen ist vgl. Gutenberg (1951), S. 8f.

Das ITO-Modell dient mittlerweile als Standardmodell zur Beschreibung von Prozessen der Produktionswirtschaft (engl. „Operations Management“) vgl. Slack / Brandon-Jones / Johnston (2016), 11ff.; Zwikael / Smyrk (2012), 7f.

¹⁶⁴ Vgl. Zwikael / Smyrk (2012), 8.

Die rückwärtsgerichtete Betrachtung¹⁶⁵ des generischen AM-Prozesses zeigt, dass für die Erzeugung des AM-Outputs, Transformationsschritte geschehen müssen, welche das Pre-Processing, den eigentlichen Fertigungsprozess, sowie Post-Processing-Schritte beinhalten. Betrachtet man AM aus einer Beschaffungsperspektive werden vor allem die hierfür werden Inputfaktoren¹⁶⁶ interessant. Diese können entweder in virtueller als auch in physischer Form vorliegen. Ein digitaler Inputfaktor für AM ist das CAD-Modell, welches das herzustellende Output digital beschreibt¹⁶⁷ und in das Pre-Processing einfließt. Für die virtuelle als auch physischen Welt sind ausführende Dienstleistungen des Fertigungsprozesses (Service Execution)¹⁶⁸ erforderlich. Hierzu wird als physischer Inputfaktor das Rohmaterial¹⁶⁹ sowie ein 3D-Drucker benötigt.¹⁷⁰ Für etwaige Nachbearbeitungsprozesse (Post-Processing) sind sowohl Investitionsgüter¹⁷¹ oder auch Dienstleistungen zur Ausführung¹⁷² notwendig.

Die Verschmelzung des ITO-Modells mit dem generischen AM-Prozess dient als Bezugsrahmen für AM und ist in Abbildung 5 dargestellt. Anhand der rückwärtsgerichteten Betrachtung des Prozesses können hierbei Rückschlüsse auf die benötigten Inputgüter getroffen werden. Im Prozess selbst wird der direkte Übergang von virtueller zu physischer Welt besonders hervorgehoben, da dieser eines der Schlüsselmerkmale von AM darstellt.¹⁷³

¹⁶⁵ Hierbei lässt sich anhand des Outputs eines Prozesses mittels seinem Transformationsprozesses auf die für die Beschaffung notwendigen Inputfaktoren schließen. Diese wurden für einen generischen AM-Prozess deduktiv anhand der AM-Literatur abgeleitet und systematisiert.

¹⁶⁶ Diese bestehen aus Material, Informationen, sowie transformierenden Ressourcen vgl. Slack / Brandon-Jones / Johnston (2016), 11f.

¹⁶⁷ Dieses stellt die digitale Repräsentation des zu fertigenden Objektes dar und liefert somit die Information dieses fertigen zu können vgl. Khajavi / Partanen / Holmström (2014), S. 51; Rylands / Böhme / Gorkin (2016), S. 972; Rogers / Baricz / Pawar (2016), S. 896; International Organization for Standardization (12.2015).

¹⁶⁸ Die Ausführung des Prozesses kann mittels eigener Bediener als auch über die eines Fertigungsdienstleisters erfolgen vgl. Rogers / Baricz / Pawar (2016), S. 898

¹⁶⁹ Dieses kann in Form von Pulver oder Filament vorliegen vgl. Liu / Huang / Mokeddar (2014), S. 1170; Li / Jia / Cheng (2017), S. 1502; Öberg (2019), S. 7.

¹⁷⁰ Vgl. Halassi / Semeijn / Kiratli (2018), 200ff.; Öberg (2019), 6f.

¹⁷¹ Vgl. Minguella-Canela / Muguruza / Lumbierres (2017), 757f.; Strong / Kay / Conner (2019), S. 470.

¹⁷² Vgl. Strong / Kay / Conner (2019), S. 471; Verboeket / Krikke (2019), 96ff.

¹⁷³ Vgl. Tuck / Hague / Burns (2007), S. 12

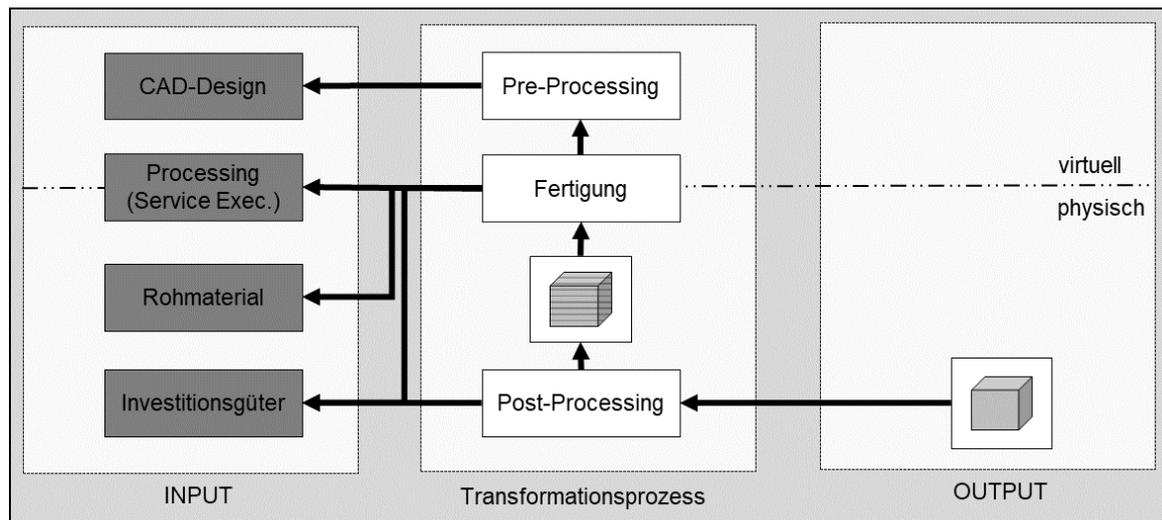


Abbildung 5: Bezugsrahmen ITO-Modell AM

Betrachtet man die Forschungsströmung an der Schnittstelle aus AM und Risikomanagement betrachten weniger als 3% der AM Publikationen AM Risikothemen.¹⁷⁴ Hierbei werden bspw. Risiken für eine erfolgreiche Integration (Barrieren) AM in Organisationen/Branchen¹⁷⁵ aber auch Risiken in der Nutzung AM (Risiken von AM)¹⁷⁶ behandelt.

¹⁷⁴ Vgl. Pereira / Gasi / Lourenco (2019), S. 172.

¹⁷⁵ Dies umfasst bspw. Limitationen der Produktionstechnologie, fehlende Unterstützung durch den Staat, Ungeklärte Fragen bei Eigentumsrechten, Fehlendes Vertrauen der Endkunden, hohe Investitionskosten, Haltungsweise der Konstruktionsabteilung, Fehlender Support durch das Management, Widerstand der Arbeiter, fehlende Maschinenbediener vgl. Dwivedi / Srivastava / Srivastava (2017), 981ff.

¹⁷⁶ Vgl. Pereira / Gasi / Lourenco (2019), 172ff.

1.3. Stand der Forschung

Die derzeitige wissenschaftlichen Betrachtung von Sourcing im Kontext additiver Fertigung soll nachfolgend mithilfe einer Literaturanalyse aufgezeigt werden.¹⁷⁷ Hierbei wurde ein mehrstufiges systematisches Vorgehen gewählt, um einen hohen Grad der Vollständigkeit, sowie eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.¹⁷⁸ Ziel ist es, Publikationen an der Schnittmenge von AM und Sourcing zu identifizieren. Der Suchstring¹⁷⁹ wurde hierzu in ausgewählten Datenbanken¹⁸⁰ eingegeben und anschließend nicht relevante Publikationen herausgefiltert (siehe Abbildung 6).¹⁸¹ Basierend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche wurde eine Zitatsuche durchgeführt, um den Literaturpool auf Grundlage der vorausgewählten und bereits als relevant eingestuft Publikationen zu erweitern.¹⁸²

¹⁷⁷ Die nachfolgende Literaturanalyse wurde bereits veröffentlicht. Die nachfolgenden Ausführungen erhalten die Kernaussagen dieser. Für weitere Analysen siehe Meyer / Glas / Eßig (2020b), S. 1ff.

¹⁷⁸ Vgl. Denyer / Tranfield (2009), S. 671; Easterby-Smith / Thorpe / Jackson (2015).

¹⁷⁹ Der Suchstring setzt sich aus dem Begriff "Sourcing", seinen Synonymen oder verwandten Begriffen, welche über eine Boolesche ODER-Funktion verbunden sind, sowie „Additiver Fertigung“ und dessen Synonymen zusammen. Beide Begriffsgruppen (Sourcing und AM) wurden über eine Boolesche UND-Funktion verbunden, wodurch sich der hier angegebene Suchstring ergab: ("Beschaffung" OR "SOURC*" OR "Einkauf" OR "Purchas*" OR "Procurement" OR "Supply*" OR "Acquisition") AND ("Additive Fertigung" OR "Additive Manufacturing" OR "Rapid Prototyping" OR "3d print*" OR "3d druck*" OR "Direct Digital Manufacturing").

¹⁸⁰ Diese Auswahl umfasst *EBSCOHost*, *EmeraldInsights*, *IEEE xplore*, *JSTOR*, *ScienceDirect*, *Sage*, *Scopus*, *Taylor und Francis* sowie *Wiley InterScience*.

Hierbei erhebt die Untersuchung keinen Anspruch auf Wiedergabe eines vollständigen Literaturüberblicks und beabsichtigt thematische Schwerpunkte um die derzeitige Forschungslücke in der Beschaffungsliteratur zu additiver Fertigung aufzuzeigen.

¹⁸¹ Die anfängliche Datenbanksuche nach Titel und Keywords des Suchstrings ergab ein initiales Output von 460 möglichen Veröffentlichungen. Nachfolgend wurden ausschließlich Journalpublikationen in englischer Sprache berücksichtigt, welche sich einem Peerreview-Verfahren unterzogen haben um eine hohe wissenschaftliche Qualität zu gewährleisten vgl. Denyer / Tranfield (2009), S. 685. Dies reduzierte das Output relevanter Publikationen auf 325.

Das Filtern nach Lesen des Titels und der Keywords der Publikationen nach Sourcing und AM relevanten Inhalten reduzierte die Anzahl auf 144. Nach dem Entfernen von Duplikaten ergaben sich 79 verbleibende Veröffentlichungen. Die weitere Selektion erfolgte durch Lesen des Abstracts (Output 62), sowie des Volltexts (Output 55).

¹⁸² Hierbei wurde eine rückwärtsgerichtete Schneeballsuche verwendet vgl. Wohlin (2014) Die Einschlusskriterien waren Journalpublikationen, welche sich einem Peereview-Verfahren unterzogen haben oder Publikationen mit multiplen Zitationen innerhalb bereits identifizierter Literatur in englischer Sprache mit relevantem Bezug zu AM und Sourcing. Hierdurch stieg die finale Anzahl relevanter Publikationen auf 63.

