

MASTERARBEIT

Qualitative Bewertung planungsrelevanter Randbedingungen bei der Umsetzung von Maßnahmen in Werkstoffhandelsnetzwerken

bearbeitet von: Cihan Akbas

Studiengang: Wirtschaftsingenieurwesen
Matrikel-Nr.: 174534

Ausgegeben am: 10.01.2018
Eingereicht am: 06.07.2018

Prüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe
Betreuer: Dipl.-Inf. Dominik Schmitt

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1. Einleitung	1
2. Werkstoffhandel	3
2.1 Werkstoffe	3
2.2 Großhandel	4
2.3 Logistik	5
2.4 Logistiksysteme	5
2.5 Unternehmenslogistik	7
2.5 Supply Chain	9
2.6 Werkstoffhandelsnetzwerk	10
3. Maßnahmen in Werkstoffhandelsnetzwerken	12
3.1 Lagerstrukturmaßnahmen	12
3.2 Maßnahmen im Bestandsmanagement	13
3.3 Beschaffungsmaßnahmen	14
3.4 Transportmaßnahmen	16
4. Planungsrelevante Randbedingungen für die Umsetzung der Maßnahmen	18
4.1 Randbedingungen für Lagerstrukturmaßnahmen	18
4.2 Randbedingungen im Bestandsmanagement	21
4.3 Randbedingungen für Transportmaßnahmen	22
5. Wirkzusammenhänge zwischen Maßnahmen und Randbedingungen	24
5.1 Einlagerung von Stahlträgern	24
5.2 Einlagerung von Kunststoffartikeln	25
5.3 Anarbeitungen an Blechen aus Stahl	25
5.4 Optimierung des Bestandsmanagements auf Basis des Verbrauchsverhaltens	27
5.5 Änderungen der Beschaffungsstruktur und des Transportmodells	28
6. Qualitative Bewertung der planungsrelevanten Randbedingungen	30
7. Zusammenfassung und Ausblick	32

8. Literaturverzeichnis 36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Grundstrukturen von Logistiksystemen.....	6
Abbildung 2-2: Abgrenzung Logistiksysteme	8
Abbildung 2-3: Beispielhafte Struktur eines Werkstoffhandelsnetzwerks	11
Abbildung 3-1: Innerbetriebliche Logistik.....	13
Abbildung 3-2: Systematisierung der Sourcing-Konzepte.....	14
Abbildung 3-3: Transportmuster in Industrie- und Handelsnetzen.....	17
Abbildung 4-1: Systematischer Überblick der Lagertypen.....	20
Abbildung 5-1: Klassifikationen und Strategien durch eine ABC-XYZ-Analyse.....	28

Abkürzungsverzeichnis

WHNW	Werkstoffhandelsnetzwerk
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
SCM	Supply Chain Management
DIN	Deutsches Institut für Normung

1. Einleitung

Angesichts der fortschreitenden Globalisierung und Digitalisierung der Wirtschaft sind die Unternehmen heutzutage in besonderem Maße gefordert, sich kontinuierlich an das sich verändernde Umfeld anzupassen. Dabei kommt für viele Unternehmen der Weiterentwicklung logistischer Prozesse, die im Rahmen des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks die Beziehungen zwischen Einkauf, Lagerung und Verkauf abbilden, eine herausragende Bedeutung zu. Durch Optimierungsmaßnahmen innerhalb der logistischen Prozesse lassen sich vielfältige Kosten- und Effizienzpotenziale ausschöpfen, die zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens im globalen Markt beitragen können. (Arndt, 2008; Becker, 2008)

Einen Spezialfall der Logistik stellt das Werkstoffhandelsnetzwerk (WHNW) dar, innerhalb dessen verarbeitete und bearbeitete Werkstoffe gehandelt (eingekauft, gelagert, weiterbearbeitet, weiterverkauft) werden (Dross & Rabe, 2014; Rabe & Dross, 2016). Zur zielgerichteten Weiterentwicklung eines WHNW ist es erforderlich, systematisch Potenziale aufzuzeigen und geeignete Maßnahmen zu identifizieren, durch die sich die einzelnen logistischen Prozesse weiter verbessern lassen. Bei so einer Maßnahme kann es sich zum Beispiel um die Umlagerung bestimmter Artikel von einem Zentrallager in ein Regionallager handeln, um Kostenvorteile auszunutzen oder Transportwege zum Absatzmarkt zu verringern. Aufgrund der zunehmenden Komplexität im Umfeld der Unternehmen werden dabei oftmals Entscheidungsunterstützungssysteme eingesetzt, die auch Simulations- und Optimierungsverfahren umfassen. Mithilfe dieser Systeme lassen sich geeignete Maßnahmen bestimmen und deren potenzielle Nutzen für das Netzwerk ermitteln (Dross & Rabe, 2014; Rabe & Dross, 2016).

Zu beachten ist dabei jedoch, dass die vom System vorgeschlagenen Maßnahmen in einem realen Netzwerk nicht immer uneingeschränkt umsetzbar sind. Eine hohe Bedeutung haben dabei planungsrelevante Randbedingungen, wie etwa speziell erforderliche Lagertypen für bestimmte Artikel oder die Kapazitäten eines Standortes. Auch die Verfügbarkeit von Personal für möglicherweise von Kunden gewünschte Bearbeitungen der Werkstoffe (Anarbeitungen) kann hierbei ein zu beachtendes Kriterium sein (Rabe & Dross, 2016). Ebenfalls denkbar ist, dass sich bestimmte Maßnahmen in der vorgeschlagenen Art und Weise unter den gegebenen Bedingungen gar nicht umsetzen lassen. Die ursprünglich geplanten Maßnahmen wären in den genannten Fällen entsprechend anzupassen oder gar durch neue zu ersetzen.

Ein Schwerpunkt dieser Arbeit ist es deshalb, eine Vielzahl von möglichen Randbedingungen aufzuzeigen, die für die Umsetzung von Maßnahmen entscheidend sein können. Anschließend sollen die Wirkzusammenhänge der Maßnahmen und der aufgezeigten Randbedingungen identifiziert und anhand geeigneter Kriterien wie etwa Kosten, Trans-

portwege und Lieferflexibilität bewertet werden. Auf dieser Basis sollen umsetzbare Anpassungen im Netzwerk identifiziert werden, die auch unter Berücksichtigung der einbezogenen Randbedingungen die erwarteten positiven Effekte aufweisen und wirtschaftlich vorteilhaft sind.

Zu Beginn der Arbeit werden die Begriffe Werkstoff, Großhandel, Logistik, Logistiksysteme und Supply Chains definiert. Dies wird als wichtige Basis für das Verständnis von potenziellen Maßnahmen und zu beachtender Randbedingungen angesehen. Zudem wird auf dieser Basis eine Definition für Werkstoffhandelsnetzwerke erarbeitet.

Im Anschluss daran werden die Maßnahmenbereiche vorgestellt, die in dieser Arbeit näher betrachtet werden sollen. Dabei erfolgt eine Klassifizierung nach Maßnahmen in der Lagerstruktur, im Bestandsmanagement, in der Beschaffung und im Transportbereich. Anschließend werden die Randbedingungen herausgearbeitet, die für die Umsetzung der ermittelten Maßnahmen relevant sind und deren Wechselwirkungen wie oben beschrieben analysiert und bewertet.

Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse und einem Ausblick auf Entwicklungen, die für Werkstoffhandelsnetzwerke zukünftig von Bedeutung sein können. Dabei wird unter anderem auf potenzielle Änderungen im Umfeld der Unternehmen eingegangen, die sich etwa aus der fortschreitenden Globalisierung und Digitalisierung der Wirtschaft ergeben könnten.

2. Werkstoffhandel

Zur Vorbereitung der Analyse von Maßnahmen in einem Werkstoffhandelsnetzwerk werden nachfolgend zunächst einige Begriffe definiert, die für das Verständnis eines solchen Netzwerkes und möglicher Maßnahmen von zentraler Bedeutung sind.

Begonnen wird mit einer Definition von Werkstoffen (vgl. Kapitel 2.1). Danach werden Großhandelsunternehmen abgegrenzt (vgl. Kapitel 2.2), bevor die Begriffe Logistik (vgl. Kapitel 2.3) und Logistiksysteme definiert werden (vgl. Kapitel 2.4). Daran anknüpfend wird der Begriff der Supply Chain eingeführt (vgl. Kapitel 2.5). Schließlich wird auf Basis der vorangegangenen Begriffserklärungen die Definition eines Werkstoffhandelsnetzwerkes erarbeitet (vgl. Kapitel 2.6).

2.1 Werkstoffe

Werkstoffe bilden die Materialbasis bei der Produktion von technischen Erzeugnissen. Dabei handelt es sich zumeist um künstliche Werkstoffe, die durch chemische Reaktionen erzeugt werden, wie zum Beispiel Eisenerz, Kupfererz und Kunststoffe. Diese unterscheiden sich somit von den natürlichen Werkstoffen wie Holz und Stein (Hornbogen, Eggeler & Werner, 2017). Vereinfacht lassen sich Werkstoffe als „die Brücke vom Stoff zum Ding“ beschreiben (Weitze & Berger, 2013).

Die Eigenschaften des Materials bestimmen dabei sowohl das Aussehen als auch die technische Funktionalität von Bauteilen und Konstruktionen (Niedrig & Sternberg, 2014). Dabei resultieren die Eigenschaften, die die Materialien im Einzelnen entfalten, aus verschiedenen Faktoren, etwa der chemischen Zusammensetzung, dem Herstellungsprozess und der Beanspruchung des jeweiligen Bauteils, das bestimmte Materialien enthält (Weitze & Berger, 2013).

Die Eigenschaften von Werkstoffen sind ausschlaggebend dafür, für welche Anwendungen sie eingesetzt werden können (Hornbogen et al., 2017). Bei der Auswahl von Werkstoffen für technische Anwendungen, ist dabei zu beachten, dass sie sich gut bearbeiten und sich zu wettbewerbsfähigen Kosten in die gewünschte Form bringen lassen sowie im Gebrauch die geforderten Eigenschaften aufweisen (Hornbogen et al., 2017). Außerdem müssen sie den Erfordernissen bezüglich Sicherheit, Qualität und Umweltschutz gerecht werden (Niedrig & Sternberg, 2014).

Oftmals werden in Lagern Halbzeuge gelagert. Dazu zählen insbesondere metallische Halbfertigprodukte wie zum Beispiel Rohre und Bleche. Ein Halbzeug wird in einem Fertigungsprozess zu einem Bauteil oder Produkt weiterverarbeitet. So kann zum Beispiel ein Blech in einem Tiefziehprozess zu einer Fahrzeugtür geformt werden. Darüber hinaus

ist es möglich, dass Bauteile endkonturnah gefertigt werden, wie zum Beispiel im Vakuumfeinguss hergestellte Turbinenschaufeln. Die Form von Halbzeugen ist in der Regel genormt und ihre Herstellung an bestimmte Prozessparameter gebunden. (Hornbogen et al., 2017)

2.2 Großhandel

Während unter Einzelhandel eine wirtschaftliche Tätigkeit mit direktem Warenabsatz an Endverbraucher verstanden wird, ist mit dem Großhandel ein Absatz überwiegend an gewerbliche Abnehmer verbunden (Seyffert, 1972). Zu den Großhandelskunden zählen Wiederverkäufer (Groß- und Einzelhandelsbetriebe), Weiterverarbeiter (Industrie- und Handwerksbetriebe) sowie Großverbraucher wie Hotels und Gastronomiebetriebe (Zentes, Hüffer, Pocsay & Chavie, 2007). Ein weiteres typisches Kriterium zur Unterscheidung der beiden Handelsformen ist die Abnahmemenge. Insbesondere im Konsumgüterbereich ist die mit einem Marktpartner gehandelte Menge für die Unterscheidung zwischen Einzelhandel und Großhandel wesentlich (Zentes et al., 2007).