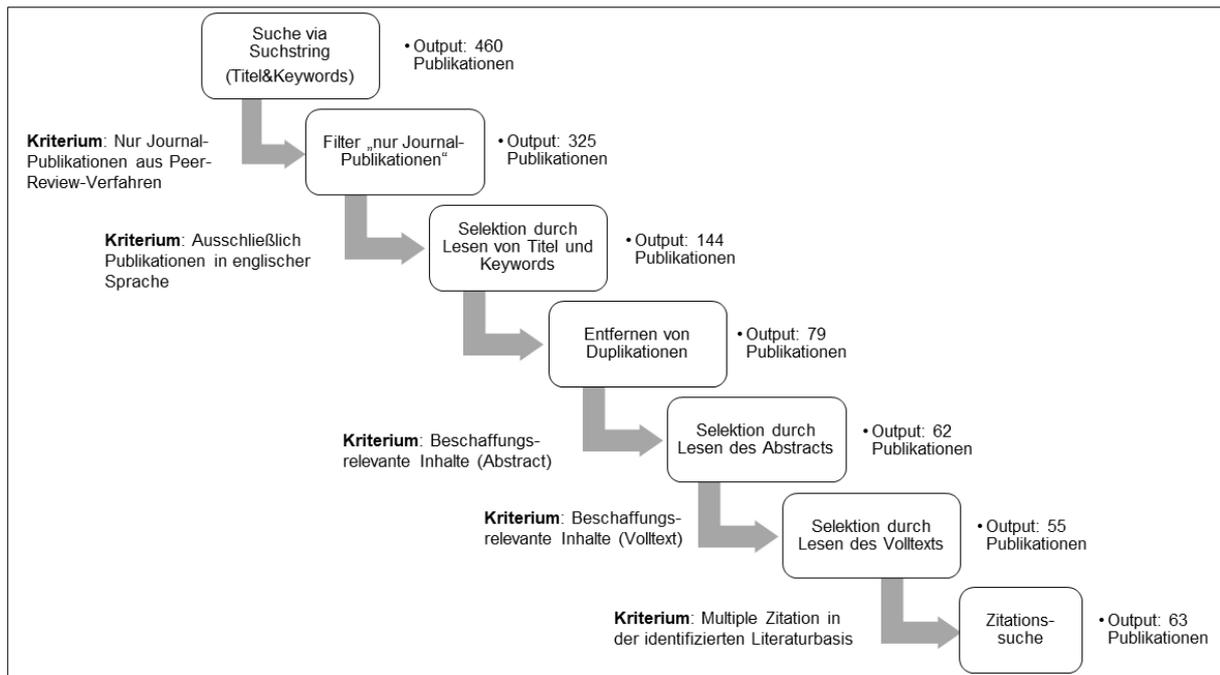


Abbildung 6: Vorgehensmodell der strukturierten Literaturanalyse

Ruffo / Hague / Tuck (2007) weisen explizit darauf hin, dass AM Auswirkungen auf das Outsourcing hat.¹⁸³ Außerdem stellen einige Publikationen heraus, dass es derzeit eine Forschungslücke an der Schnittstelle von Sourcing und AM gibt. So thematisieren *Rogers / Baricz / Pawar (2016)* als zukünftigen Forschungsbedarf welche Art von Sourcingkonzepten für die für AM benötigten Inputgütern wie Fertigungsdienstleistungen angewandt werden sollten.¹⁸⁴ *Hedenstierna / Disney / Eysers (2019)* thematisieren, dass gerade die Themenfelder des Outsourcings, sowie die veränderten Sourcingbeziehungen bei AM noch nicht hingehend erforscht sind.¹⁸⁵ Die wissenschaftliche Forschung additiver Fertigung fokussiert zumeist deren technologische Weiterentwicklung, wohingegen eine betriebswirtschaftliche Reflexion der Technologie nahezu ausbleibt.¹⁸⁶ Dennoch ist eine ansteigende Forschungsintensität (siehe Abbildung 7) ausgehend des kumulativen Anstiegs sowie der verkürzten Publikationsintervalle seit dem Jahr 2013 zu beobachten. Diese ist jedoch mit einer Gesamtanzahl von 63 Publikationen nach wie vor niedrig, was nach wie vor die Forschungslücke indiziert.

¹⁸³ "The change from traditional to additive production methods will have implications for [...] supply chain management, logistics and distribution, outsourcing [...]" vgl. *Ruffo / Hague / Tuck (2007)*, S. 23.

¹⁸⁴ "What type of sourcing (single vs multiple; local vs global) strategies should be adopted? What type of relationship is most appropriate for the various 3D printing services?" vgl. *Rogers / Baricz / Pawar (2016)*, S. 903.

¹⁸⁵ "Outsourcing research in AM is limited, and has typically investigated the potential advantages of in-house versus outsourced manufacturing. Little has been done to understand outsourcing relationships in AM [...]" vgl. *Hedenstierna / Disney / Eysers (2019)*, S. 757.

¹⁸⁶ Vgl. *Beyer (2014)*, S. 2.

Zudem ist die Verteilung der Publikationen nach Ihren Journals (siehe Tabelle 2), sowie deren Kerndisziplinen stark diversifiziert. Dies zeigt daher keinesfalls ein bereits konsolidiertes Forschungsfeld auf. So ist bspw. auch keine ausschließliche Fokussierung auf bestimmte Industrien erkennbar.

Tabelle 2: Aufteilung der Publikationen nach Zeitschrift und industriellem Fokus

| Journal | Anzahl | % |
|--|---------------|----------|
| Journal of Manufacturing Technology Management | 6 | 9.5% |
| Int. Journal of Physical Distribution & Logistics Management | 6 | 9.5% |
| Rapid Prototyping Journal | 5 | 7.9% |
| Journal of Operations Management | 4 | 6.3% |
| Additive Manufacturing | 3 | 4.8% |
| International Journal of Production Research | 3 | 4.8% |
| Computers in Industry | 3 | 4.8% |
| Business Horizons | 2 | 3.2% |
| Computers and Industrial Engineering | 2 | 3.2% |
| International Journal of Production Economics | 2 | 3.2% |
| Journal of Business Logistics | 2 | 3.2% |
| Journal of Industrial Ecology | 2 | 3.2% |
| Journal of Manufacturing Systems | 2 | 3.2% |
| Production Planning & Control | 2 | 3.2% |
| Sum of single articles in a journal | 19 | 30.4% |
| Industrieller Fokus der Publikationen | Anzahl | % |
| Kein spezifischer Industriefokus | 43 | 68.3% |
| Luft- und Raumfahrt | 11 | 17.5% |
| Automobilindustrie | 6 | 9.5% |
| Medizin | 6 | 9.5% |
| Konsumgüter | 4 | 6.3% |
| Maschinenbau | 4 | 6.3% |

Die tiefere Differenzierung zwischen Supply Chain Management (SCM), Logistik und Beschaffung zeigt (siehe Abbildung 7), dass sich lediglich 6% der Publikationen explizit mit Beschaffungsthemen beschäftigen, wohingegen der Großteil der Publikationen AM in der Lieferkette oder AM in der Logistik adressiert.

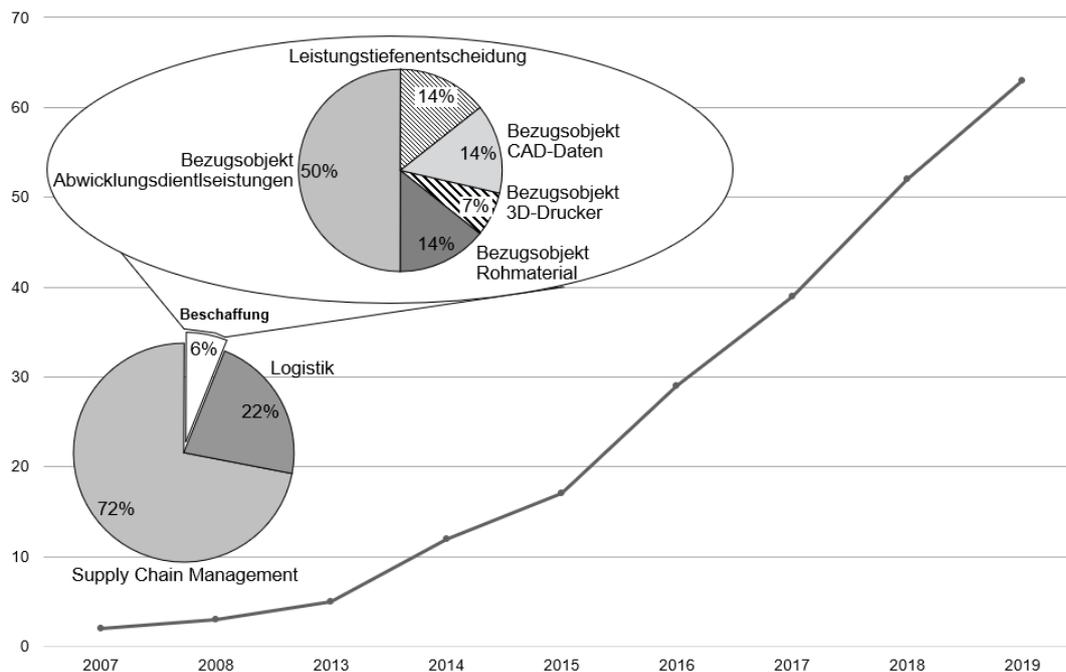


Abbildung 7: Kumulierte Anzahl und Fokus der Veröffentlichungen

Die thematische Segmentierung innerhalb der Beschaffungspublikationen zu AM (siehe Abbildung 7), zeigt dass sich ein Großteil der Publikationen mit den für AM relevanten Zulieferermärkten, wie Abwicklungsdienstleistungen¹⁸⁷, Rohmaterialien¹⁸⁸, CAD-Daten¹⁸⁹, sowie Investitionsgütern¹⁹⁰ beschäftigt. Die Leistungstiefenentscheidung bei AM wird in 2 Publikationen explizit thematisiert.¹⁹¹ Hierbei werden neue Möglichkeiten der geographisch und organisational verteilten Fertigung aufgezeigt.¹⁹²

¹⁸⁷ Dies umfasst bspw. die Klassifikation von AM-Dienstleistern vgl. Rogers / Baricz / Pawar (2016), veränderte Bezugskosten bei AM vgl. Ruffo / Hague / Tuck (2007); Baldinger / Levy / Schönsleben (2016) Veränderungen der Spezifikationen von Beschaffungsobjekten durch AM-Dienstleister vgl. Hasan / Rennie / Hasan (2013), 545f. Zudem elektronische Marktplatzkonzepte für Prototypendienstleistungen vgl. Pahwa / Starly / Cohen (2018), 135f. und AM-Endprodukten vgl. Potter / Evers (2015), 396ff., sowie der Auslagerung von Auftragsspitzen an Dienstleister vgl. Hedenstierna / Disney / Evers (2019).

¹⁸⁸ Es werden die erwartbaren Preissenkungen von Metall als AM-Rohmaterial vgl. Khajavi / Deng / Holmström (2018), sowie minimierte Versorgungsrisiken des Rohmaterials thematisiert vgl. Verboeket / Krikke (2019), 95f.

¹⁸⁹ Es wird ermittelt ob und zu welchem Prozentsatz Firmen Zugriff auf die CAD-Daten ihrer verkauften Produkte haben vgl. Hasan / Rennie / Hasan (2013), S. 540, welche Bezugsquellen hierfür existieren vgl. Rogers / Baricz / Pawar (2016), 896ff., sowie der Klassifikation von Datenmodellen der Datenplattform Thingiverse vgl. Friesike / Flath / Wirth (2018), 740ff..