Im Einzelhandel werden demnach Waren lediglich in solchen Mengen verkauft, wie sie der Konsument üblicherweise für seinen privaten Bedarf oder seinen Haushalt benötigt. Beim Großhandel sind diese Mengen größer. Allerdings wird die Mengenabgrenzung in der moderneren Literatur häufig kritisch gesehen, da sich nicht bei allen Waren genau festlegen lässt, was als Großhandels- oder Einzelhandelsmenge gelten soll. So gibt es etwa Waren (z.B. Schreibmaschinen, Personenkraftwagen), die von gewerblichen Käufern in derselben Menge erworben werden wie von Konsumenten (Seyffert, 1972). Deshalb wird diese Abgrenzungssicht in der Realität häufig lediglich als ein Indikator für die Abgrenzung zwischen Einzel- und Großhandel verwendet.

In der amtlichen Statistik wird der Großhandel unter anderem nach der Art seiner Produkte und nach der Struktur seiner Abnehmer unterschieden. Bei der Differenzierung nach Art der Produkte ist in der Realität jedoch zu beachten, dass bestimmte Konsumwaren gleichzeitig auch für Produktionszwecke genutzt werden können und somit eine klare Unterscheidung nach diesem Kriterium nicht möglich ist. (Samadi, 2009)

In der Begriffsdefinition des Ausschusses für Definitionen zu Handel und Distribution wird berücksichtigt, dass es durch Großhandelsunternehmen, die auch den Bedarf privater Haushalte abdecken oder Einzelhandelsunternehmen, die ihre Waren auch an gewerbliche Kunden verkaufen zu Überschneidungen kommen kann. Deshalb wird in dieser Definition und für diese Arbeit ein Unternehmen dem Großhandel zugerechnet, wenn es seine Waren primär an gewerbliche Kunden veräußert und somit seine wirtschaftlichen Tätigkeiten überwiegend dem Großhandel entsprechen. (Zentes et al., 2007)

2.3 Logistik

Zur Logistik existieren in der Literatur verschiedene Definitionen, die sich teilweise deutlich unterscheiden. Am stärksten verbreitet ist der flussorientierte Ansatz der Logistik (Pfohl, 2018). Dieser eignet sich zugleich gut zum Verständnis der Zusammenhänge in Werkstoffnetzwerken und wird auch deshalb dieser Arbeit zugrunde gelegt. Die flussorientierte Definition der Logistik betrachtet in erster Linie die Bewegung bzw. das Fließen der Güter.

Nach der Definition des amerikanischen Logistikverbands „Council of Supply Chain Management Professionals“ (CSCMP) ist „Logistik der Prozess der Planung, Realisierung und Kontrolle des effizienten, kosteneffektiven Fließens und Lagerns von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Fertigfabrikaten und den damit zusammenhängenden Informationen vom Liefer- zum Empfangspunkt entsprechend den Anforderungen des Kunden.“ (CSCMP, 2018) Nach diesem Verständnis umfasst die Logistik neben der effizienten Durchführung auch die Tätigkeiten der Planung und Steuerung von Güterflüssen.

Zur Realisierung des Güterflusses werden in der Logistikkette verschiedene Teilaufgaben erfüllt, die miteinander verknüpft sind. Dazu zählen neben den beiden Grundfunktionen der physischen Lagerung und des Transports auch die Funktionen Verpackung und Auftragsabwicklung. Da die Logistik damit in die betrieblichen Basisfunktionen der Beschaffung, der Produktion und des Absatzes eingreift, lässt sie sich auch als eine betriebswirtschaftliche Querschnittsfunktion bezeichnen. (Pfohl, 2016)

2.4 Logistiksysteme

Ein besonderes Merkmal von Logistiksystemen ist die Verknüpfung von Bewegungs- und Lagerprozessen. Die Struktur lässt sich grafisch durch Netzwerke mit Knoten und Kanten darstellen (Ballou, 2004; Bretzke, 2015). Logistische Objekte werden entlang der Kanten durch dieses Netzwerk auf unterschiedlichen Wegen bewegt und an den Knoten zeitweise festgehalten (z.B. zur Lagerung). In einem Logistiknetzwerk können verschiedenartige Objekte bewegt werden. Neben Sachgütern, die für die vorliegende Arbeit in erster Linie relevant sind, kann es sich dabei auch um Energie, Informationen, Geld oder Personen handeln (Arnold, Isermann, Kuhn, Furmans & Tempelmeier, 2008).

Netzwerkssysteme können drei verschiedene Grundstrukturen aufweisen. Einen Überblick liefert Abbildung 2-1 (Pfohl, 2018).

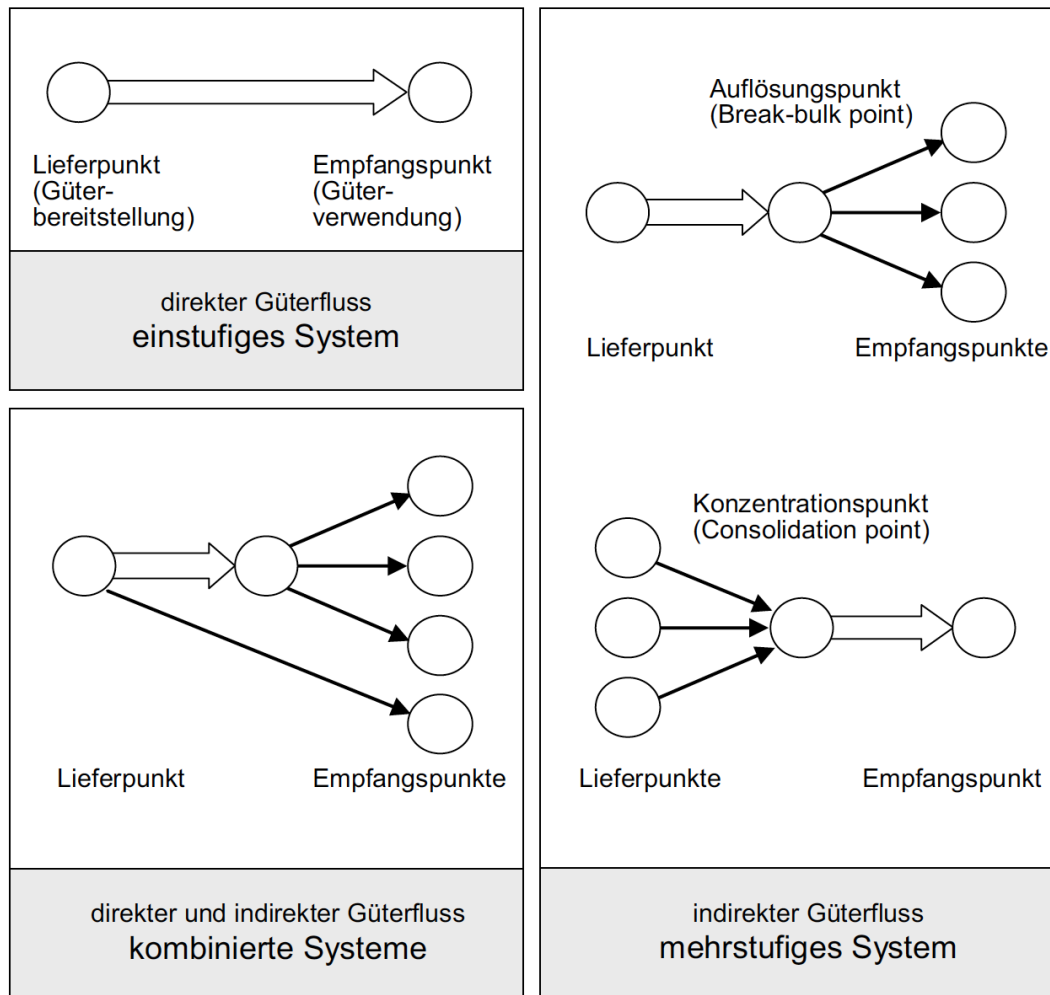


Abbildung 2-1: Grundstrukturen von Logistiksystemen (Pfohl, 2016, S. 6)

In einem einstufigen System werden die Güter demnach von einem Lieferpunkt direkt zu einem Empfangspunkt bewegt. Dabei erfolgt keine Unterbrechung des Güterflusses etwa durch Lagerprozesse. Jedoch muss auch bei großen Entfernungen der Güterfluss so zügig stattfinden, dass der Empfangspunkt in für den Empfänger annehmbarer Zeit erreicht wird. Sofern dies nicht möglich ist, kommen mehrstufige Systeme zur Anwendung. In einem mehrstufigen System wird der Güterfluss mindestens an einem Punkt unterbrochen. An diesem Punkt kann zum Beispiel eine Auflösung des Güterflusses stattfinden, indem große Mengen eines Gutes an dem Punkt eintreffen und diesen in kleineren Mengen in Richtung verschiedener Empfangspunkte verlassen. Bei einem Auflösungspunkt kann es sich zum Beispiel um ein Auslieferungslager handeln, das Kunden in einem regionalen Teilmarkt beliefert. Handelt es sich bei dem Unterbrechungspunkt stattdessen um einen Konzentrationspunkt, dann werden dort Güter gebündelt, die in kleinen Mengen von verschiedenen Lieferpunkten eintreffen und zu größeren Einheiten zusammengefasst werden, beispielsweise zu Sortimenten. Zu beachten ist bei mehrstufigen Systemen, dass die zusätzlichen Logistikprozesse und Unterbrechungen des Güterflusses die Vorteile

dieser Systeme nicht aufwiegen dürfen. In einem kombinierten System werden direkte und indirekte Güterflüsse miteinander verknüpft. (Pfohl, 2018)

In dieser Arbeit entsprechen die Knoten des logistischen Netzwerkes hauptsächlich Zentral- und Regionallagern sowie Auslieferungslagern. In Zentrallagern wird oftmals das gesamte Sortiment eines Großhändlers gelagert. Ihre Aufgabe ist, bei Bedarf die Bestände der nachgeordneten Lager aufzufüllen. Dabei kann es sich zum Beispiel um Regionallager handeln, die Waren für eine bestimmte Absatzregion bündeln und lediglich Teile des gesamten Sortiments lagern. Das Regionallager entlastet dadurch das Zentrallager wie auch gegebenenfalls bestehende Auslieferungslager für einzelne Verkaufsgebiete als Teilmärkte einer Region.

2.5 Unternehmenslogistik

Die Unternehmenslogistik zählt institutionell zur Mikrologistik und lässt sich in die Industrie-, Handels- und Dienstleistungslogistik untergliedern. Bei einem Werkstoffhandelsnetzwerk handelt es sich um ein Großhandelsunternehmen, das damit der Handelslogistik zuzuordnen ist. Dabei werden innerbetriebliche und zwischenbetriebliche Logistik unterschieden (Abbildung 2-2).