¹⁹⁰ Die Beweggründe für die Beschaffung eines 3D-Druckers werden aus Konsumentensicht analysiert vgl. Halassi / Semeijn / Kiratli (2018).

¹⁹¹ Ruffo et al. (2007) systematisiert anhand der Produktionskosten, den kapazitiven Möglichkeiten, sowie des firmeneigenen Wissensstandes zu AM Optionen in der Leistungstiefenentscheidung AM auf. Hedenstierna et al. (2019) fügt der Entscheidung von Eigenfertigung oder Fremdbezug eine dritte Option von Eigenfertigung und Fremdbezug zur Deckung von Produktionsspitzen mithilfe der gemeinsamen Nutzung von Produktionskapazitäten in Kooperation mit anderen Unternehmen hinzu.

¹⁹² Vgl. Hedenstierna / Disney / Evers (2019), 356ff.

Diese könnten bspw. aktiv zur Bezugsquellendiversifizierung in Sourcing-Entscheidungen herangezogen werden um die Risikoposition von Beschaffungsobjekten zu reduzieren.

Die im Sourcing von AM bezogenen Produktgruppen der Publikationen (siehe Abbildung 8) haben sich im Laufe der Zeit gewandelt. Hierbei wird vor allem der Wandel vom ursprünglichen Rapid Prototyping zum Rapid Manufacturing und somit der Bezug eines breiteres Produktspektrums ersichtlich. So zeigt sich, dass AM zudem vor allem für Beschaffungsobjekte kleiner Stückzahlen wie individuellen Produkten oder Ersatzteilen eingesetzt wird. Jedoch ist ein Trend zu einer allgemeiner Betrachtungsweise und nicht mehr einer einzelnen Produktgruppe zu erkennen.

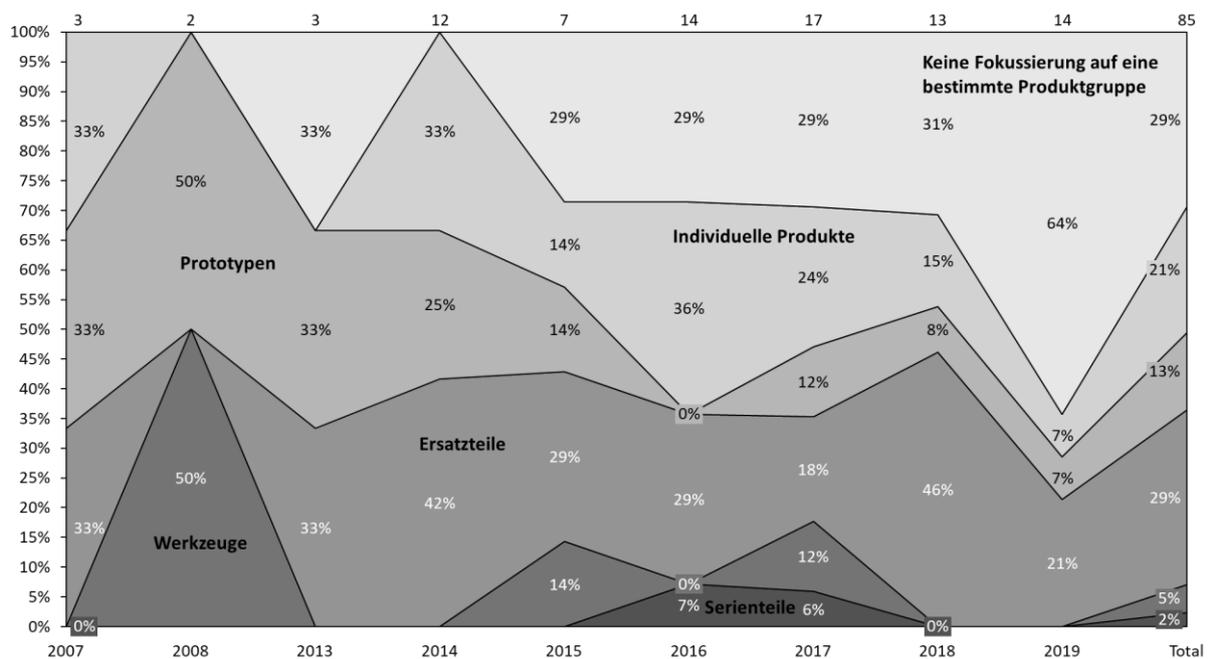


Abbildung 8: Betrachtete AM-Produktgruppen nach Publikationsjahr

So thematisieren Publikationen zu AM im Kontext des Sourcings zum einen Auswirkungen auf die Produktion selbst. Dies führt zu allererst zu Veränderungen der Produktionskosten, da „variable costs per part do not decrease with large production runs“¹⁹³ und „3D printing significantly reduces established scale and scope advantages“.¹⁹⁴ Dies würde konträr zum auf Skaleneffekten ausgerichteten traditionellen Bezug physischer Beschaffungsobjekte verlaufen.¹⁹⁵

¹⁹³ Vgl. Berman (2012), 157f.

¹⁹⁴ Vgl. Sasson / Johnson (2016), S. 84.

¹⁹⁵ Vgl. Ruffo / Tuck / Hague (2006), S. 1418; Baldinger / Levy / Schönsleben (2016), 872f.

Zum anderen deutet AM aber auch Veränderungen für die Steuerung unternehmensübergreifender Prozesse mit Auswirkungen auf die Koordinations- bzw. Transaktionskosten. Ein spezifisches¹⁹⁶ Beschaffungsobjekt „produce highly complex parts“¹⁹⁷ kann nun in einem vereinfachten Prozess „simplifying many manufacturing considerations“¹⁹⁸ mittels unspezifischer Inputgüter „without special tools and equipment“¹⁹⁹ an einer Vielzahl möglicher Standorte „materialize product manufacturing just in the time and place where demand occurs“²⁰⁰ von branchenfremden Unternehmen oder sogar Privatpersonen „consumers can become micro-manufacturer“²⁰¹ bezogen werden könnte.

So stellen *Braziotis / Rogers / Jimo (2019)* die Hypothese auf, “risk, uncertainty and planning errors associated with traditional dispersed and extended SCs can be significantly reduced.” Wodurch sich die Unsicherheit²⁰² im Sourcing von Beschaffungsobjekten verändern würde. *La Torre / Espinosa / Domínguez (2016)* schlagen vor AM als alternativen Bezugsweg dringend benötigter Ersatzteile in humanitären Hilfseinsätzen aufgrund der Möglichkeit dezentraler Fertigung zu nutzen. *Knofius / van der Heijden / Zijm (2016)* entwickeln und validieren ein Konzept für die Auswahl AM zu fertiger Ersatzteile, wobei ein hohes Versorgungsrisiko traditioneller Verfahren die Nutzung AM begünstigt. Zudem deuten *Mohr / Khan (2015)* an, AM könne das Risiko einer Obsoleszenz von Beschaffungsobjekten minimieren, jedoch Risiken eines Fehlverhaltens in Bezug auf Eigentumsrechte erhöhen.

Dies zeigt die Notwendigkeit auf, AM aus Sourcing-Perspektive nicht anhand der Produktionskosten zu betrachten, sondern vielmehr die Transaktionskosten zu fokussieren.

¹⁹⁶ Williamson (1991) definiert Faktorspezifität durch den Grad der Wiederverwendbarkeit bzw. der alternativen Nutzungsmöglichkeit eines Gutes ohne das ein produktiver Wertverlust stattfindet. So besitzt ein Gut mit hoher Faktorspezifität eine geringe Wiederverwendbarkeit bei einer alternativen Nutzung vgl. Williamson (1991), 79f.

¹⁹⁷ Vgl. Tuck / Hague / Burns (2007), 1f.

¹⁹⁸ Vgl. Potter / Evers (2015), S. 390.

¹⁹⁹ Vgl. Bogers / Hadar / Bilberg (2016), S. 227.

²⁰⁰ Vgl. Minguella-Canela / Muguruza / Lumbierres (2017), S. 755.

²⁰¹ Vgl. Attaran (2017), S. 681.

²⁰² Die Unsicherheit schließt den Risikobegriff mit ein. In der betriebswirtschaftlichen Verwendung können beide Begrifflichkeiten im Allgemeinen gleichgesetzt werden. Siehe hierzu Kapitel 1.2.1.

Tabelle 3: Ausgewählte Aussagen zu AM im Kontext von Produktions- und Transaktionskosten

| Produktionskosten | |
|---|--|
| Tuck / Hague / Burns (2007), 1f. | “Advantages of AM lie in the ability to produce highly complex parts that require no tooling [...]. In theory, each part that is produced could be a custom part. ” |
| Berman (2012), 157f. | “In contrast to injection molding and cutting-based machinery, in 3-D printing, the variable costs per part do not decrease with large production runs [...] the ability to share designs and out-source manufacturing , and the speed and ease of designing and modifying products. ” |
| Sasson / Johnson (2016), S. 84 | “In sharp contrast, 3D printing significantly reduces established scale and scope advantages and the need to divide the value chain across various localities. ” |
| Transaktionskosten | |
| Minguella-Canela / Muguruza / Lumbierres (2017), S. 761 | “[AM] opens new possibilities to make viable new business models and in particular business models with distributed supply chains geographically and across the product stakeholders. ” |
| Ghadge / Karantoni / Chaudhuri (2018), S. 859 | “The use of AM can evidently balance inventory levels, increase flexibility and responsiveness , while, at the same time, decreasing network complexity and likely disruptions.” |
| Braziotis / Rogers / Jimo (2019), S. 397 | “By essentially shrinking the SC distance , adverse factors such as risk, uncertainty and planning errors associated with traditional dispersed and extended SCs can be significantly reduced. ” |

Eine Analyse nach theoretischen Ansätzen der Publikationen zeigt, dass ein Großteil keinen theoretischen Ansatz verwendet. Dies ist insofern überraschend, da AM im Kontext von Sourcing ein relativ junges Phänomen ist und theoretische Arbeiten zu meist die Grundlage für empirische Arbeiten bilden. Lediglich 9 Publikationen nutzen überhaupt eine theoretische Fundierung.²⁰³ So sprechen *Waller / Fawcett (2014)* in Ihrem Editorial mögliche Theorien zur Verwendung für AM im SCM an und verlangen

²⁰³ Der erste theoretische Beitrag stammt von Ruffo / Hague / Tuck (2007). Sie verwenden hauptsächlich die Wissensabhängigkeitstheorie und die Ressourcenabhängigkeitstheorie für die Sourcingentscheidung bei AM. Darüber hinaus wurde auf die Transaktionskostentheorie und den ressourcenbasierten Ansatz Bezug genommen, aber nicht näher ausgeführt.

In einem Editorial für das Journal of Business Logistics werben *Waller / Fawcett (2014)* für eine theoretischere Forschung zu AM in SCM und schlagen hierfür mehrere Theorien als mögliche Grundlage vor. Diese sind die Transaktionskostentheorie, der ressourcenbasierte Ansatz, die Kontingenztheorie, die Ressourcenabhängigkeitstheorie, Prinzipal-Agent-Theorie, Institutionentheorie und sozio-techni-

explizit theoriegetriebene Forschung zur Erklärung des Phänomens AM.²⁰⁴ Dies zeigt eine Forschungslücke und die Notwendigkeit einer näheren Forschungstätigkeit auf um das Themenfeld mit theoretischer Fundierung der Beschaffungsforschung zu verknüpfen.

Tabelle 4: Theoretische Ansätze der Publikationen

| | | | | | n | | | | | | | % |
|--|---------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|------------------------|----------------------|---------------|----------|
| Publikationen ohne Theorieansatz | | | | | 54 | | | | | | | 91.5% |
| Publikationen mit Theorieansatz | | | | | 9 | | | | | | | 15.3% |
| Verwendete Theorien | | | | | | | | | | | | |
| Publikationen mit theoretischem Ansatz: (sortiert nach Jahr der Publikation) | Transaktionskostentheorie | Ressourcentheorie | Knowledge-based-view | Situativer Ansatz | Ressourcenabhängigkeitsans. | Prinzipal-Agent-Theorie | Institutionentheorie | Netzwerktheorie | Dynamische Fähigkeiten | UTAUT ²⁰⁵ | Systemtheorie | |
| Ruffo / Hague / Tuck (2007) | x | x | x | | x | | | | | | | |
| Waller / Fawcett (2014) | x | x | | x | x | x | x | x | | | | |
| Thomas (2016) | | x | | | | | | | x | | | |
| Muir / Haddud (2017) | | | | | | | | | x | | x | |
| Ghadge / Karantoni / Chaudhuri (2018) | | | | x | | | | | | | x | |
| Halassi / Semeijn / Kiratli (2018) | | | | | | | | | | x | | |
| Öberg (2019) | | | | | x | | | | | | | |
| Hedenstierna / Disney / Evers (2019) | x | | | | | | | | | | | |
| Roscoe / Cousins / Handfield (2019) | | | x | | | | | | | | | |

Ebenfalls zeigt die verwendete Methodik der Publikationen (siehe Tabelle 5), dass ein Großteil der Forschungstätigkeit nach wie vor konzeptionell ist. Dies zeigt die Notwendigkeit auf Veränderungen im Sourcing durch AM mittels empirischer Untersuchungen zu belegen.

sche Theorie. Zwischen 2014 und 2020 sieben weitere theoretische Beiträge veröffentlicht, die hauptsächlich die ressourcenbasierte Sichtweise, die Ressourcenabhängigkeitstheorie und die Transaktionskostentheorie verwenden.

Abgesehen von den externen großen Theorien der Beschaffung (EGTs) vgl. Spina / Caniato / Luzzini (2015) wurden ungewöhnlichere Theorien angewendet, wie die Unified theory of acceptance and use of technology und die Systemtheorie. Obwohl sich viele Veröffentlichungen mit den Auswirkungen von AM auf Lieferketten befassten, wurde die Netzwerktheorie nur von einer Publikation gewählt.

²⁰⁴ Vgl. Waller / Fawcett (2014), S. 99.

²⁰⁵ Unified theory of acceptance and use of technology

Tabelle 5: Angewandte Forschungsmethodik der Publikationen

| Forschungsmethodik | No. | % |
|------------------------------|------------|----------|
| Konzeptionell | 24 | 38.1% |
| Literaturanalyse | 6 | 9.5% |
| Qualitative Methoden | | |
| Interview | 5 | 7.9% |
| Fallstudie | 20 | 31.7% |
| Quantitative Methoden | | |
| Modellbildung | 15 | 23.8% |
| Umfrage | 8 | 12.7% |
| Experiment | 1 | 1.6% |
| Simulation | 2 | 3.2% |

Die geringe Literaturlage von AM im Kontext des Sourcing zeigt die Notwendigkeit auf sich vermehrt auf das Wissen bereits existierender Forschungsströme anzuknüpfen um dieses Forschungsvorhaben zu realisieren.

1.4. Forschungsziele und Methodik der Dissertation

Im Folgenden soll anhand der identifizierten Forschungslücken, Forschungsfragen abgeleitet werden, welche durch das geplante Forschungsvorhaben beantwortet werden sollen. Diese werden hierbei nach ihrem zu beantwortendem Wissenschaftsziel klassifiziert und anhand dessen die geplante Forschungsmethodik abgeleitet.

1.4.1. Abgeleitete Forschungsfragen

Vor dem Hintergrund des aufgezeigten Anfangsverdachts, dass die Einbeziehung von AM in das Sourcing die Risikoposition von Beschaffungsobjekten verbessern kann, der Relevanz materialorientierter Beschaffungsorganisationen zur Reduktion der Risikoposition Ihrer Beschaffungsobjekte, sowie der breiten Lücke theoretisch-fundierter als auch empirischer Forschung von AM im Beschaffungskontext, soll nachfolgend ein Beitrag zur Erforschung dieses Themenfeldes geleistet werden. Dieser soll nachfolgend anhand von Forschungsfragen systematisiert werden.

Grundsätzliches Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Managementmodells für ein Sourcing-Konzept²⁰⁶ AM, welches die Risikoposition (RP) von Beschaffungsobjekten verbessert.

Das zentrale Analyseobjekt stellt somit die Sourcingbeziehung für ein Beschaffungsobjekt dar. Hierbei wird die Perspektive der beschaffenden Organisation (Abnehmer) einer Lieferanten-Abnehmer-Beziehung eingenommen, welche durch das Sourcing mittels AM die RP von Beschaffungsobjekten steuern kann. Diese Arbeit untersucht somit Zusammenhänge des Wirtschaftens in Unternehmungen, wodurch diese der Betriebswirtschaftslehre zuzuordnen ist. Diese wiederum wird den Realwissenschaften zugeordnet, womit im Rahmen dieser Arbeit beobachtbare Größen und Zusammenhänge analysiert werden können.²⁰⁷

Zur Reduktion dieser Forschungslücke von Beschaffung, AM und Risikomanagements, soll den grundsätzlichen Zielen der Betriebswirtschaft gefolgt werden. Diese beinhalten sowohl den theoretischen Erkenntnisgewinn als auch Gestaltungsempfehlungen.²⁰⁸ Die zu verfolgenden Wissenschaftsziele der Betriebswirtschaft können in *Erklärungs- und Gestaltungsaufgaben* unterteilt werden.²⁰⁹

Zuerst soll ausgehend des formulierten Anfangsverdachts und der noch begrenzten empirischen Forschung der Effekt AM die RP von Beschaffungsobjekten explorativ untersucht werden. Folgt man dem Risikomanagementprozess umfasst dies die Schritte der Risikoidentifikation und -bewertung. Hierzu soll die Realität abgebildet und erläutert werden. Dies wird durch das erklärende Wissenschaftsziel ausgedrückt.²¹⁰ So kann der skizzierte Sachverhalt aufgrund von Fakten erläutert und auf deren Ursachen zurückgeführt werden.²¹¹ Der Effekt von AM auf die Risikoposition von Beschaffungsobjekten wird nachfolgend als AM-Beschaffungsrisikotransfer (AM-BRT)²¹² definiert und soll das Ergebnis der Forschungsfrage (FF) 1 bilden.

²⁰⁶ Ein Konzept kann als stringenter und holistischer Handlungsplan beschrieben werden, der sich an angestrebten Referenzwerten (Zielen) ausrichtet. Zur Realisierung dieser werden anschließend angemessene Strategien selektiert und auf deren Grundlage geeignete Instrumente festlegt. vgl. Becker (2019), 5f.

²⁰⁷ Vgl. Schweitzer (1978), S. 2.

²⁰⁸ Vgl. Schanz (1977), 76f.

²⁰⁹ Vgl. Schweitzer (1978), S. 3; Grochla (1978), 69f.

²¹⁰ Vgl. Grochla (1978), S. 69.

²¹¹ Vgl. Bea / Friedl / Schweitzer (2005), 86f.

²¹² Die bisherige Forschungstätigkeit lässt bereits erahnen, dass die ausschließliche Nutzung AM im Bezug von Beschaffungsobjekten zu einer Verschiebung (Transfer) der Einzelrisiken führt, die Risikoposition aber nicht ausschließlich reduziert.

FF1: Welchen Effekt hat AM auf die RP von Beschaffungsobjekten?

Die geringe Nutzung betriebswirtschaftlicher Theorien in der derzeitigen Forschung zeigt die Notwendigkeit den in FF1 ermittelten AM-BRT-Effekt aus theoretisch zu fundieren. Zur Entwicklung eines Sourcingkonzepts, welches die Risikoposition von Beschaffungsobjekten verändert bedarf es einem hohen Grad an Allgemeingültigkeit, so dass dieses auf eine Vielzahl von Anwendungsfällen übertragbar ist.²¹³ Dies soll anhand multipler ausgewählter Theorien geschehen. So stellt FF2 ein erklärendes Wissenschaftsziel dar. Hierbei sollen die Zusammenhänge des AM-BRT Effekts auf das Sourcing und die dadurch resultierende Risikoposition von Beschaffungsobjekten erläutert werden. Dieser Effekt, welche die Risikoposition von Beschaffungsobjekten minimiert wird nachfolgend als Hedging-Effekt bezeichnet. Dieser soll als Risikosteuerungsansatz zur Entwicklung eines Sourcingkonzepts²¹⁴ herangezogen werden, welches die Risikoposition von Beschaffungsobjekten minimiert. Dieses Sourcingkonzept stellt ein theoretisch-fundiertes Wirkmodell dar und zeigt die Zielvorgabe für den Risikosteuerungsansatz. So behandelt FF2:

FF2: Wie wirkt AM-BRT auf das Sourcing?

Um den Risikosteuerungsansatz des Hedgings anhand des theoretisch-fundierten Wirkmodells für das Sourcing effektiv auszugestalten und überwachen zu können sollen zum Erreichen einer guten entscheidungstechnischen Verwendbarkeit Gestaltungsempfehlungen gegeben werden. Dies kann mittels des gestaltenden Wissenschaftsziel ausgedrückt werden. Da die AM Literatur derzeit sehr stark konzeptionell geprägt ist, soll ein Managementmodell anhand empirischer Untersuchungen entwickelt werden, um einen möglichst hohen Bestätigungsgrad zu erlangen.²¹⁵ Hierbei wird auf qualitative Forschungsmethoden zurückgegriffen, da diese in der Gesamtheit der AM-Literatur bisher nur selten Anwendung finden.²¹⁶ So sollen Gestaltungsempfehlungen ausgehend der Verwendung von Sourcingkonzepten AM im Rahmen der SARS-

²¹³ Vgl. Glas (2012), S. 19.

²¹⁴ Hierbei wird ausdrücklich ein einzelnes Sourcingkonzept entwickelt. Ausgehend des Ziels die Risikoposition eines Beschaffungsobjekts zu verbessern, wird mithilfe dieses Sourcingkonzepts eine Strategie aufgezeigt, wie dies mit Hilfe von AM erreicht werden kann. Die jeweiligen Ausgestaltungsalternativen dieses Konzepts (Instrumente) werden in FF3 behandelt.

²¹⁵ Vgl. Grochla (1978), S. 70.

²¹⁶ Pereira / Gasi / Lourenco (2019), S. 171.

CoV-2-Pandemie 2020 extrahiert werden. Zudem soll die Entwicklung eines Instrumentariums für die aktive Steuerung des Sourcingkonzepts anhand der Nutzung AM einer Einsatzorganisation aufgezeigt werden. So behandelt FF3:

FF3: Wie kann ein Sourcing, welches den AM-BRT Effekt nutzt ausgestaltet werden, um die RP von Beschaffungsobjekten zu minimieren?

Eine Gesamtübersicht der zu beantwortenden Forschungsfragen mit zugehörigen Teilfragen klassifiziert nach Ihrem zu beantwortenden Wissenschaftsziel findet sich in Tabelle 6.