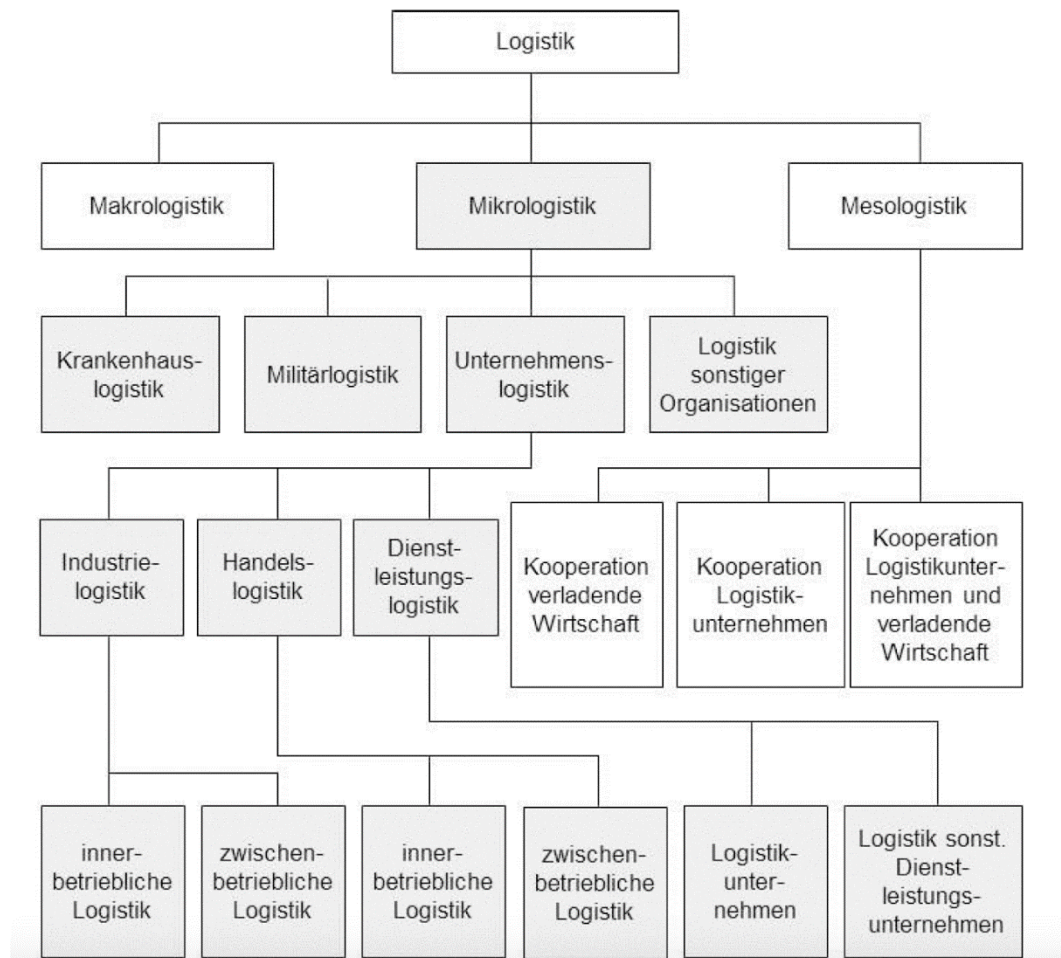


Abbildung 2-2: Abgrenzung Logistiksysteme (Pfohl, 2018, S. 15)

Darüber hinaus werden nach (Mathar, 2012) folgende betriebliche Bereiche der Logistik in den Unternehmen unterschieden:

- Die Beschaffungslogistik befasst sich mit dem Güterfluss von der Beschaffung über die Zulieferwege und Lagerung zur Produktion.
- Die Produktionslogistik regelt den Warenfluss im Rahmen der Produktion, wo die eingesetzten Werkstoffe zu Halb- und Fertigfabrikaten verarbeitet werden.
- Die Distributionslogistik beschreibt den Warenfluss von der Produktion über die Auslieferungslager und Vertriebsstrukturen zu den Kunden.
- Die Ersatzteillogistik hat die Aufgabe, die Verfügbarkeit von Ersatzteilen sicherzustellen.
- In der Entsorgungslogistik läuft der betriebliche Warenfluss in entgegengesetzter Richtung. Die Entsorgungslogistik regelt den Fluss der Retouren und produktionsbedingten Abfälle zur Entsorgung oder Wiederverwendung.

Alle Teilsysteme zusammen bilden die Unternehmenslogistik (Mathar, 2012).

2.5 Supply Chain

Bei einer Supply Chain handelt es sich um eine Verkettung von Prozessen in einem logistischen Netzwerk. Dabei findet eine geordnete Folge von Bewegungen und Tätigkeiten entlang der Kanten und Knoten des Netzwerks statt. Mit dem Durchlaufen der einzelnen Prozesse steigt schrittweise die Wertschöpfung von der Rohstoffgewinnung bis zur Fertigware, die schließlich beim Endabnehmer eintrifft. Bei den einzelnen Knoten des Netzwerks kann es sich um Zulieferer, Produzenten, Großhändler, Speditionen, Zentral- und Regionallager sowie Einzelhändler handeln. Häufig verwendete Synonyme der Supply Chain sind „Wertschöpfungskette“ oder „Logistikkette“. Zur Supply Chain existieren nach (Otto, 2013) drei übliche Sichtweisen:

Supply Chain als Wertschöpfungsprozess: In diesem Prozess stehen insbesondere die Rohstoffgewinnung, Produktion, Transport, Lagerung und Distribution im Fokus. Bedeutsam ist dabei, dass der Wertschöpfungsprozess unternehmensübergreifend miteinander verknüpft ist und durch ein so genanntes Supply Chain Management (SCM) optimiert werden kann (z.B. durch effiziente Lagerhaltung). (Hertel et al., 2005)

Supply Chain als Gruppe von Unternehmen: In einer zweiten Sicht wird die Supply Chain als Gruppe von Unternehmen definiert, die durch miteinander verknüpfte Aufträge verbunden sind. Jedes einzelne Unternehmen kann dabei einen bestimmten Wertschöpfungsprozess übernehmen. Häufig arbeiten die beteiligten Firmen zusammen, um gemeinsam wichtige Unternehmensziele zu erreichen. (Hertel et al., 2005)

Supply Chain als überbetriebliche Organisation: Gemäß der dritten Sichtweise stellt die Supply Chain eine eigenständige Organisation dar, bei der nicht mehr die einzelnen Akteure der Supply Chain, sondern die Supply Chain als Ganzes in den Wettbewerb mit anderen Supply Chains tritt. Der Übergang von der zweiten zur dritten Begriffsauffassung wird dabei als fließend angesehen. (Hertel et al., 2005)

Mit der Supply Chain verfolgen die teilnehmenden Unternehmen das Ziel, Güterströme im gesamten Netzwerk aufeinander abzustimmen und die Prozesse unternehmensübergreifend zu steuern. Auf diesem Wege sollen Erfolgspotenziale für das Gesamtsystem erschlossen werden. Diese Koordinationsaufgabe wird auch Supply Chain Management (SCM) genannt. Das SCM berücksichtigt entlang der Wertschöpfungskette neben den Materialflüssen auch die Informations- und Geldströme sowie die Beziehungen der Akteure zueinander. Wesentliche Einzelziele des SCM sind zum Beispiel die Steigerung der Kundenzufriedenheit durch bedarfs- und zeitgerechte Anlieferung, die Reduktion von Beständen zur Kostensenkung sowie die Verringerung von Durchlaufzeiten für Aufträge. (Vahrenkamp, Kotzab & Siepermann, 2012; van Weele, 2017)

2.6 Werkstoffhandelsnetzwerk

Die Definition eines Werkstoffhandelsnetzwerks wird auf Basis der vorangegangenen Kapitel erarbeitet, da sich in der Literatur keine entsprechende Definition zu diesem Begriff findet. Für diese Arbeit wird von folgender zusammengefasster Definition ausgegangen:

Im Mittelpunkt eines Werkstoffhandelsnetzwerks handelt ein Großhandelsunternehmen mit Werkstoffen. Dabei werden verarbeitete oder bearbeitete Rohstoffe von Lieferanten beschafft und überwiegend an gewerbliche Kunden abgesetzt. Der Großhändler kann dabei vor dem Weiterverkauf zusätzliche Bearbeitungen (Anarbeitungen) an den Werkstoffen vornehmen, wenn es den Kundenanforderungen entspricht.

In einem Werkstoffhandelsnetzwerk liegt der Fokus auf den internen Verknüpfungen der einzelnen Lager des Großhandelsunternehmens. Somit handelt es sich nicht um ein Unternehmensnetzwerk, bei dem mehrere Unternehmen kooperieren. Als Lieferpunkte des Werkstoffhandelsnetzwerks fungieren die Lieferanten und als Empfangspunkte die Abnehmer. Ziel dieses Werkstoffhändlers ist es, die Lagerung und den Transport von Werkstoffen zeitlich und räumlich effizient zu steuern. Dabei gilt es, die Kosten der logistischen Prozesse so gering wie möglich zu gestalten und die Leistung zu maximieren. (Bretzke, 2015)

Die nachfolgende Abbildung 2-3 zeigt schematisch die Struktur eines Werkstoffhandelsnetzwerks. In diesem Modell entsprechen die Knoten verschiedenen Lieferanten, den angegebenen Lagertypen und den gewerblichen Kunden. Entlang der Kanten findet der Transport der Güter zwischen den Knoten statt. Zunächst bestehen Verbindungen zu verschiedenen Lieferanten, die an die Zentrallager des Werkstoffhändlers liefern können. Die Zentrallager fungieren als Auflösungspunkte und verteilen die Werkstoffe auf die Regionallager für einzelne Absatzmärkte. Die einzelnen Regionallager sind ebenfalls miteinander verbunden, zum Beispiel um Sortimente gegenseitig zu ergänzen. Zusätzlich betreibt der Großhändler Auslieferungslager, die von Regionallagern beliefert werden. Die Auslieferungslager sind schließlich dafür zuständig, die Kunden in den lokalen Teilmärkten mit den Erzeugnissen zu beliefern. In den Regional- und Auslieferungslagern können somit Auflösungs- wie auch Konzentrationsprozesse stattfinden. Vor dem Vertrieb an die Abnehmer können in den Lagern auf Kundenwunsch Anarbeitungen an den Werkstoffen vorgenommen werden (vgl. hierzu Kapitel 4 und 5 dieser Arbeit). (Bretzke, 2015).

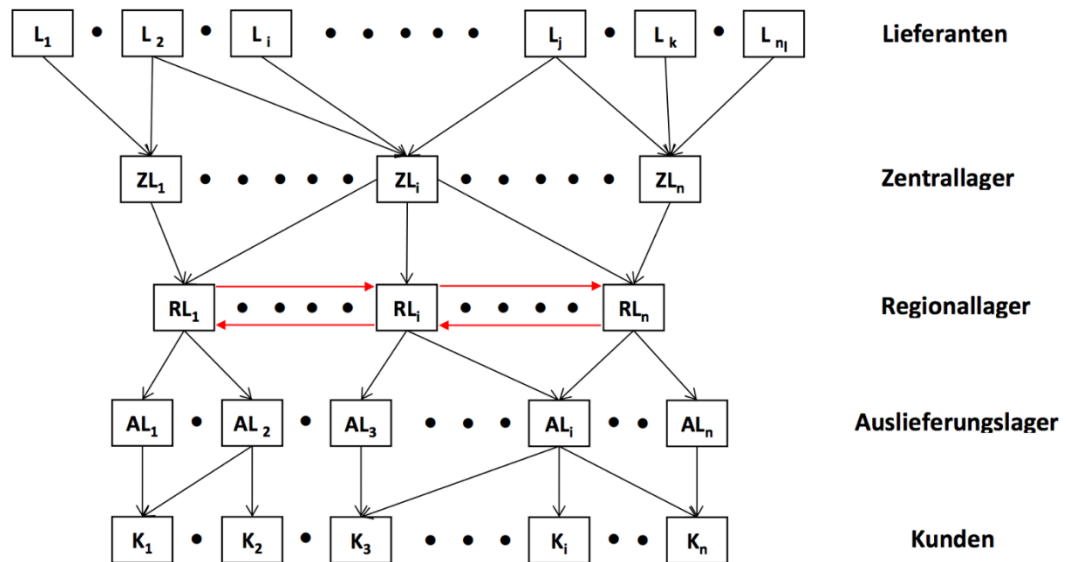


Abbildung 2-3: Beispielhafte Struktur eines Werkstoffhandelsnetzwerks (Gudehus, 2010)

Anhand der Struktur des Werkstoffhandelsnetzwerks mit den Komponenten Lieferanten, Lager und Kunden und der Aufgabe, Werkstoffe an Kunden abzusetzen, ist zu erkennen, dass Werkstoffhandelsnetzwerke auch als Distributionssystem bezeichnet werden können (vgl. Kapitel 2.4). Durch die Einteilung in Zentral-, Regional- und Auslieferungslager entsteht ein mehrstufiges Distributionssystem.

3. Maßnahmen in Werkstoffhandelsnetzwerken

In einem WHNW kann eine Vielzahl von Maßnahmen umgesetzt werden, die Einfluss auf dessen Leistungsfähigkeit haben können. In dieser Arbeit wird nachfolgend zunächst ausführlich auf Maßnahmen in der Lagerwirtschaft eingegangen, da den Lagern als zentralen Knotenpunkten in der innerbetrieblichen Logistik eine besondere Bedeutung zukommt. In dem Zusammenhang wird anschließend der Bereich Bestandsmanagement thematisiert. Danach wird näher auf mögliche Veränderungen in der Beschaffung und im Transportwesen eingegangen.