Tabelle 6: Übersicht der Forschungsfragen und des betreffenden Wissenschaftsziels

| # | Forschungsfrage | Wissenschaftsziel | |
|----------------------------|--|-------------------|------------|
| | | erklärend | gestaltend |
| FF1: | Welchen Effekt hat AM auf die RP von Beschaffungsobjekten? | x | |
| <i>Durchführung:</i> | <i>Induktionsschluss anhand explorativer Forschungserkenntnisse</i> | | |
| <i>Output:</i> | <i>Aufzeigen des Effekts AM auf die RP von Beschaffungsobjekten. Dieser wird fortan als AM-Beschaffungsrisikotransfer (AM-BRT) bezeichnet.</i> | | |
| FF2: | Wie wirkt AM-BRT auf das Sourcing? | x | |
| <i>Durchführung:</i> | <i>Multikausaler Erklärungsansatz und Konzeption anhand ausgewählter Theorien</i> | | |
| <i>Output:</i> | <i>Erklärung des Effekts AM-BRT auf das Sourcing (Wirkmodell). Dieser wird fortan als Hedging-Effekt bezeichnet</i> | | |
| FF3: | Wie kann ein Sourcing, welches den AM-BRT Effekt nutzt ausgestaltet werden, um die RP von Beschaffungsobjekten zu minimieren? | | x |
| <i>Durchführung</i> | <i>Qualitativ empirische Forschungsmethoden</i> | | |
| FF3a: | Welche empirischen Erkenntnisse lassen sich aus der Corona-Pandemie 2020 beobachten? | | |
| <i>Durchführung:</i> | <i>Fallstudie AM in der Pandemie</i> | | |
| FF3b: | Welche Instrumente benötigt ein AM-BRT-Sourcing? | | |
| <i>Durchführung:</i> | <i>Aktionsforschung AM in Einsatzorganisationen</i> | | |
| <i>Output:</i> | <i>Managementmodell für das Sourcingkonzept Hedging AM</i> | | |

1.4.2. Geplante Forschungsmethodik

Um die genannten Forschungsfragen beantworten zu können müssen geeignete Forschungsmethoden gewählt werden. Hierbei unterscheidet *Grochla (1978)* zwischen einer *empirische-, formal-analytischen- und sachlich-analytischen-* Forschungsstrategie, welche innerhalb einer Forschungsarbeit zudem kombiniert werden können.²¹⁷

Die empirische Forschungsstrategie dient der „systematische[n] Erfahrungsgewinnung“ ausgehend eines formulierten Anfangsverdacht oder aus Beobachtungen der Realität.²¹⁸ Das zentrale Element dieser Strategie stellt die Konzeption von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen dar, welche ausgewählte Realitätsbereiche beschreiben.²¹⁹ Diese können entweder anhand kausaler Annahmen deduktiv oder anhand bereits gewonnener empirischer Erkenntnisse induktiv formuliert werden.²²⁰ Anschließend werden diese auf Ihren Wahrheitsgehalt durch die Gewinnung und Analyse empirischer Daten hin untersucht. Die „empirische Erfahrung [wird] als Grundlage des Wissens“²²¹ bezeichnet. Den kritischen Aspekt dieser Forschungsstrategie stellt die Beibehaltung von Validität und Reliabilität in der Operationalisierung der Realität mittels Indikatoren sowie deren Rückübersetzung in die theoretische Ebene dar.²²²

Die formal-analytische Forschungsstrategie abstrahiert und vereinfacht reale Problemstellungen in einem sehr schmalen abgegrenzten Realitätsbereich. Anschließend wird mithilfe einer formalisierten Beschreibung ein konzeptionelles Modell des Sachverhaltes erzeugt und mathematisch idealisiert modelliert, anhand dessen Lösungen von Problemen aufgezeigt werden. Hierbei wird allerdings angemerkt, dass häufig „entwickelte Modelle den praktischen Problemstellungen nicht gerecht werden“.

Bei der sachlich-analytischen Forschungsstrategie werden komplexe Zusammenhänge mittels Variablen ausgedrückt, welche durch hypothetisch-spekulativer Aussagen miteinander in Verbindung gebracht werden. Anschließend werden mögliche Zusammenhänge und deren Ausprägungen definiert. Hieraus entsteht somit ein heuristischer Ansatz zur Problemlösung.

Nachfolgend soll der bereits formulierte Anfangsverdacht, dass AM Auswirkungen die Risikoposition von Beschaffungsobjekten im Sourcing hat, systematisch untersucht

²¹⁷ Vgl. Grochla (1978), S. 71ff.

²¹⁸ Vgl. Grochla (1978), S. 80.

²¹⁹ Vgl. Grochla (1978), S. 78.

²²⁰ Vgl. Grochla (1978), S. 80.

²²¹ Vgl. Kromrey (2002), S. 28.

²²² Vgl. Grochla (1978), S. 84.

werden. Hierzu wird die empirische Forschungsstrategie gewählt, da mit dem Risiko als Indikator die reale Welt abgebildet und messbar gestaltet werden kann. Um hierbei jedoch die Reliabilität und Validität der zu erforschenden Aussagen zu gewährleisten soll das Prinzip der Triangulation²²³ angewandt werden.

Dem soll in dieser Arbeit weitgehend entsprochen werden, beispielsweise durch die Wahl eines multikausalen Erklärungsansatzes unter Verwendung verschiedener Theorien und Methoden. Zudem soll dies aber auch durch Einbeziehung multipler Forscher (Forschertriangulation) und Datensätzen (Datentriangulation) geschehen.²²⁴

²²³ Die Triangulation beschreibt die „Einnahme unterschiedlicher Perspektiven auf einen untersuchten Forschungsgegenstand“, hierbei kann ein zusätzlicher Erkenntnisgewinn durch Zuhilfenahme verschiedener Zugänge auf das zu erforschende Themenfeld geschehen vgl. Flick (2008), S. 12.

²²⁴ Zur Einteilung der Triangulationsarten vgl. Denzin (2017), 297ff.

1.5. Vorgehensweise, Ausblick und erste Erkenntnisse

In diesem Kapitel soll ein erster Ausblick auf Ergebnisse bereits stattgefundener und zukünftiger Forschungsarbeit gegeben werden. Hierzu ist der geplante Aufbau des Dissertationsvorhabens welches als Monographie verfasst wird, in Abbildung 9 dargestellt.

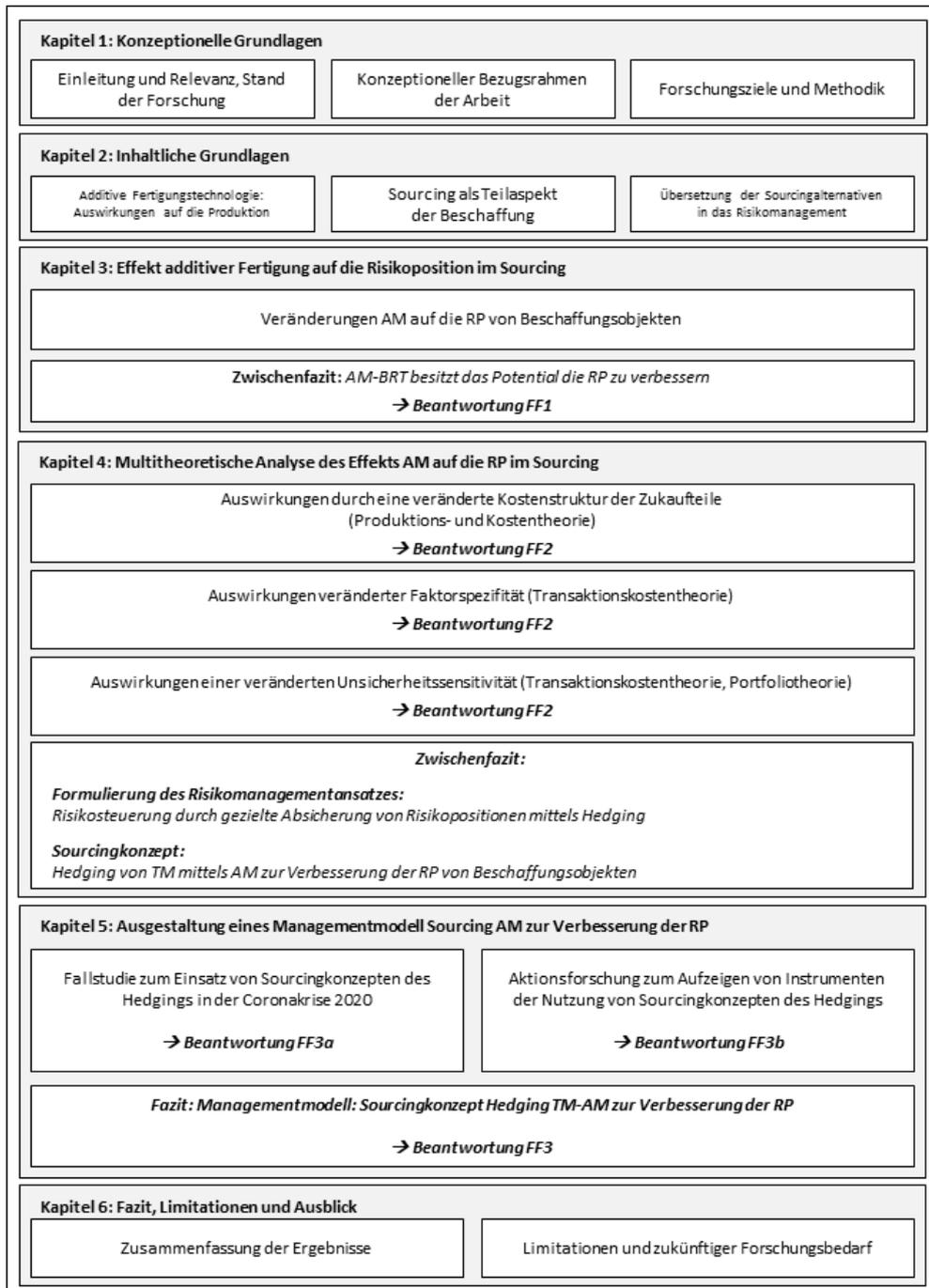


Abbildung 9: Aufbau der Arbeit

Kapitel 2 dient der Schaffung der Wissensgrundlagen, welche im weiteren Verlauf der Arbeit relevant sind. So wird hier die notwendige Grundlage wie bspw. Unterschiede

traditioneller- und additiver Fertigung in der Produktion, des Sourcings selbst, sowie deren mögliche Ausgestaltungsalternativen im Kontext des Riskmanagements geben.

In Kapitel 3 wird der Effekt AM auf die Risikoposition von Beschaffungsobjekten ausgehend eines empirisch-induktiven Vorgehens mittels einer Delphi-Studie²²⁵ aufgezeigt. Kapitel 4 liefert im Rahmen der Triangulation durch eine multitheoretische Analyse Erklärungsansätze für den AM-BRT Effekt auf das Sourcing. Als Zwischenfazit wird in diesem Kapitel der Risikosteuerungsansatz für ein Sourcingkonzept des Hedgings traditioneller- und additiver Bezugsquellen formuliert.

Auf Basis dieses Risikomanagementansatzes als Zielsetzung im Sourcing, soll in Kapitel 5 eine Fallstudie zur Identifikation von Gestaltungsempfehlungen ausgehend der Verwendung von Sourcingkonzepten AM im Rahmen der SARS-CoV-2-Pandemie 2020 extrahiert werden. Mittels Aktionsforschung soll zudem ein Instrumentarium für die aktive Steuerung dieses Sourcingkonzepts in einer Einsatzorganisation erarbeitet werden, welches in einem Managementmodell mündet.

Kapitel 7 fasst die gesammelten Erkenntnisse der Arbeit zusammen und zeigt Limitationen, sowie zukünftigen Forschungsbedarf auf.

²²⁵ Die Delphi-Technik dient der Prognostizierbarkeit komplexer Sachverhalte vgl. Grime / Wright (2016), S. 1. Das Risikowahrnehmung erfolgt oftmals subjektiv vgl. Mitchell (1995), 116ff. findet diese in modernen Risikomanagementansätzen vgl. Harland / Brenchley / Walker (2003), S. 54 Anwendung um Risiken identifizieren und bewerten zu können um im Anschluss Risikosteuerungsansätze abzuleiten vgl. Zsidisin / Panelli / Upton (2000), 189f.

2. Literaturverzeichnis

Airbus Group (01.04.2020): Airbus to produce 3D-printed hospital visors in fight against Covid-19, Getafe.

Anderson, Matthew G. / Katz, Paul B. (1998): Strategic Sourcing. in: The International Journal of Logistics Management, Vol. 9, Nr. 1 (1998), S. 1–13.

Arnold, U. (1999): Organization of global sourcing: ways towards an optimal degree of centralization. in: European Journal of Purchasing & Supply Management, Vol. 5, Nr. 3 (1999), S. 167–174.

Arnold, Ulli (1982): Strategische Beschaffungspolitik: Steuerung und Kontrolle strategischer Beschaffungssysteme von Unternehmen.

Arnold, Ulli (1997): Beschaffungsmanagement. 2. Aufl. 1997.

Arnold, Ulli / Eßig, Michael (2000): Sourcing-Konzepte als Grundelemente der Beschaffungsstrategie. in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium : WiSt : Zeitschrift für Studium und Forschung, Vol. 29, Nr. 3 (2000).

Attaran, Mohsen (2017): The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing. in: Business Horizons, Vol. 60, Nr. 5 (2017), S. 677–688.

Aven, Terje (2016): Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. in: European Journal of Operational Research, Vol. 253, Nr. 1 (2016), S. 1–13.

Bäckstrand, Jenny / Suurmond, Robert / van Raaij, Erik / Chen, Clive (2019): Purchasing process models: Inspiration for teaching purchasing and supply management. in: Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 25, Nr. 5 (2019), S. 100577.

Baldinger, Matthias / Levy, Gideon / Schönsleben, Paul / Wandfluh, Matthias (2016): Additive manufacturing cost estimation for buy scenarios. in: Rapid Prototyping Journal, Vol. 22, Nr. 6 (2016), S. 871–877.

Baumers, Martin / Holweg, Matthias (2019): On the economics of additive manufacturing: Experimental findings. in: Journal of Operations Management, Vol. 65, Nr. 8 (2019), S. 794–809.

- Bea, Franz Xaver / Friedl, Birgit / Schweitzer, Marcell (2005): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 9. Aufl., Stuttgart 2005.
- Beaumont, Nicholas / Sohal, Amrik (2004): Outsourcing in Australia. in: *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24, Nr. 7 (2004), S. 688–700.
- Becker, J. (2019): *Marketing-Konzeption: Grundlagen des ziel-strategischen und operativen Marketing-Managements 2019*.
- Berman, Barry (2012): 3-D printing: The new industrial revolution. in: *Business Horizons*, Vol. 55, Nr. 2 (2012), S. 155–162.
- Beyer, C. (2014): Strategic Implications of Current Trends in Additive Manufacturing. in: *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, Vol. 136, Nr. 6 (2014).
- Blackhurst, Jennifer V. / Scheibe, Kevin P. / Johnson, Danny J. (2008): Supplier risk assessment and monitoring for the automotive industry. in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38, Nr. 2 (2008), S. 143–165.
- Bode, Christoph / Hübner, Denis / Wagner, Stephan M. (2014): Managing Financially Distressed Suppliers: An Exploratory Study. in: *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 50, Nr. 4 (2014), S. 24–43.
- Bogers, Marcel / Hadar, Ronen / Bilberg, Arne (2016): Additive manufacturing for consumer-centric business models: Implications for supply chains in consumer goods manufacturing. in: *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 102 (2016), S. 225–239.
- Braziotis, Christos / Rogers, Helen / Jimo, Ajeseun (2019): 3D printing strategic deployment: the supply chain perspective. in: *Supply Chain Management: An International Journal* (2019).
- Carr, Amelia S. / Pearson, John N. (1999): Strategically managed buyer–supplier relationships and performance outcomes. in: *Journal of Operations Management*, Vol. 17, Nr. 5 (1999), S. 497–519.
- Chekurov, Sergei / Metsä-Kortelainen, Sini / Salmi, Mika / Roda, Irene / Jussila, Ari (2018): The perceived value of additively manufactured digital spare parts in industry: An empirical investigation. in: *International Journal of Production Economics*, Vol. 205 (2018), S. 87–97.

Chiu, Ming-Chuan / Lin, Yi-Hsuan (2016): Simulation based method considering design for additive manufacturing and supply chain: An empirical study of lamp industry. in: *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 116, Nr. 2 (2016), S. 322–348.

Christopher, Martin / Ryals, Lynette J. (2014): The Supply Chain Becomes the Demand Chain. in: *Journal of Business Logistics*, Vol. 35, Nr. 1 (2014), S. 29–35.

(02.04.2020): Coronavirus: Volkswagen uses 3D printing to produce face shields, Wolfsburg.

Costantino, Nicola / Pellegrino, Roberta (2010): Choosing Between Single and Multiple Sourcing Based on Supplier Default Risk: A Real Options Approach. in: *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 16 (2010), S. 27–40.

Denyer, David / Tranfield, David (2009): Producing a systematic review (2009), S. 671–689.

Denzin, Norman K. (2017): *The Research Act 2017*.

Deutschlandfunk (20.03.2020): Kreative Lösungen in Zeiten von Corona. Lebensretter aus dem 3D-Drucker. in: *Deutschlandfunk*.

Driedonks, Boudewijn A. / Gevers, Josette M.P. / van Weele, Arjan J. (2010): Managing sourcing team effectiveness: The need for a team perspective in purchasing organizations. in: *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 16, Nr. 2 (2010), S. 109–117.

Durach, Christian F. / Kurpjuweit, Stefan / Wagner, Stephan M. (2017): The impact of additive manufacturing on supply chains. in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 47, Nr. 10 (2017), S. 954–971.

Dwivedi, Gourav / Srivastava, Samir K. / Srivastava, Rajiv K. (2017): Analysis of barriers to implement additive manufacturing technology in the Indian automotive sector. in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 47, Nr. 10 (2017), S. 972–991.

Easterby-Smith, Mark / Thorpe, Richard / Jackson, Paul Russell (2015): *Management and business research*. 5. Aufl., London 2015.

Eltantawy, Reham / Giunipero, Larry (2013): An empirical examination of strategic sourcing dominant logic: Strategic sourcing centrality. in: *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 19 (2013), S. 215–226.

- Emelogu, A. / Chowdhury, S. / Marufuzzaman, M. / Bian, L. (2019): Distributed or centralized? A novel supply chain configuration of additively manufactured biomedical implants for southeastern US States. in: CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Vol. 24 (2019), S. 17–34.
- EOS (2018): Zukünftiges Ariane Triebwerk. Vereinfacht mit additiver Fertigung.
- Ernst & Young Global Ltd. (2016): How will 3D printing make your company the strongest link in the value chain?
- Eßig, Michael / Wagner, Stephan M. (2003): Strategien in der Beschaffung. in: Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung, Vol. 14, Nr. 3 (2003), S. 279–296.
- Feldmann, Carsten / Gorj, Anneliese (2017): 3D-Druck und Lean Production, Wiesbaden 2017.
- Flick, Uwe (2008): Triangulation. Eine Einführung. 2. Aufl., Wiesbaden 2008.
- Foerstl, Kai / Reuter, Carsten / Hartmann, Evi / Blome, Constantin (2010): Managing supplier sustainability risks in a dynamically changing environment—Sustainable supplier management in the chemical industry. in: Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 16, Nr. 2 (2010), S. 118–130.
- Forbes (19.03.2020): Meet The Italian Engineers 3D-Printing Respirator Parts For Free To Help Keep Coronavirus Patients Alive.
- Forbes (24.03.2020): On-Demand Manufacturing Meets Pandemic Manufacturing Demand. in: Forbes.
- Forbes (25.03.2020): Inside A Silicon Valley Unicorn’s Urgent Dash To 3D-Print Face Shields And Test Swabs To Battle COVID-19. in: Forbes.
- Forbes (26.03.2020): 3 Lessons 3-D Printing Is Learning From COVID-19 Response. elektronisch veröffentlicht unter der URL: <https://www.forbes.com/sites/sarahgoehrke/2020/03/26/3-lessons-3-d-printing-is-learning-from-covid-19-response/amp/>, 08.04.2020.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (05.02.2020): Rechtsstreit mit Prevent. Gericht entscheidet: Volkswagen wurde erpresst. in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Vol. 2020.
- Friesike, Sascha / Flath, Christoph M. / Wirth, Marco / Thiesse, Frédéric (2018): Creativity and productivity in product design for additive manufacturing: Mechanisms and platform outcomes of remixing. in: Journal of Operations Management (2018).

Gebhardt, Andreas / Kessler, Julia / Thurn, Laura (2016): Additive Fertigungsverfahren. Additive Manufacturing und 3D-Drucken für Prototyping, Tooling, Produktion. 5. Aufl., München 2016.

Gesell, Claudia / Glas, Andreas H. / Essig, Michael (2018): Business-to-Business communication in a dynamic environment: A systematic adductive analysis referring to ramp-up management. in: Journal of Business-to-Business Marketing, Vol. 25, Nr. 4 (2018), S. 339–355.

Ghadge, Abhijeet / Karantoni, Georgia / Chaudhuri, Atanu / Srinivasan, Aravindan (2018): Impact of additive manufacturing on aircraft supply chain performance: A system dynamics approach. in: Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 29, Nr. 5 (2018), S. 846–865.

Giannakis, Mihalis / Papadopoulos, Thanos (2016): Supply chain sustainability: A risk management approach. in: International Journal of Production Economics, Vol. 171 (2016), S. 455–470.

Gibson, Ian / Rosen, David / Stucker, Brent (2015): Additive manufacturing technologies. 3D printing, rapid prototyping and direct digital manufacturing, New York, Heidelberg, Dodrecht, London 2015.

Giunipero, Larry / Eltantawy, Reham (2004): Securing the Upstream Supply Chain: A Risk Management Approach. in: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 34 (2004), S. 698–713.

Giunipero, Larry C. / Bittner, Samantha / Shanks, Ilana / Cho, Mee Hee (2019): Analyzing the sourcing literature: Over two decades of research. in: Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 25, Nr. 5 (2019), S. 100521.

Giunipero, Larry C. / Percy, Dawn H. (2000): World-Class Purchasing Skills: An Empirical Investigation. in: Journal of Supply Chain Management, Vol. 36, Nr. 3 (2000), S. 4–13.

Glas, Andreas H. (2012): Public Performance-based Contracting, Wiesbaden 2012.