3.1 Lagerstrukturmaßnahmen

Ein betriebliches Lager enthält Materialien oder Güter, die zur Zeit der Lagerung nicht im Prozess der Leistungserstellung benötigt werden, jedoch jederzeit kurzfristig hierfür abrufbar sein müssen. Als Bindeglied zwischen Beschaffung und Verteilung ist durch die Lagerung kontinuierlich sicherzustellen, dass die Produktion mit den erforderlichen Materialien und der Vertrieb mit den zu verteilenden Gütern versorgt werden. So lassen sich Wartezeiten im Materialfluss und damit Unterbrechungen in der Leistungserstellung vermeiden. In der Wertschöpfungskette des Unternehmens kommt deshalb der Lagerwirtschaft eine wichtige Funktion zu. Sie sorgt für die erforderlichen Reserven, durch welche stabile und effiziente Abläufe sichergestellt werden. Unerwartete Störungen in der Produktion und unvorhersehbare Schwankungen in der Distribution können durch einen ausreichenden Puffer aufgefangen werden. Für die Bestimmung optimaler Zeitpunkte und optimaler Mengen der Lagerzugänge und Lagerabgänge werden zu meist der Bestellzyklus, die Bestellmengen und der Bestellzeitpunkt als Entscheidungsparameter berücksichtigt. (Mathar, 2012)

Für die effiziente und effektive Lagerbewirtschaftung ist in den Unternehmen die Lagerlogistik verantwortlich. Unter Berücksichtigung der gesamten Prozesskette vom Beschaffungs- bis zum Absatzmarkt wird dort festgelegt, welche Materialien oder Güter an welchem Ort gelagert werden und auf welche Weise sie aufbewahrt und transportiert werden. Auch zu welchem Zeitpunkt und wie die Waren die Lager wieder verlassen, zählt zum Entscheidungsbereich der innerbetrieblichen Lagerlogistik. (Foscht et al., 2012)

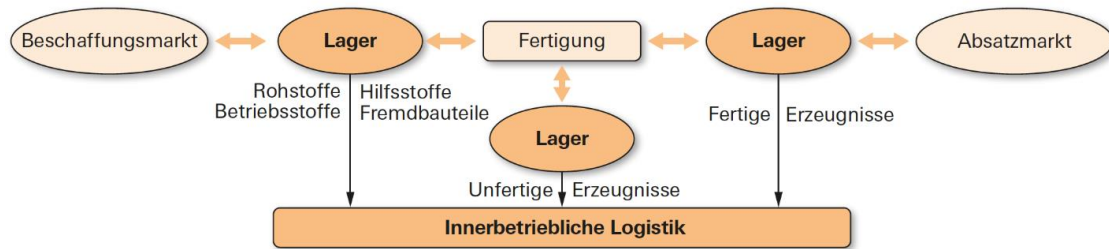


Abbildung 3-1: Innerbetriebliche Logistik (Mathar, 2012, S. 71)

Zu bewirtschaften sind dabei Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe wie auch unfertige und fertige Produkte. Entsprechend der Ausrichtung des Unternehmens können dabei unterschiedliche Ziele für die Lagerlogistik im Vordergrund stehen. Wichtige Ziele sind unter anderem eine hohe Lieferbereitschaft, die Vermeidung von Engpässen in der Fertigung sowie gleichzeitig möglichst geringe Lagerbestände und niedrige Lagerkosten. Dabei wird ersichtlich, dass sich verschiedene Ziele widersprechen können. So besteht etwa ein Zielkonflikt zwischen hoher Lieferbereitschaft und niedrigem Lagerbestand. Zum einen müssen die gewünschten Waren in ausreichender Menge vorhanden sein, um Kunden rechtzeitig bedienen zu können, zum anderen ist ein zu hoher Lagerbestand zu vermeiden, um die Kosten der Lagerhaltung gering zu halten. Als übergeordnetes Ziel der Lagerlogistik lässt sich hiernach insgesamt definieren: *Materialien und Waren müssen unter Berücksichtigung von Qualität und Wirtschaftlichkeit rechtzeitig in der benötigten Menge am gewünschten Ort für die Produktion bzw. für den Vertrieb bereitgestellt werden.*

Im Rahmen von Lagerstrukturentscheidungen sind auch die unterschiedlichen Lagerarten und Standorte einzubeziehen. Bei den Lagerarten lassen sich allgemein Vorratslager und Transitleger unterscheiden. Vorratslager dienen hauptsächlich der Aufbewahrung von Ware. Transitleger werden hingegen als Umschlagpunkte genutzt, um die Ware nur kurzzeitig von einem Transportmittel aufzunehmen und diese anschließend auf ein anderes Transportfahrzeug zu laden. (Foscht et al., 2012)

3.2 Maßnahmen im Bestandsmanagement

Der Bestand entspricht der vorhandenen Menge eines Materials und ist für die Unternehmen mit Kosten verbunden. Folglich lassen sich durch eine Reduktion der Bestände die Kosten für das Unternehmen senken und der Gewinn steigern. Zu den Kosten der Lagerhaltung zählen etwa Raum-, Personal- und Instandhaltungskosten sowie Kosten der Lagerverwaltung. Beständen werden drei Hauptfunktionen zugewiesen (Heiserich, Helbig & Ullmann, 2011):

- Pufferfunktion: Die Bestände schaffen einen Puffer zwischen den verschiedenen organisatorischen Bereichen und können so einen reibungslosen und wirtschaftlichen

Fertigungsprozess unterstützen.

- Sicherheitsfunktion: Die Bestände können ungeplante Aufträge und Störungen ausgleichen. Auch Lieferschwierigkeiten können durch die Bestände abgedeckt werden.
- Spekulationsfunktion: Ein Bestandsaufbau erfolgt, um erwarteten Preisanhebungen oder angekündigten Qualitätsveränderungen entgegenzuwirken.

Dem Bestandsmanagement kommt die Aufgabe zu, die Auswirkungen der Produktions- und Transportprozesse auf die Bestände zu ermitteln. Gleichzeitig ist auf die Prozessplanung so einzuwirken, dass die Bestandsentwicklung optimal ausgerichtet ist. Es lassen sich vier Bestandsarten unterscheiden (Arnold et al., 2008; Heiserich et al., 2011; Springer Fachmedien, 2014):

- Losgrößenbestand: Die Bestände werden losweise angeliefert und decken den Bedarf für einen bestimmten Zeitraum ab.
- Sicherheitsbestand: Dieser dient unter anderem dazu unsicheren Bedarf und Produktionsstörungen auszugleichen.
- Saisonbestand: Dieser besteht für saisonal bedingt höheren Bedarf.
- Work in Process: Betrifft Bestände, die noch in Bearbeitung sind oder transportiert werden.

3.3 Beschaffungsmaßnahmen

Die Beschaffungsstruktur beeinflusst ebenfalls maßgeblich die Funktionsfähigkeit eines logistischen Netzwerks wird ebenfalls maßgeblich von der Beschaffungsstruktur beeinflusst. Dabei steht eine für das Unternehmen angemessene Ausgestaltung der Beziehungen zu den Lieferanten im Vordergrund, die den Ausgangspunkt des Materialflusses darstellen. Ebenso bedeutsam ist die Festlegung eines Beschaffungsareals und damit des geografischen Raums, in dem die Beschaffungsaktivitäten stattfinden sollen (Schulte, 2016). In diesem Zusammenhang lässt sich nach (Schulte, 2016) die folgende Systematisierung von Sourcing-Konzepten vornehmen:

Lieferant	Sole	Single	Dual	Multiple
Beschaffungsareal	Local		Global	

Abbildung 3-2: Systematisierung der Sourcing-Konzepte (Schulte, 2016, S. 433)

Eine mögliche Maßnahme ist die Einführung des Single Sourcings. Dabei werden benötigte Materialien ausschließlich von einem einzigen Lieferanten beschafft. Mit diesem Sourcing-Ansatz lassen sich die Prozesse in der Beschaffung vereinfachen, die Transaktionskosten reduzieren und gleichbleibende Qualitätsstandards sicherstellen. Ein Nachteil dieses Ansatzes ist demgegenüber eine höhere Anfälligkeit für Produktionsstörungen.

Zudem bestehen Austrittsbarrieren, da eine gewisse Abhängigkeit von dem Lieferanten angenommen werden kann. Auch könnten technologische Fortschritte weniger Berücksichtigung finden, wenn nur ein einzelner Lieferant in Anspruch genommen wird. Ein Spezialfall des Single Sourcing ist das Sole Sourcing. Im Unterschied zum Single Sourcing ist das Unternehmen hierbei bei der Materialbeschaffung zwingend auf einen bestimmten Lieferanten angewiesen, etwa weil dieser über eine Monopolstellung verfügt und somit kein anderer Lieferant für bestimmte Materialien zur Verfügung steht. Im Gegensatz dazu kann das Unternehmen beim Multiple Sourcing auf mehrere Lieferanten zurückgreifen. Durch den daraus resultierenden Wettbewerb lassen sich die Einstandspreise für das Material geringhalten. Zudem können Lieferanten bei Bedarf ausgetauscht werden und Aufträge auf mehrere Lieferanten verteilt werden. Somit verringert sich bei diesem Ansatz das Beschaffungsrisiko für das Unternehmen deutlich. Ein Sonderfall des Multiple Sourcing ist das Dual Sourcing. Bei diesem Ansatz werden lediglich zwei Lieferanten in Anspruch genommen (Arnold et al., 2008; Schulte, 2016).

Das Beschaffungsareal lässt sich zunächst in das Global Sourcing und das Local Sourcing unterteilen. Entscheidet sich das Unternehmen für das Global Sourcing, so verfolgt es eine internationale Beschaffungsstrategie. Mit diesem Ansatz ist eine Reihe von Vorteilen verbunden. Hervorzuheben ist dabei insbesondere die Reduktion von Kosten. Diese resultieren zum Beispiel aus niedrigeren Arbeitskosten, längeren Laufzeiten von Maschinen und geringeren Steuern. Darüber hinaus ergibt sich beim globalen Ansatz die Möglichkeit einer stärkeren Diversifizierung. Diesen Vorteilen stehen jedoch möglicherweise höhere Kosten etwa für längeren Transport, aufwendigere Verpackungen und Zölle gegenüber. Als weiterer Nachteil dieses Ansatzes können sich Sprachbarrieren erweisen. Außerdem ist dabei zu beachten, dass höhere Transportrisiken einzukalkulieren sind und die Qualitätsanforderungen einzuhalten sind. Des Weiteren sind möglicherweise Risiken aus Währungsschwankungen zu berücksichtigen. Beim Local Sourcing hingegen sind die Beschaffungsaktivitäten des Unternehmens auf die regionale Umgebung begrenzt. Dadurch vermeidet es zum einen, Sprachbarrieren überwinden zu müssen. Zum anderen können sich als Folge der kürzeren Verkehrswege die Transportkosten und die Transportrisiken erheblich verringern. (Arnold et al., 2008; Schulte, 2016; Vahrenkamp et al., 2012) Das Schema lässt sich um das Domestic Sourcing erweitern. Bei dieser Strategie erstrecken sich die Beschaffungsaktivitäten auf das gesamte Inland (Arnold et al., 2008).