Glas, Andreas H. / Schaupp, Markus / Essig, Michael (2017): An organizational perspective on the implementation of strategic goals in public procurement. in: Journal of Public Procurement, Vol. 17, Nr. 4 (2017), S. 572–605.

- Glas, Andreas Herbert / Raithel, Clarissa / Essig, Michael (2019): Risk perception in performance based contracts and the influence of experience. in: *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 68, Nr. 6 (2019), S. 1078–1101.
- Gonzalez Benito, Javier (2007): A Theory of Purchasing's Contribution to Business Performance. in: *Journal of Operations Management*, Vol. 25 (2007).
- Grajczyk, Karl J.: *Category Supply Management* 2015.
- Grime, Megan M. / Wright, George (2016): *Delphi Method* 2016.
- Grochla, Erwin (1977): Der Weg zu einer umfassenden betriebswirtschaftlichen Beschaffungslehre. in: *Die Betriebswirtschaft : DBW*, Vol. 37, Nr. 2 (1977).
- Grochla, Erwin (1978): *Einführung in die Organisationstheorie*, Stuttgart 1978.
- Grochla, Erwin / Kubicek, Herbert (1976): Zur Zweckmässigkeit und Möglichkeit einer umfassenden betriebswirtschaftlichen Beschaffungslehre. in: *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung : ZfbF*, Vol. 28, Nr. 5 (1976).
- Grochla, Erwin / Schönbohm, Peter (1980): *Beschaffung in der Unternehmung. Einführung in eine umfassende Beschaffungslehre*, Vol. 96 (1980).
- Gutenberg, Erich (1951): *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Erster Band Die Produktion*, Berlin, Heidelberg, s.l. 1951.
- Halassi, Sam / Semeijn, Janjaap / Kiratli, Nadine (2018): From consumer to prosumer: a supply chain revolution in 3D printing. in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 49, Nr. 2 (2018), S. 200–216.
- Hallikas, Jukka / Karvonen, Iris / Pulkkinen, Urho / Virolainen, Veli-Matti / Tuominen, Markku (2004): Risk management processes in supplier networks. in: *International Journal of Production Economics*, Vol. 90, Nr. 1 (2004), S. 47–58.
- Handelsblatt (07.01.2020): Millionenschaden - VW verklagt Zulieferer Prevent wegen Lieferstopps. Die Auseinandersetzung zwischen VW und dem Zulieferer Prevent geht in die nächste Runde: Die Wolfsburger klagen auf Schadenersatz in Millionenhöhe. in: *Handelsblatt*, Vol. 2020.
- Harland, Christine / Brenchley, Richard / Walker, Helen (2003): Risk in supply networks. in: *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 9, Nr. 2 (2003), S. 51–62.

Harland, Christine / Knight, Louise / Lamming, Richard / Walker, Helen (2005): Outsourcing: assessing the risks and benefits for organisations, sectors and nations. in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25, Nr. 9 (2005), S. 831–850.

Hasan, Saad / Rennie, Allan / Hasan, Jamal (2013): The Business Model for the Functional Rapid Manufacturing Supply Chain. in: Studia Commercialia Bratislaven-sia, Vol. 6, Nr. 24 (2013), S. 536–552.

Hedenstierna, Carl Philip T. / Disney, Stephen M. / Eyers, Daniel R. / Holmström, Jan / Syntetos, Aris A. / Wang, Xun (2019): Economies of collaboration in build-to-model operations. in: Journal of Operations Management, Vol. 65, Nr. 8 (2019), S. 753–773.

Heise online (18.03.2020): Coronavirus: Maker helfen mit Teilen aus dem 3D-Drucker.

Hesping, Frank Henrik / Schiele, Holger (2015): Purchasing strategy development: A multi-level review. in: Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 21, Nr. 2 (2015), S. 138–150.

Holmström, Jan / Holweg, Matthias / Khajavi, Siavash / Partanen, Jouni (2016): The direct digital manufacturing (r)evolution: definition of a research agenda. in: Operations Management Research, Vol. 9 (2016).

Holmström, Jan / Partanen, Jouni (2010): Rapid manufacturing in the spare parts supply chain. in: Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 21, Nr. 6 (2010), S. 687–697.

Huang, Samuel H. / Liu, Peng / Mokasdar, Abhiram / Hou, Liang (2013): Additive manufacturing and its societal impact: a literature review. in: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 67, Nr. 5 (2013), S. 1191–1203.

(14.04.2020): Initiative in Zeiten der Krise: Mit 3D-Druck gegen COVID-19.

International Organization for Standardization (12.2015): ISO/ASTM 52900:2015. Additive manufacturing - General principles - Terminology, ISO/ASTM 52900:2015. elektronisch veröffentlicht unter der URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-1:v1:en>.

Kam, Hon Booi / Ling, Chen / Richard, Wilding / Xie, Charlene / Anumba, Chimay J. / Lee, Tzong - Ru (2011): Managing production outsourcing risks in China's apparel

industry: a case study of two apparel retailers. in: Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 16, Nr. 6 (2011), S. 428–445.

Khajavi, Siavash H. / Deng, Gege / Holmström, Jan / Puukko, Pasi / Partanen, Jouni (2018): Selective laser melting raw material commoditization: impact on comparative competitiveness of additive manufacturing. in: International Journal of Production Research, Vol. 56, Nr. 14 (2018), S. 4874–4896.

Khajavi, Siavash H. / Partanen, Jouni / Holmström, Jan (2014): Additive manufacturing in the spare parts supply chain. in: Computers in Industry, Vol. 65, Nr. 1 (2014), S. 50–63.

Khajavi, Siavash H. / Partanen, Jouni / Holmström, Jan / Tuomi, Jukka (2015): Risk reduction in new product launch: A hybrid approach combining direct digital and tool-based manufacturing. in: Computers in Industry, Vol. 74 (2015), S. 29–42.

Kietzmann, Jan / Pitt, Leyland / Berthon, Pierre (2015): Disruptions, decisions, and destinations: Enter the age of 3-D printing and additive manufacturing. in: Business Horizons, Vol. 58, Nr. 2 (2015), S. 209–215.

Kloman, H. Felix (1992): Rethinking Risk Management. in: The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice, Vol. 17, Nr. 3 (1992), S. 299–313.

Knight, Frank H. (1921): Risk, Uncertainty and Profit, Illinois 1921.

Knofius, N. / van der Heijden, Matthieu / Zijm, W. (2016): Selecting parts for additive manufacturing in service logistics. in: Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 27, Nr. 7 (2016), S. 915–931.

Kraljic, Peter (1983): Purchasing Must Become Supply Management. in: Harvard Business Review, Vol. 1983, Nr. 61 (1983), S. 109–117.

Kromrey, Helmut (2002): Empirische Sozialforschung, Wiesbaden 2002.

La Torre, N. de / Espinosa, M. M. / Domínguez, Manuel (2016): Rapid prototyping in humanitarian aid to manufacture last mile vehicles spare parts: An implementation plan. in: Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, Vol. 26, Nr. 5 (2016), S. 533–540.

Large, Rudolf (2006): Strategisches Beschaffungsmanagement, Wiesbaden 2006.

Li, Yao / Jia, Guozhu / Cheng, Yang / Hu, Yuchen (2017): Additive manufacturing technology in spare parts supply chain: a comparative study. in: International Journal of Production Research, Vol. 55, Nr. 5 (2017), S. 1498–1515.

Liu, Peng / Huang, Samuel H. / Mokasdar, Abhiram / Zhou, Heng / Hou, Liang (2014): The impact of additive manufacturing in the aircraft spare parts supply chain: supply chain operation reference (scor) model based analysis. in: Production Planning & Control, Vol. 25, 13/14 (2014), S. 1169–1181.

Lonsdale, Chris (1999): Effectively managing vertical supply relationships: a risk management model for outsourcing. in: Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 4, Nr. 4 (1999), S. 176–183.

manager magazin (20.03.2020): VW und PSA könnten Teile für Beatmungsgeräte herstellen. Autowerke dicht - doch 3-D-Drucker könnten helfen. in: manager magazin.

Markowitz, Harry (1952): Portfolio selection*. in: The Journal of Finance, Vol. 7, Nr. 1 (1952), S. 77–91.

McKinsey & Company (2017): Additive manufacturing. A long-term game changer for manufacturers.

Meyer, Matthias M. / Glas, Andreas H. / Eßig, Michael (2020a): Der Einfluss additiver Fertigung auf Operational Performance. in: Controlling, Vol. 32, Nr. 3 (2020), S. 14–21.

Meyer, Matthias M. / Glas, Andreas H. / Eßig, Michael (2020b): Systematic review of sourcing and 3D printing: make-or-buy decisions in industrial buyer–supplier relationships. in: Management Review Quarterly (2020).

Micheli, Guido J.L. / Cagno, Enrico / Di Giulio, Augusto (2009): Reducing the total cost of supply through risk-efficiency-based supplier selection in the EPC industry. in: Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 15, Nr. 3 (2009), S. 166–177.

Minguella-Canela, J. / Muguruza, A. / Lumbierres, D. R. / Heredia, F.-Javier / Gimeno, R. / Guo, P. / Hamilton, M. / Shastry, K. / Webb, S. (2017): Comparison of production strategies and degree of postponement when incorporating additive manufacturing to product supply chains. in: Procedia Manufacturing, Vol. 13 (2017), S. 754–761.

Mitchell, Vincent-Wayne (1995): Organizational Risk Perception and Reduction: A Literature Review. in: *British Journal of Management*, Vol. 6, Nr. 2 (1995), S. 115–133.

Mohr, Sebastian / Khan, Omera (2015): 3D Printing and Its Disruptive Impacts on Supply Chains of the Future. in: *Technology Innovation Management Review*, Vol. 5, Nr. 11 (2015).

Muir, Melanie / Haddud, Abubaker (2017): Additive manufacturing in the mechanical engineering and medical industries spare parts supply chain. in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 29, Nr. 2 (2017), S. 372–397.

Munguía, Javier / Riba, Carles / Ciurana, Joaquim de (2008): Pursuing successful rapid manufacturing. A users' best - practices approach. in: *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 14, Nr. 3 (2008), S. 173 – 179.

Narasimhan, Ram / Das, Ajay (1999): An Empirical Investigation of the Contribution of Strategic Sourcing to Manufacturing Flexibilities and Performance*. in: *Decision Sciences*, Vol. 30, Nr. 3 (1999), S. 683–718.

Nikolarakos, C. / Georgopoulos, N. (2001): Sourcing: Issues to be considered for the make-or-buy decisions. in: *Operational Research*, Vol. 1, Nr. 2 (2001), S. 161.

Öberg, Christina (2019): Additive manufacturing – digitally changing the global business landscape. in: *European Journal of Management and Business Economics* (2019).

Oehler, Andreas / Unser, Matthias (2001): *Finanzwirtschaftliches Risikomanagement*, Berlin, Heidelberg 2001.

Oettmeier, K. / Hofmann, E. (2017): Additive manufacturing technology adoption: an empirical analysis of general and supply chain-related determinants. in: *Journal of Business Economics*, Vol. 87, Nr. 1 (2017), S. 97–124.

Oettmeier, Katrin / Hofmann, Erik (2016): Impact of additive manufacturing technology adoption on supply chain management processes and components. in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 27, Nr. 7 (2016), S. 944–968.