Neben der Beschaffungsstruktur ist auch die Art der Beschaffung für ein WHNW relevant. Unterscheiden lässt sich hierbei zwischen Einzelbeschaffung, Vorratsbeschaffung und abverkaufssynchroner Beschaffung. Bei der Einzelbeschaffung erfolgt eine Bestellung erst dann, wenn konkrete Aufträge durch Kunden vorliegen. Auf diese Weise vermeidet das Unternehmen Lagerrisiken und die Bindung von Kapital. Jedoch ist die Lieferfähigkeit des Unternehmens in diesem Fall möglicherweise nicht gesichert. So kann es etwa vorkommen, dass das Material nicht oder nicht rechtzeitig geliefert wird, oder die

gelieferte Menge nicht ausreicht. Zudem ist es möglich, dass die qualitativen Anforderungen an das Material nicht erfüllt werden. Darüber hinaus sind bei der Einzelbeschaffung die Beschaffungskonditionen oft ungünstiger, da keine Vorteile aus Mengen- und Größeneffekten erzielt werden können. Entscheidet sich das Unternehmen hingegen für die Vorratsbeschaffung, wird das Material unabhängig von konkreten Kundenaufträgen beschafft und innerhalb des Unternehmens auf Lager gehalten. Bei Bedarf werden die Materialien dem Lager entnommen und den Kunden zur Verfügung gestellt. So wird eine höhere Lieferbereitschaft erreicht. Jedoch erfordert diese Art der Beschaffung eine konsequente Kontrolle der Bestände. Dabei sind Bestellmengen und Bestellrhythmen so festzulegen, dass einerseits günstige Einkaufskonditionen erreicht werden und andererseits möglichst niedrige Logistikkosten anfallen. Beim abverkaufssynchronen Beschaffungsansatz wird eine abverkaufsnahe Beschaffung mit möglichst niedrigen Lagerbeständen angestrebt. Voraussetzung für diesen Ansatz sind zuverlässige Lieferanten in Bezug auf Termineinhaltung und Qualität. Gleichzeitig sollte ein kontinuierlicher Informationsaustausch zwischen den beteiligten Unternehmen stattfinden, um verlässliche Abverkaufspläne erstellen zu können. (Arnold et al., 2008; Pfohl, 2018)

3.4 Transportmaßnahmen

Ein weiterer möglicher Maßnahmenbereich innerhalb eines WHNW betrifft die Änderung des Transportmodells. Dabei sind in besonderem Maße externe Bedingungen zu beachten. Zu diesen zählen unter anderem die Verkehrsinfrastruktur, externe Transportmittel und Transportnebenkosten wie zum Beispiel Straßenbenutzungs-, Hafen- und Zollgebühren. Höhere Anforderungen resultieren beim Transport darüber hinaus z. B. im Falle technisch komplexer Produkte, die keinen größeren Belastungen standhalten. Wesentliche Transportmodelle werden in Abbildung 3-2 dargestellt.

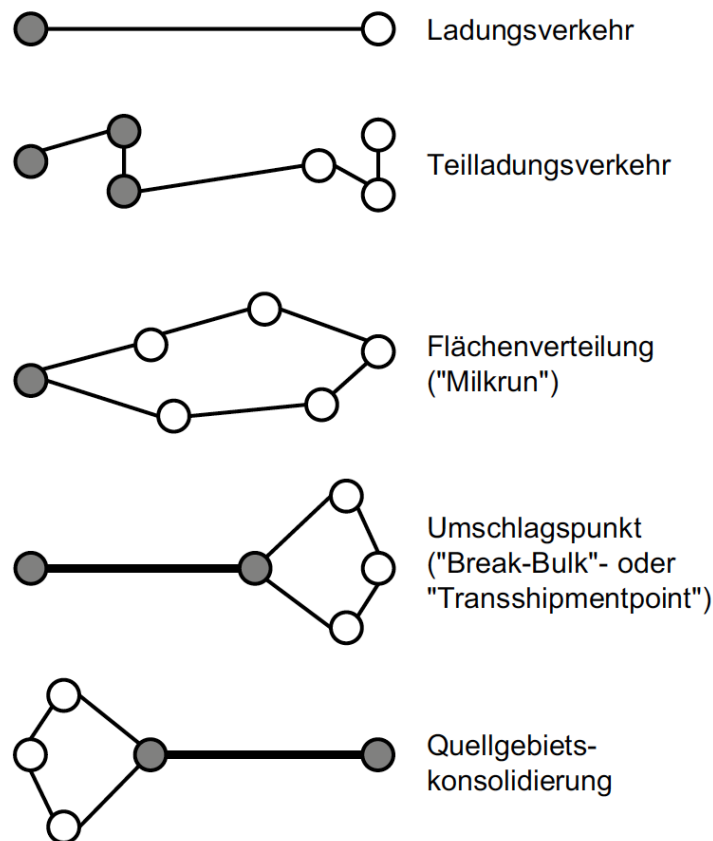


Abbildung 3-3: Transportmuster in Industrie- und Handelsnetzen (Bretzke, 2014, S. 271)

Ladungs- und Teilladungsverkehre machen allgemein den Großteil des Transportvolumens aus (Bretzke & Barkawi, 2012). Bei Ladungstransporten werden die Ladungen von großen LKWs transportiert und ohne Zwischenstopp direkt an den Empfänger geliefert. Bei Teilladungstransporten wird die Auslastung des LKWs hingegen sukzessive gesteigert, indem die Ladung an mehreren Standorten aufgenommen wird, um im Zielgebiet an verschiedenen Standorten wieder abgeladen zu werden. Ein alternatives Konzept stellen Milk Runs dar. Hierbei werden entlang einer bestimmten Route Lieferungen verschiedenen Kunden zugestellt. Danach kehrt das Transportfahrzeug zum Ausgangspunkt zurück. Dieses Konzept ist bei kleinen Ladungs- und Fahrzeuggrößen bis zu einem bestimmten Radius geeignet. Bei größeren Entfernungen besteht die Möglichkeit, Materialien gebündelt in das Zielgebiet zu transportieren und von einem dezentralen Umschlagspunkt aus (Transshipmentpoint) lokale Milk Runs zu starten. Transshipmentmodelle stellen durch den Wechsel von Fern- zu Nahverkehr somit eine Kombination aus Ladungstransporten und Milk Runs dar. Auch die Quellgebietskonsolidierung stellt eine Kombination von Ladungstransporten und Milk Runs dar. Dabei findet vor dem Ladungstransport eine Bündelung durch Milk Runs statt. (Arnold et al., 2008; Bretzke & Barkawi, 2012; Wildemann, 1995)

4. Planungsrelevante Randbedingungen für die Umsetzung der Maßnahmen

Mögliche Maßnahmen in den in Kapitel 3 vorgestellten Bereichen sind in einem realen WHNW nicht immer uneingeschränkt umsetzbar. Bevor in einem Netzwerk Anpassungen vorgenommen werden, sind Randbedingungen zu berücksichtigen, die für die Umsetzung relevant sein können. Nachfolgend wird eine Auswahl möglicher Randbedingungen aufgezeigt, bevor in Kapitel 5 ausführlich auf die Wirkzusammenhänge zwischen einzelnen dieser Kriterien und konkrete Maßnahmen eingegangen wird. Dabei konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf Randbedingungen für die Bereiche Lagerstruktur, Bestandsmanagement und Transport. Diese werden teilweise aus den Erkenntnissen der vorangegangenen Kapitel abgeleitet.

4.1 Randbedingungen für Lagerstrukturmaßnahmen

Zunächst werden im Folgenden Randbedingungen aufgezeigt, die für die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich der Lagerstruktur relevant sein können.

Eine wichtige Randbedingung für Lagerstrukturentscheidungen stellt der Lagertyp dar (Tavakoli, 2015). Dabei ist insbesondere die Art der Artikel und deren Beschaffenheit ausschlaggebend dafür, welcher Lagertyp als Lagerstätte geeignet ist, da sich daraus eine Vielzahl von unterschiedlichen Anforderungen an die Art der Verwahrung und die Lagertechnik ergibt. So ist zum einen auf eine sichere Aufbewahrung zu achten. Zum anderen muss in der Regel ein zügiges und materialgerechtes Ein- und Auslagern möglich sein. Zunächst lässt sich festhalten, dass für die meisten Güter eine Lagerung in Gebäuden erforderlich ist. Lediglich witterungsunempfindliche und weniger diebstahlgefährdete Güter, wie zum Beispiel Baustoffe und Schüttgut eignen sich für eine Lagerung im Freien. Teilweise wird auch Stückgut (einzeln transportierbare Güter) wie Gussteile und Kabeltrommeln außerhalb von Gebäuden aufbewahrt. Bei vielen Artikeln handelt es sich hingegen um Stückgut, das in Lagergebäuden untergebracht wird, um einer Qualitätsminderung vorzubeugen. Dazu zählen etwa Bleche, Rohre, Maschinen und Anlagenteile (Martin, 2011). Dabei kommt es auf die Abmessungen des Lagerguts an, ob etwa ein Kleinteile-, Sperrgut- oder Langgutlager für die Unterbringung geeignet ist und welche Transportmittel innerhalb und außerhalb des Lagers genutzt werden. Um Stückgut handelt es sich auch bei gasförmigem, flüssigem oder losem Lagergut, wenn es in ungeschlossenen Behältern gelagert wird. Hingegen findet man spezielle Schüttgut-, Gas- und Flüssigkeitenlager vor allem in der chemischen Industrie. Ist Lagergut mit ungenau definierten Abmessungen und schwieriger Handhabung zu lagern (z.B. Stabmaterial mit unterschiedlichem Durchmesser und uneinheitlicher Länge) werden oftmals Kassetten für

die Lagerung eingesetzt. Solche Kassettenlager werden vorwiegend in der metallverarbeitenden Industrie verwendet. Schwere und gut stapelbare Güter werden hingegen häufig auf dem Boden gelagert, z. B. in Containerlagern. Des Weiteren existieren spezielle Lager für Palettenware, die zumeist in Regalen der für sie typischen Hochregallager abgestellt wird. Ein anderes Beispiel ist Kleidung. Hierfür werden spezielle Hängewarenlager genutzt. In automatischen Kleinteilelagern wiederum werden die Artikel häufig auf Tablaren (flachen Metallplatten in standardisierter Größe und Form) gelagert und transportiert. Die unterschiedlichen Lagertypen erfordern jeweils spezielle Systeme für die Ein- und Auslagervorgänge. Während etwa für Palettenware Hochregalstapler und Regalbediengeräte genutzt werden, kommen bei Tablaren spezielle Regalbediengeräte zum Einsatz. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass mit steigenden Anforderungen an die Artikel, etwa in Bezug auf Durchsatz, Volumen oder Zugriffshäufigkeit, zunehmend komplexe Lagertechnik zum Einsatz kommt (Bruns, 2015). Einen detaillierten Überblick zu den unterschiedlichen Lagertypen aus verschiedenen Sichten, auf die hier zum Teil eingegangen wurde, liefern Arnold et al. (vgl. Abbildung 4-1):

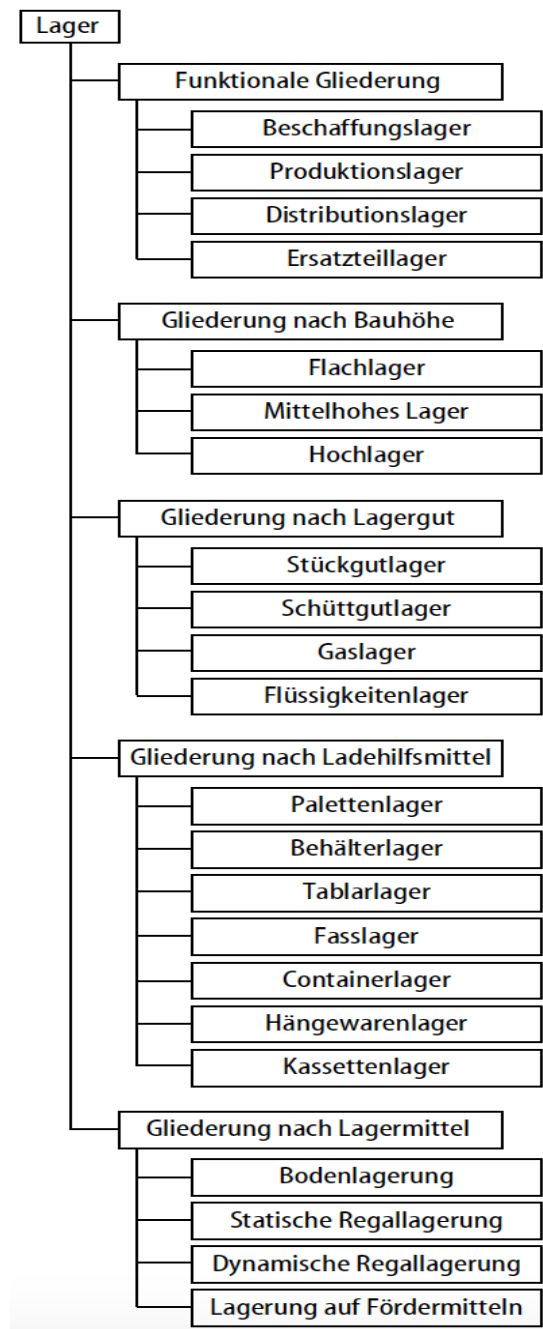


Abbildung 4-1: Systematischer Überblick der Lagertypen (Arnold et al., 2008, S. 646)

Unabhängig von Lagertyp sind die Lagerbedingungen für einzelne Artikel von großer Bedeutung. So ist etwa für eine materialgerechte Lagerung auf eine angemessene Klimatisierung zu achten. So sollte zum Beispiel bei metallisch beschichtetem Feinblech eine bestimmte Luftfeuchtigkeit in der Halle möglichst nicht überschritten werden, um nicht die Bildung von Korrosion auf der Oberfläche (Weißrost) zu begünstigen. Auch Papier ist an einem trockenen Ort zu lagern, da es auf Feuchtigkeit empfindlich reagiert. Zusätzlich ist für Papier auf eine bestimmte Temperaturspanne und die Lagerung an einem dunklen Ort zu achten, um dessen Qualität zu erhalten. Darüber hinaus ist ein effektiver Brand- und Explosionsschutz (vgl. VdS 2199, 1998) von hoher Bedeutung. Lagerbrände verursachen häufig hohe Sachschäden und Betriebsunterbrechungen. So können durch

den Ausfall eines Lagers die Abläufe in der Produktion oder im Vertrieb stark beeinträchtigt werden. Besonders hoher Brandschutz (vgl. DIN 4102-1, 1998) ist typischerweise bei der Lagerung von Kunststoffen sowie Holz erforderlich, da diese recht leicht entflammbar sind (Achenbach, 2016; Stahl-Informationen-Zentrum, 2001). Auch die sichere Verwahrung ist für einige Artikel besonders wichtig. Vornehmlich bei der Lagerung von Materialien mit hohem Wert - etwa Platin, Gold oder Kupfer - ist auf einen effektiven Diebstahlschutz zu achten (Muchna et al., 2018).

Darüber hinaus ist auch der Standort des Lagers für die Güter bedeutsam. So kann insbesondere die Nähe des Lagers zur Produktionsstätte bzw. zum Absatzmarkt ein wichtiger Faktor sein, damit die Ware zügig dem Produktionsprozess oder Vertrieb zur Verfügung gestellt und Wartezeiten vermieden werden. Dabei kommt es auch auf einen guten Anschluss an das öffentliche Verkehrsnetz an, um einen schnellen Transport der Güter zu ermöglichen. Für Zentrallager ist zum Beispiel auch die Entfernung zu nachgeordneten Regional- oder Auslieferungslagern bedeutsam, um deren Bestände bei Bedarf kurzfristig auffüllen zu können. (Arnold et al., 2008) Ein wichtiges Kriterium für die Auswahl eines geeigneten Platzes innerhalb eines Lagers ist die Zugriffshäufigkeit. Werden von einem Artikel stets viele Positionen in einer bestimmten Zeitperiode entnommen, z.B. aufgrund hoher Kundenachfrage, so ist ein - bei Bedarf mit technischen Hilfsmitteln - gut erreichbarer Lagerplatz und eine ungehinderte Entnahme zu sicherzustellen. Produkte, die seltener entnommen werden, können hingegen eher zu Ausschöpfung der gesamten Lagerkapazität beitragen, in dem die weniger leicht zugänglichen Lagerplätze genutzt werden. (Bichler, Riedel & Schöppach, 2013)

Sollen auf Kundenwunsch Anarbeitungen an Materialien vorgenommen werden, kann die Verfügbarkeit einer geeigneten technischen Ausstattung und eines qualifizierten Fachpersonals ein wichtiges Auswahlkriterium bei Lagerstrukturrentscheidungen darstellen. Die bei der Anarbeitung häufig angewendeten Fertigungsverfahren sind Trennverfahren. Dazu zählen z.B. Wasserstrahlschneiden und Laserschneiden. Bei diesen Verfahren werden auf nichtmechanischem Wege Stoffteilchen von einem festen Körper abgetrennt. Dieses wird sowohl für das Entfernen von Werkstoffschichten als auch für das Abtrennen von Werkstückteilen angewendet. Auch das Spanen (vgl. DIN 8589-6, 2003) zählt zu den angewendeten Trennverfahren (vgl. DIN 8580, 2003), wenn Anarbeitungen vorzunehmen sind. Dabei werden u.a. Dreh-, Bohr- oder Sägearbeiten an Guss- oder Schmiedeteilen ausgeführt (häufig in der Metallindustrie).

4.2 Randbedingungen im Bestandsmanagement

Maßnahmen im Bereich des Bestandsmanagements zielen auf die Reduktion von Kosten der Lagerhaltung und der Beschaffung ab. Zur optimalen Steuerung von Beständen und Bestellmengen lässt sich das unterschiedliche Verbrauchsverhalten der verschiedenen

Artikel berücksichtigen. Dabei werden die Artikel einzelnen Kategorien zugeordnet, um anschließend auf dieser Basis Handlungsstrategien für die Lagerung und den Einkauf abzuleiten.

Entscheidende Steuerungskriterien sind demnach die Umsatzstärke bzw. der mengenmäßige Anteil einzelner Artikel. So lassen sich z.B. im Rahmen einer ABC-Analyse die Produkte, die den größten Umsatz und gleichzeitig den geringsten Mengenanteil aufweisen, einer bestimmten Kategorie (in diesem Fall A) zuordnen. Es folgen die Gruppe B mit einem niedrigeren und die Gruppe C mit dem niedrigsten Umsatzanteil (entsprechend höchsten Mengenanteil).

Daneben lassen sich die Artikel auch im Hinblick auf Regelmäßigkeit im Verbrauch und Vorhersagegenauigkeit klassifizieren. Zur Unterscheidung von der vorhergehenden Analyse erfolgt dabei typischerweise eine Unterteilung in die Kategorien XY und Z. Zur Kategorie X gehören die Artikel, für die eine sehr genaue Vorhersage möglich ist und ein regelmäßiger Verbrauch ermittelt wurde. Kategorie Y steht für die Kategorie von Produkten mit einer mittleren Vorhersagegenauigkeit und der Gruppe Z werden die Artikel mit einer niedrigen Vorhersagegenauigkeit und stark unregelmäßigem Verbrauch zugeordnet.

Die Unterteilung der verschiedenen Güter gemäß ihrem Verbrauchsverhalten dient dazu, für die einzelnen Produktgruppen die optimale Bestellhäufigkeit zu ermitteln. In diesem Rahmen ermöglicht eine Verknüpfung von ABC- und XYZ-Analysen eine noch aussagekräftigere und umfassendere Sicht auf die Bestände bzw. Artikel, deren Verbrauchsstruktur und Umsatzanteil. Hierdurch lassen sich geeignete Handlungsempfehlungen für eine effiziente Beschaffung bei möglichst geringen Beständen ableiten. (Hofmann et al., 2011)

4.3 Randbedingungen für Transportmaßnahmen

Auch bei Maßnahmen im Bereich des Transports von Artikeln sind eine Reihe von Kriterien zu beachten. Dabei geht es in dieser Arbeit insbesondere um die Nutzung geeigneter Transportmittel und die Auswahl eines Transportmodells.

Eine allgemeine Einordnung zum Einsatz verschiedener Transportmittel in Logistiknetzwerken wird von (Klaus, Krieger & Krupp, 2012) vorgenommen. Demnach ist zu unterscheiden, ob der Transport der Güter der Kundenbelieferung (Sekundärtransporte) oder der Lagerversorgung (Primärtransport) dient. Während für Sekundärtransporte typischerweise LKWs verschiedener Größe eingesetzt werden, kommen bei Primärtransporten weitere Verkehrsträger wie Eisenbahnen, Schiffe und Flugzeuge in Betracht.

Die konkrete Auswahl des Transportmittels erfolgt dabei jedoch in Abhängigkeit von Transportkosten und individuellen Serviceanforderungen. Die Höhe der Kosten ist dabei

bei den Primärtransporten stark von unterschiedlichen Tarifen für die Verkehrsmittel beeinflusst. Außerdem fallen unter anderem durch Nutzung der Verkehrsinfrastruktur zusätzliche Transportnebenkosten wie Maut-, Hafen- oder Zollgebühren an. Beim LKW-Transport ist auf der Kostenseite zu unterscheiden, ob ein eigener Fuhrpark genutzt (Werkverkehr) oder, ob eine Spedition (gewerblicher Güterkraftverkehr) beauftragt wird. Bei Nutzung eigener LKWs fallen neben Personalaufwendungen fixe LKW-Kosten wie Abschreibungen und Steuern sowie variable Kosten wie Treibstoff, Reparaturen und Wartung an. Die Transportkosten im gewerblichen Güterverkehr richten sich nach individuellen Vereinbarungen oder üblichen Tarifen und werden zum Beispiel auf Basis der Entfernungen sowie zu transportierender Mengen und Volumina ermittelt. (Klaus et al., 2009) Die Entscheidung über geeignete Transportmittel ist aus Kostensicht somit von mehreren Einflussgrößen abhängig, die in konkreten Fällen eine genaue Vergleichsrechnung erfordern.

Neben den Kosten können individuelle Service-Anforderungen entscheidungsrelevante Randbedingungen sein. Im Ladungsverkehr werden üblicherweise zwischen dem Spediteur und dem Verloader bestimmte Leistungsvereinbarungen zum Transport der Güter getroffen. Dazu zählen z.B. bestimmte Lieferzeiten. (Klaus et al., 2009) Darüber hinaus können Liefergenauigkeit, Lieferschnelligkeit, Lieferflexibilität und Lieferzuverlässigkeit individuell gefordert werden. Bei der Liefergenauigkeit kommt es darauf an, dass die erfolgten Lieferungen mit den vereinbarten Kundenanforderungen übereinstimmen (Kleinaltenkamp et al., 2011). Die Lieferschnelligkeit beschreibt die Dauer zwischen Bestellung und Auslieferung und ist häufig in Bereichen mit ungeplanten Bedarfen und intensivem Wettbewerb relevant (Preissner, 2000). Bei der Lieferflexibilität wird berücksichtigt, inwieweit Anbieter auf individuelle Kundenbedürfnisse eingehen und gewünschte Transportwege genutzt werden können (Harting, 1994). Bei der Lieferzuverlässigkeit geht es zum Beispiel um die Einhaltung der vereinbarten Lieferzeitpunkte und die Erfüllung der Einzelheiten eines Auftrags (Hirsch, 1998).

Für die Wahl des Transportmodells sind verschiedene Kriterien anzuführen. Bedeutsam sind dabei insbesondere die Entfernung zwischen dem Versender und dem Empfänger, die Größe der Warensendung und die Anzahl der Liefer- und Empfangspunkte (Wildemann, 1995). Sind etwa größere Entfernungen für den Transport eines Artikels zurückzulegen, empfiehlt es sich beispielsweise, die Artikel zu einer größeren Sendung zusammenzufassen und mit einem ausreichend großen Transportmittel zunächst an einen zentralen Umschlagpunkt im Zielgebiet zu liefern. Die Artikel würden von dort auf kleineren Fahrzeuge den verschiedenen Kunden zugestellt, die diese Artikel nachfragen. Dieses Beispiel führt zum Transshipmentmodell, bei dem durch den Wechsel von Fern- zu Nahverkehr eine Kombination aus Ladungstransporten und lokalen Milk Runs stattfindet (vgl. Kapitel 3).