Pahwa, Deepak / Starly, Binil / Cohen, Paul (2018): Reverse auction mechanism design for the acquisition of prototyping services in a manufacturing-as-a-service marketplace. in: *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 48 (2018), S. 134–143.

Paulraj, Antony / Chen, Injazz J. (2007): Environmental Uncertainty and Strategic Supply Management: A Resource Dependence Perspective and Performance Implications. in: *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 43, Nr. 3 (2007), S. 29–42.

Pereira, Guilherme Ruggeri / Gasi, Fernando / Lourenco, Sergio Ricardo (2019): Review, Analysis, and Classification of 3D Review, Analysis, and Classification of 3D printing literature: Types of Research and Technology Benefits. in: *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, Vol. 6, Nr. 6 (2019), S. 167–187.

Pfohl, Hans-Christian / Large, Rudolf (2003): Beschaffungsstrategien und strategisches Beschaffungsmanagement. in: *Handbuch Beschaffung : Strategien, Methoden, Umsetzung* (2003), S. 433–452.

Porter, M. E. (1985): *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance* 1985.

Potter, Andrew T. / Eyers, Daniel R. (2015): E-commerce channels for additive manufacturing: an exploratory study. in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 26, Nr. 3 (2015), S. 390–411.

PwC International Ltd. (2017): *The future of spare parts is 3D*.

Renault Trucks SAS (2017): *3d-Metalldruck. Eine zukunftsstechnologie für leichtere und kompaktere Motoren*, Lyon.

Ritchie, Bob / Brindley, Clare (2007): Supply chain risk management and performance: A guiding framework for future development. in: *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 27, Nr. 3 (2007), S. 303–322.

Rogers, Helen / Baricz, Norbert / Pawar, Kulwant S. (2016): 3D printing services: classification, supply chain implications and research agenda. in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 46, Nr. 10 (2016), S. 886–907.

Roland Berger (2017): *Additive Manufacturing in Aerospace and Defense*.

Roscoe, Samuel / Cousins, Paul D. / Handfield, Robert (2019): The microfoundations of an operational capability in digital manufacturing. in: *Journal of Operations Management*, Vol. 65, Nr. 8 (2019), S. 774–793.

Ruffo, M. / Tuck, C. / Hague, R. (2006): Cost estimation for rapid manufacturing - laser sintering production for low to medium volumes. in: *Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 220, Nr. 9 (2006), S. 1417–1427.

Ruffo, Massimiliano / Hague, Richard / Tuck, Chris (2007): Make or buy analysis for rapid manufacturing. in: *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 13, Nr. 1 (2007), S. 23–29.

Rylands, Brogan / Böhme, Tillmann / Gorkin, Robert / Fan, Joshua / Birtchnell, Thomas (2016): The adoption process and impact of additive manufacturing on manufacturing systems. in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 27, Nr. 7 (2016), S. 969–989.

Sasson, Amir / Johnson, John Chandler (2016): The 3D printing order: variability, supercenters and supply chain reconfigurations. in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 46, Nr. 1 (2016), S. 82–94.

Saunders, Lance / Kleiner, Brian / Mccoy, Andrew / Lingard, Helen / Mills, Thomas / Blismas, Nick / Wakefield, Ron (2015): The effect of early supplier engagement on social sustainability outcomes in project-based supply chains. in: *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 21 (2015), S. 285–295.

Schanz, Günther (1977): *Jenseits von Empirismus: Eine Perspektive für die betriebswirtschaftliche Forschung*. in: *Empirische und handlungstheoretische Forschungskonzeptionen in der Betriebswirtschaftslehre*, Stuttgart (1977), S. 65–84.

Schiele, Holger / Horn, Philipp / Vos, Bart / Patrik, Jonsson / Dan, Andersson (2011): Estimating cost - saving potential from international sourcing and other sourcing levers: Relative importance and trade - offs. in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 41, Nr. 3 (2011), S. 315–336.

Schweitzer, Marcell (Hrsg.) (1978): *Auffassungen und Wissenschaftsziele der Betriebswirtschaftslehre*, Darmstadt 1978.

Seidl, Albert (2000): *Hedge-Accounting und Risikomanagement*, Wiesbaden 2000.

Shin, Hojung / Collier, David / Wilson, Darryl (2000): Supply Management Orientation and Supplier/Buyer Performance. in: *Journal of Operations Management*, Vol. 18 (2000), S. 317–333.

- Sinha, Pankaj Raj / Whitman, Larry E. / Malzahn, Don (2004): Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain. in: Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 9, Nr. 2 (2004), S. 154–168.
- Sislian, Eric / Satir, Ahmet (2000): Strategic Sourcing: A Framework and a Case Study. in: Journal of Supply Chain Management, Vol. 36, Nr. 2 (2000), S. 4–11.
- Slack, Nigel / Brandon-Jones, Alistair / Johnston, Robert (2016): Operations management. 8. Aufl., Harlow, England, London, New York 2016.
- Smeltzer, Larry R. / Manship, Jennifer A. / Rossetti, Christian L. (2003): An Analysis of the Integration of Strategic Sourcing and Negotiation Planning. in: Journal of Supply Chain Management, Vol. 39, Nr. 3 (2003), S. 16–25.
- Spekman, Robert / Davis, Edward (2004): Risky Business: Expanding the Discussion on Risk and the Extended Enterprise. in: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 34 (2004), S. 414–433.
- Spina, Gianluca / Caniato, Federico / Luzzini, Davide / Ronchi, Stefano (2015): Assessing the use of External Grand Theories in Purchasing and Supply Management research. in: Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 22 (2015).
- Stalker, Kirsten (2003): Managing Risk and Uncertainty in Social Work: A Literature Review. in: Journal of Social Work, Vol. 3, Nr. 2 (2003), S. 211–233.
- Statista (2010): Wertschöpfungsanteil der Automobilzulieferer am weltweiten Automobilbau in den Jahren 1985 bis 2015. elektronisch veröffentlicht unter der URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/162996/umfrage/wertschoepfungsanteil-der-automobilzulieferer-am-automobilbau-weltweit/>, 31.07.2019.
- Statista (2020): Global unit shipments of 3D printers from 2018 to 2027. 3D printers - worldwide unit shipments 2018 & 2027. elektronisch veröffentlicht unter der URL: <https://www.statista.com/statistics/370297/worldwide-shipments-3d-printers/>, 05.05.2020.
- Strong, Danielle / Kay, Michael / Conner, Brett / Wakefield, Thomas / Manogharan, Guha (2019): Hybrid manufacturing—Locating AM hubs using a two-stage facility location approach. in: Additive Manufacturing, Vol. 25 (2019), S. 469–476.
- Stuttgarter Zeitung (25.03.2020): Corona-Krise. Uniklinik Freiburg stellt eigene Schutzmasken her. in: Stuttgarter Zeitung.

Tagesspiegel (28.03.2020): Fahrzeugbauer als Krisenhelfer. Wenn Autoschrauber zu Medizintechnikern werden.

Tagesspiegel (07.04.2020): Kreative Erfindungen in der Coronakrise. Wenn die Taucherbrille zur Atemmaske wird. in: Tagesspiegel.

Tandler, Sandra Meta (2013): Supply Chain Safety Management, Wiesbaden 2013.

Tang, Christopher S. (2006): Perspectives in supply chain risk management. in: International Journal of Production Economics, Vol. 103, Nr. 2 (2006), S. 451–488.

Tayles, Mike / Drury, Colin (2001): Moving from Make/Buy to Strategic Sourcing: The Outsource Decision Process. in: Long Range Planning, Vol. 34, Nr. 5 (2001), S. 605–622.

taz (31.03.2020): Hochschulen in der Corona-Krise. Statt präsent jetzt kreativ. in: taz.

Thomas, Douglas (2016): Costs, benefits, and adoption of additive manufacturing: a supply chain perspective. in: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 85, Nr. 5 (2016), S. 1857–1876.

Tuck, Christopher / Hague, Richard / Burns, Neil (2007): Rapid manufacturing: Impact on supply chain methodologies and practice. in: International Journal of Services and Operations Management, Vol. 3 (2007).

van Weele, Arjan J. / Eßig, Michael (2017): Strategische Beschaffung, Wiesbaden 2017.

Verboeket, Victor / Krikke, Harold (2019): The disruptive impact of additive manufacturing on supply chains: A literature study, conceptual framework and research agenda. in: Computers in Industry, Vol. 111 (2019), S. 91–107.

Vitasek, Kate (2016): Strategic sourcing business models. in: Strategic Outsourcing: An International Journal, Vol. 9, Nr. 2 (2016), S. 126–138.

Wagner, Stephan / Bode, Christoph (2006): An Empirical Investigation Into Supply Chain Vulnerability. in: Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 12 (2006), S. 301–312.

Wagner, Stephan M. / Bode, Christoph (2008): An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk. in: Journal of Business Logistics, Vol. 29, Nr. 1 (2008), S. 307–325.

Wagner, Stephan M. / Friedl, Gunther (2007): Supplier switching decisions. in: *European Journal of Operational Research*, Vol. 183, Nr. 2 (2007), S. 700–717.

Walker, Gordon (1988): Strategic Sourcing, Vertical Integration, and Transaction Costs. in: *Interfaces*, Vol. 18, Nr. 3 (1988), S. 62–73.

Waller, Matthew A. / Fawcett, Stanley E. (2014): Click Here to Print a Maker Movement Supply Chain: How Invention and Entrepreneurship Will Disrupt Supply Chain Design. in: *Journal of Business Logistics*, Vol. 35, Nr. 2 (2014), S. 99–102.

Welch, James A. / Nayak, P. Ranganath (1992): Strategic sourcing: a progressive approach to the make-or-buy decision. in: *Academy of Management Perspectives*, Vol. 6, Nr. 1 (1992), S. 23–31.

Welge, Martin K. / Al-Laham, Andreas / Eulerich, Marc (2017): *Strategisches Management*, Wiesbaden 2017.

Westkämper, Engelbert (Hrsg.) (2006): *Einführung in die Organisation der Produktion*, Berlin, Heidelberg 2006.

Williamson, Oliver E. (1979): Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations. in: *Journal of Law and Economics* (1979), S. 233–261.

Williamson, Oliver E. (1991): Strategizing, economizing, and economic organization. in: *Strategic Management Journal*, Vol. 12, S2 (1991), S. 75–94.

Wohlin, Claes (2014): Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. in: *ACM International Conference Proceeding Series* (2014).

Zawisla, Thomas (2008): *Risikoorientiertes Lieferantenmanagement. Eine empirische Analyse*. 1. Aufl., München 2008.

Zsidisin, George / Panelli, Alex / Upton, Rebecca (2000): Purchasing Organization Involvement in Risk Assessments, Contingency Plans, and Risk Management: An Exploratory Study. in: *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 5 (2000), S. 187–198.

Zsidisin, George A. / Ellram, Lisa M. / Carter, Joseph R. / Cavinato, Joseph L. (2004): An analysis of supply risk assessment techniques. in: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 34, Nr. 5 (2004), S. 397–413.

Zsidisin, George A. / Smith, Michael E. (2005): Managing Supply Risk with Early Supplier Involvement: A Case Study and Research Propositions. in: Journal of Supply Chain Management, Vol. 41, Nr. 4 (2005), S. 44–57.

Zwikael, Ofer / Smyrk, John (2012): A General Framework for Gauging the Performance of Initiatives to Enhance Organizational Value. in: British Journal of Management, Vol. 23, Nr. 1 (2012), 6-S22.