5. Wirkzusammenhänge zwischen Maßnahmen und Randbedingungen

Nachfolgend werden an konkreten Beispielen die Wirkzusammenhänge von einzelnen Maßnahmen und den dabei zu beachtenden Randbedingungen aufgezeigt. Zunächst werden Beispiele aus dem Bereich der Lagerstruktur betrachtet. Anhand von zwei verschiedenen Artikeln (Stahlträger, Kunststoffe) wird ausführlich aufgezeigt, welche spezifischen Randbedingungen bei der Einlagerung jeweils in besonderem Maße zu beachten sind. Anschließend wird in einem weiteren Beispiel die Möglichkeit bestimmter Anarbeitungen untersucht. In dem ausgewählten Beispiel sollen Bleche aus Stahl mit geeigneter Technik angearbeitet werden, um Kundenwünsche zu erfüllen. Danach geht es um die Optimierung des Bestandsmanagements auf Basis von Klassifizierungen der Artikel nach deren Verbrauchsverhalten. Abschließend wird anhand eines beispielhaften Werkstoffhandelsnetzwerks aufgezeigt, wie mit gezielten Maßnahmen die Beschaffungsstruktur und der Transportverkehr weiterentwickelt werden können. Die Beispiele wurden auf Basis der entsprechenden Darstellungen in den vorhergehenden Kapiteln entwickelt.

5.1 Einlagerung von Stahlträgern

Bei der Einlagerung von Stahlträgern stehen bei der Betrachtung der Randbedingungen vor allem der Lagertyp, die Lagertechnik und teilweise die Lagerbedingungen im Vordergrund. Bei Stahlträgern handelt es sich um Langgüter (Stangenmaterial) und diese werden üblicherweise in Kragarmlagern untergebracht. Dieser Lagertyp ist entsprechend mit Kragarmregalen ausgestattet, die sich generell zur sachgerechten Lagerung von Langgut eignen und vorzugsweise in der eisen- oder holzverarbeitenden Industrie eingesetzt werden. Das Lagergestell besteht aus senkrecht angeordneten Mittelstützen mit Ständerfüßen. Abgelegt wird das Lagergut auf deren seitlichen Auslegern (Kragarmen). Die Ein- und Auslagerung der Artikel erfolgt quer zum Regal und zumeist manuell mittels Kran oder Stapler. Die Länge der Kragarme und der Abstand der Mittelstützen können variieren und richten sich nach den Abmessungen der Materialien, die sich stark unterscheiden können. Bei Stangenmaterial ist dabei auf Kragarmträger mit Abrollschutz zu achten. In Bezug auf die klimatischen Lagerbedingungen ist bei nicht verzinktem Stahl zu beachten, dass die Räumlichkeiten eine möglichst niedrige Luftfeuchtigkeit aufweisen, um Korrosion vorzubeugen.

Lagerung sowie auch Transport von Langgütern sind aufgrund der unhandlichen Form, der Länge und des hohen Gewichts dieser Güter für die Unternehmen generell schwierig zu handhaben. Deshalb kann es sich als vorteilhaft erweisen, Fertigungsmaschinen, wie z.B. Schneid- und Trenneinrichtungen, räumlich in unmittelbarer Nähe der gelagerten

Langgüter zu platzieren. So können diese Güter direkt vor Ort weiterbearbeitet werden und Materialflusskosten eingespart werden. (Martin, 2002)

5.2 Einlagerung von Kunststoffartikeln

Kunststoffe können grundsätzlich in verschiedene Lagertypen untergebracht werden. Von großer Bedeutung ist bei der Lagerung von Kunststoffen hingegen der Brandschutz. Schließlich verursachen Lagerbrände häufig hohe Sachschäden und Betriebsunterbrechungen. Im Extremfall kann durch den Ausfall eines Zwischenlagers die ganze Produktion oder der Vertrieb zum Stillstand kommen. Brände können durch die Ablagerung von Ruß oder die Ausbreitung korrosiven Gasen große Teile des Lagerbestands vernichten, selbst wenn sie frühzeitig gelöscht werden. Darüber hinaus kann die Umwelt erheblich belastet werden. Aufgrund der leichten Entflammbarkeit und hoher Heizwerte vieler Kunststoffe, erreichen Kunststoffbrände häufig schnell hohe Temperaturen und können sich in sehr kurzer Zeit zum Vollbrand entwickeln. Problematisch sind somit vor allem Läger, in denen eine nicht sachgerechte bzw. nicht den Brandschutzbestimmungen entsprechende Lagerung großer Mengen an verschiedenen Kunststoffen vorliegt.

Angesichts der mit Kunststoffen verbundenen Gefahren muss in den Lägern, in den Kunststoffe untergebracht werden, auf die strikte Einhaltung von Brandschutzregeln geachtet werden. Eine wichtige Vorsorgemaßnahme zur Schadenminderung ist deshalb generell die Trennung von unterschiedlichen Lagerbereichen - räumlich oder durch Brandwände. Darüber hinaus ist insbesondere die Trennung der gelagerten Stoffe (inklusive der Kunststoffe) nach Ihren stofflichen Eigenschaften und Ihrer Art (Folien, Formteile usw.) erforderlich. So ermöglicht eine getrennte Lagerung eine genaue Abstimmung der Schutzmaßnahmen auf das jeweilige Gefahrenpotenzial der Artikel. Zugleich wird verhindert, dass potenzielle Gefahren bei Zusammenlagerung erhöht werden. Sollen Stoffe, die in gefährlicher Weise miteinander reagieren können, zusammen aufbewahrt werden, so sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Dabei ist bei Stoffen mit unterschiedlichen Gefahrenmerkmalen darauf zu achten, dass die Schutzmaßnahmen auf die gefährlichste Stoffeigenschaft abgestimmt sind und sich für die übrigen Stoffe ebenfalls eignen (VdS 2516, 2000).

5.3 Anarbeitungen an Blechen aus Stahl

Im nachfolgenden Beispiel wird die Möglichkeit von Anarbeitungen an Blechen aus Stahl gefordert. Die Durchführbarkeit dieser Maßnahme kann bei der Entscheidung über ein geeignetes Lager ein wichtiges Kriterium darstellen. Für die Anarbeitung soll ein Trennverfahren (vgl. DIN 8590, 2003) angewendet werden können. Dieses wird für solche Zwecke häufig eingesetzt. Für die Wahl des am besten geeigneten Trennverfahrens sind

neben dem Werkstoff (in diesem Fall Stahl), vor allem das Gewicht und der Durchmesser wesentliche Kriterien. Für Bleche eignen sich grundsätzlich das Wasserstrahlschneiden oder das Laserschneiden.

Ob dabei ein Werkstoff per Laserschneiden oder Wasserstrahlschneiden bearbeitet wird, hängt von seinen Materialeigenschaften ab. Die Laserschneidetechnik weist teilweise Schwächen auf. Zum Beispiel können sich mit dieser Technik unsaubere Schnittflächen ergeben, ein Verzug entstehen oder das Material nicht optimal ausgenutzt werden. Darüber hinaus hängt die Wahl der am besten geeigneten Schneidetechnik davon ab, ob das Fertigteil im Anschluss noch zusätzlich, zum Beispiel durch Fräsen bearbeitet wird. Ist dies vorgesehen, so ist das Wasserstrahlschneiden die am besten geeignete Schneidetechnik. Beim Laserschneiden kann hingegen eine unerwünschte Randzonenaufhärtung entstehen, die eine mechanische Nachbearbeitung erheblich einschränkt. Dies beruht auf der unvermeidbaren Hitzeentwicklung des Laserstrahls, wodurch es zudem zu Mikrorissen oder Materialverzug kommen kann. Je nach verwendetem Material kann ein Wasserstrahl hingegen präzise und saubere Schnittkanten erzeugen. Das Wasserstrahlschneiden ist vor allem dann die richtige Wahl, wenn nichtmetallische Materialien in eine bestimmte Form gebracht werden müssen. Auch dickere Materialstärken können von einem Wasserstrahl besser bearbeitet werden. Hingegen weist der Laserstrahl weitere Schwächen auf. So kann stark reflektierendes Metall den Laserstrahl zurück in den Laser lenken und somit Beschädigungen an der Maschine verursachen. Ebenso ist das Einstechen des Laserstrahls besonders kritisch, so dass mit einer geringeren Laserleistung gebohrt werden muss. Eine weitere Alternative ist das Brennschneiden. Dieses eignet sich zum Beispiel für das Schneiden unlegierter Stähle. Der Schnitt ist im Vergleich zum Laserstrahlschneiden jedoch eher unpräzise. Die Schnittgeschwindigkeit ist dagegen vergleichbar. Eine weitere Technik ist das Plasmaschneiden. Dies kommt jedoch vor allem für legierte Stähle und Nichteisenmetalle (z. B. Kupfer, Aluminium) zur Anwendung.

Für Anarbeitungen an den Materialien nach den beschriebenen Verfahren sollte qualifiziertes Fachpersonal eingesetzt werden können. Dieses sollte sich grundsätzlich durch eine abgeschlossene technische Ausbildung in dem entsprechenden Bereich auszeichnen, um eine hohe Arbeitsqualität sicherzustellen. Konkrete Anforderungen an das Personal sind ausreichende Kenntnisse über das zu bearbeitende Material sowie über die Funktionen der eingesetzten Maschinen und die Wirkungsweise der genutzten Werkzeuge. Zudem sollte das Personal auf der Basis von Konstruktionszeichnungen Arbeitsabläufe und Bearbeitungsvorgänge selbst entwickeln sowie anhand der Arbeitsvorgaben eigenständig herausfinden können, wie die einzelnen Arbeitsschritte effektiv auszuführen sind. Dabei ist besonders auf Präzision, Zeiteffizienz sowie Material- und Werkzeugverschleiß zu achten. Außerdem sollten die Maschinen und das Material in technischer und zeitlicher Hinsicht möglichst gut ausgenutzt werden, ohne dass dies auf Kosten der Qualität und unnötige Abnutzung durch übermäßige Beanspruchung geht. (Böhle, 2017)

Somit wäre es bei der Wahl des Lagers für den Entscheider ein wichtiges Kriterium, dass dort die Möglichkeit besteht, Produkte mit Hilfe des Wasserstrahlschneidens zu bearbeiten. Für Bleche aus Stahl zeigt dieses Verfahren im Vergleich die besten Ergebnisse. Hierfür muss entsprechend qualifiziertes Fachpersonal im Lager verfügbar sein.

5.4 Optimierung des Bestandsmanagements auf Basis des Verbrauchsverhaltens

Auf Basis der Klassifizierungen der Artikel im Rahmen der ABC- und XYZ-Analyse (vgl. Kapitel 4.2) können Strategien zur Optimierung des Bestandsmanagements abgeleitet werden. Für umsatzstarke Artikel (Kategorie A) ist hiernach eine intensive Bestandsüberwachung zu empfehlen, um trotz geringer Bestände die Kosten für Fehlmen gen gering zu halten. So führt einerseits ein zu hoher Bestand zu unnötigen Lagerkosten, während andererseits ein zu niedriger Bestand die Lieferfähigkeit gefährdet. Somit sollte für Artikel der Kategorie A eine auftragsnahe Beschaffung umgesetzt werden. Dies beinhaltet einen niedrigen Lagerbestand, dem zum Ausgleich ungeplanter Aufträge sowie unerwarteter Lieferschwierigkeiten eine Sicherheitsfunktion zukommt. Um die Kosten der Bestellabwicklungen zu minimieren, sind langfristige Rahmenverträge mit den Lieferanten abzuschließen. Zudem sollten Analysen zur Einschätzung der zukünftigen Nachfrage durchgeführt werden. Für Artikel mit geringem Umsatz und hohem Mengenanteil im Lager (C-Artikel) ist zu empfehlen, den Aufwand für die Überwachung der Lagerbestände tendenziell geringzuhalten, um ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen zu erreichen. Idealerweise werden zur Minimierung der Einkaufskosten am Anfang einer Planungsperiode die nötigen Bestellmengen einschließlich eines Sicherheitsbestands bestimmt und die Aktivitäten im Rahmen standardisierter Prozesse umgesetzt.

Um die Artikel zusätzlich nach der Prognosegenauigkeit im Verbrauch zu klassifizieren, können Erfahrungswerte aus verschiedenen Zeitperioden genutzt werden. Ferner lässt sich ein Variationskoeffizient ermitteln, der je nach Ausprägung die Verbrauchsschwankungen der Artikel widerspiegelt. Eine größere Verbrauchsstreuung deutet dabei auf eine geringere Prognosegenauigkeit hin. Auf Basis der Verknüpfung der ABC- mit der XYZ-Analyse lässt sich graphisch eine Matrix mit neun Feldern erstellen, die ein systematisches und effizientes Vorgehen im Bestandsmanagement unterstützen kann (Abb. 5-1). So sind nach diesem Schema etwa Artikel in der Kategorie AX auftragssynchron zu beschaffen, CX-Artikel hingegen auf Vorrat zu halten (Hofmann et al., 2011).

		Vorhersagegenauigkeit		
		Hoch		Niedrig
		X	Y	Z
Wertanteil	Hoch	A Auftragssynchrone Beschaffung (z.B. Just in Time)	Auftragssynchrone Beschaffung (z.B. Just in Time)	Beschaffung nach Bedarf
	Mittel	B Auftragssynchrone Beschaffung (z.B. Just in Time)	Auftragsnahe Beschaffung	Beschaffung nach Bedarf
	Niedrig	C Vorratsbeschaffung	Vorratsbeschaffung	Beschaffung nach Bedarf

Abbildung 5-1: Klassifikationen und Strategien durch eine ABC-XYZ-Analyse (Hofmann et al., 2011)

5.5 Änderungen der Beschaffungsstruktur und des Transportmodells

Im nachfolgenden Beispiel wird ein dezentral organisiertes Werkstoffhandelsunternehmen betrachtet, bei dem die Beschaffungsstruktur und der Transportverkehr optimiert werden sollen. Das Unternehmen verfügt in der Ausgangssituation über eine Vielzahl an Zentral-, Regional- und Auslieferungslagern, die jeweils selbst die Beschaffung des Sortiments organisieren, um schnell und flexibel auf Kundenwünsche reagieren zu können. Aufgrund der daraus resultierenden hohen Lager- und Beschaffungskosten sollen eine Reihe von Optimierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Der Schwerpunkt soll hierbei auf der Anpassung und Vereinheitlichung der Sourcing-Strategie und des Beschaffungsareals sowie des Transportmodells liegen.

Durch die Einführung einer Single Sourcing-Strategie könnte die Komplexität der Beschaffungsstruktur erheblich verringert werden. Die damit verbundene Abhängigkeit von einem Lieferanten und die Vorzüge anderer Strategien sprechen jedoch dagegen. Deshalb ist zumindest für stärker nachgefragte Artikel das Multi Sourcing vorzuziehen, bei dem auf mehrere Lieferanten zurückgegriffen werden kann. So können potenzielle Lieferrisiken und Störungen im Produktionsprozess aufgefangen werden. Weniger stark nachgefragte Artikel könnten hingegen auch bei einem einzigen Lieferanten auf Vorrat beschafft werden, so dass die Beschaffungsrisiken und -kosten begrenzt und die Komplexität verringert werden kann. Bei der Vereinheitlichung des Beschaffungsareals werden Zulieferer an unterschiedlichen Standorten ausgewählt. Ein Teil der Zulieferer soll in der regionalen Umgebung (Local Sourcing) ausgewählt werden. Damit soll sichergestellt werden, dass stark nachgefragte Artikel durch kurze Lieferzeiten zügig beschafft werden können.

Als problematisch könnte sich dabei eine geringe Auswahl an geeigneten Lieferanten in der näheren Umgebung erweisen. Deswegen werden weitere Zulieferer landesweit gesucht (Domestic Sourcing). Für die größere Auswahl an Zulieferern wird hierbei eine etwas längere Lieferzeit für die Artikel in Kauf genommen. Bei der Wahl der dritten Gruppe von Lieferanten sollen vor allem Kostenvorteile in der Beschaffung genutzt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen internationale Lieferbeziehungen in einem Niedriglohnland aufgebaut werden (Global Sourcing). So sollen trotz höherer Transportkosten die Beschaffungskosten insgesamt reduziert werden. Auch längere Lieferzeiten und höhere Risiken für den Transport werden dafür akzeptiert. Insgesamt können durch die Umsetzung der Multi-Sourcing-Strategie in mehreren Beschaffungsarealen unterschiedliche Vorteile miteinander kombiniert werden.

Bei der zweiten Maßnahme handelt es sich um die Umsetzung eines einheitlichen und effizienten Transportmodells für das Werkstoffhandelsnetzwerk. Betrachtet wird dabei der Transport von den regionalen und überregionalen Zulieferern zu den Zentrallagern sowie von den Zentrallagern zu den Regional- und Auslieferungslagern. Im ersten Schritt werden die Artikel im Rahmen eines Milk-Run-Ansatzes bei den Lieferanten beschafft (z.B. einmal pro Tag oder Woche) und in das Zentrallager gebracht, das als Transitlager fungiert. Dort werden die Artikel gesammelt und für den Transport in die nachgeordneten Lager kommissioniert. Dabei wird unterschieden, ob es sich um stark nachgefragte oder weniger stark nachgefragte Artikel handelt. Die stark gefragte Ware wird auf Paletten für die Auslieferungslager gebündelt und die weniger gefragte Ware separat für die Regionallager zusammengefasst. Der Transport vom Zentral- zu den Regionallagern erfolgt jeweils direkt im Ladungsverkehr. Die für die Auslieferungslager vorgesehene Ware wird in den Regionallagern entsprechend aufgeteilt. Die weniger stark nachgefragten Artikel werden hingegen in den Regionallagern eingelagert. Den Auslieferungslagern werden die Waren von den Regionallagern im Rahmen eines Milk Runs zugestellt. Durch das beschriebene Vorgehen werden die Lagerbestände, Lieferzeiten und Transportkosten im Werkstoffhandelsnetzwerk insgesamt reduziert und damit die Gesamtleistung des Unternehmens gesteigert.

6. Qualitative Bewertung der planungsrelevanten Randbedingungen

In Kapitel 4 wurde eine Auswahl planungsrelevanter Randbedingungen für die in Kapitel 3 vorgestellten Maßnahmenbereiche ausführlich beschrieben. Im Einzelnen wurden Randbedingungen für die zentralen Bereiche Lagerstruktur, Bestandsmanagement und Transport herausgearbeitet. Die Bedeutung der wesentlichen Randbedingungen wird nachfolgend zunächst kurz zusammengefasst. Danach werden Möglichkeiten der Bewertung der Randbedingungen im Hinblick auf die Durchführung konkreter Maßnahmen aufgezeigt. Die Einschätzungen basieren auf den Ausführungen der vorangegangenen Kapitel.

Als eine wesentliche Randbedingung für Lagerstrukturentscheidungen wurde in dieser Arbeit der Lagertyp identifiziert. Dabei sind die speziellen Eigenschaften und damit verbundene Anforderungen einzelner Artikel dafür maßgeblich, welcher Lagertyp zur Aufbewahrung geeignet ist und welche Lagertechnik eingesetzt werden muss. Als weiteres Kriterium für Lagerstrukturentscheidungen wurden die Lagerbedingungen hervorgehoben. Dabei wurde festgehalten, dass für einige Artikel besondere Anforderungen an eine materialgerechte Lagerung gelten. Auch dem Standort des Lagers kommt eine höhere Bedeutung zu. Innerhalb eines Lagers ist die Zugriffshäufigkeit ein Kriterium für die Auswahl eines geeigneten Platzes. Ein weiteres wichtiges Kriterium kann die Durchführbarkeit von Anarbeitungen darstellen. Dabei steht die Verfügbarkeit einer geeigneten technischen Ausstattung und von qualifiziertem Personal im Vordergrund.

Die Bedeutung der einzelnen Randbedingungen kann bei Lagerstrukturentscheidungen von Artikel zu Artikel variieren. So sind z.B. für den Artikel Papier bestimmte Lagerbedingungen besonders wichtig (Temperatur, Luftfeuchte), hingegen Anarbeitungen für diesen Artikel möglicherweise gar nicht in die Entscheidung einzubeziehen. Ebenso könnte für besonders große und schwere Artikel wie etwa Stahlrohre ein geeigneter Lagertyp (Langgutlager, Kragarmlager) sowie eine geeignete Lagertechnik für ein materialgerechtes Ein- und Auslagern und Transport das wichtigste Kriterium darstellen. Zudem könnte dieser Artikel auf eine Lagerstätte angewiesen sein, die für Sperrgut geeignet ist. Auch die Möglichkeit von Anarbeitungen könnte bei Stahlrohren zu berücksichtigen sein. Der Brandschutz könnte für Stahlrohre hingegen zweitrangig sein, da diese nicht leicht entflammbar sind. Für konkrete Entscheidungen ließen sich die Kriterien für relevante Artikel in entsprechender Weise in eine Rangfolge bringen und bei Bedarf zusätzlich nach der Bedeutung gewichten. So könnte z.B. für große Stahlrohre dem Lagertyp Rang 1, der Lagertechnik Rang 2, den Anarbeitungen Rang 3, dem Standort Rang 4, dem Brandschutz Rang 5 usw. zugewiesen werden. So käme ein Lager möglicherweise trotz eines guten Standorts und eines soliden Brandschutzes nicht für diesen Artikel in Frage, wenn etwa die typische Lagertechnik nicht vorhanden ist.

Im Bestandsmanagement steht die kostenoptimale Steuerung von Lagerbeständen und Bestellmengen im Vordergrund. Dabei kann das Verbrauchsverhalten der unterschiedlichen Artikel berücksichtigt werden. Als entscheidende Steuerungskriterien wurden hierbei die Umsatzstärke bzw. der Mengenanteil der Artikel im Lager sowie die Regelmäßigkeit im Verbrauch und die Prognosegenauigkeit identifiziert. Die Klassifizierung der Artikel kann im Rahmen einer ABC- und XYZ-Analyse erfolgen.

Um die Lager- und Bestellkosten gering zu halten, sind nach diesem Schema etwa umsatzstarke Artikel mit gleichzeitig geringen Schwankungen im Verbrauch idealerweise auftragssynchron zu beschaffen. Demgegenüber empfiehlt sich für umsatzschwache Güter mit stark unregelmäßigem Verbrauch eine Lagerung auf Vorrat. Für Artikel mit mittlerer Umsatzstärke und mittelstarken Schwankungen im Verbrauch könnte wiederum eine auftragsnahe Beschaffung zu empfehlen sein. Somit zeigt sich, dass auch im Bestandsmanagement für verschiedene Artikel jeweils unterschiedliche Vorgehensweisen zielführend.

Im Bereich Transport geht es zum einen um die Nutzung geeigneter Transportmittel für die Artikel. Hierbei sind die Transportkosten ein wichtiges Vergleichskriterium bei der Auswahl des Verkehrsmittels und bei der Entscheidung, ob eine Spedition beauftragt wird oder, ob der eigene Fuhrpark genutzt werden kann. Zum anderen sind im Einzelfall individuelle Anforderungen (z.B. Lieferzeiten, Schnelligkeit, Flexibilität) einzubeziehen. Bei der Entscheidung für ein Transportmodell sind die Entfernungen, die Größen der Warensendungen und die Anzahl der Liefer- und Empfangspunkte zu berücksichtigen.

Auch im Transportbereich ist die Art der Artikel für Entscheidungen relevant. So hängen die Transportkosten häufig eng mit dem Volumen und dem Gewicht der Artikel zusammen, da die Anforderungen an das Fahrzeug bzw. Verkehrsmittel entsprechend variieren. So könnte es für besonders schwere Güter nötig sein, zwingend einen großen LKW nutzen zu müssen, auch wenn nach den Abmessungen möglicherweise ein kleineres und kostengünstigeres Fahrzeug in Frage gekommen wäre. Unabhängig davon könnte für den Empfänger ein schneller und zuverlässiger Transport besonders wichtig sein und dieser deshalb bereit sein, dafür höhere Kosten zu akzeptieren. Demzufolge könnte er diesen individuellen Kriterien (Schnelligkeit, Zuverlässigkeit) in der Entscheidungsfindung eine höhere Bedeutung beimessen, als den anfallenden Kosten für den Transfer der Artikel und daher ein aus Kostensicht nicht optimales Verkehrsmittel auswählen. Bei der Wahl des Transportmodells kann z.B. das Volumen der Ware einen entscheidenden Faktor darstellen. So besteht insbesondere bei größeren Entfernungen die Möglichkeit, verschiedene Artikel zu einer größeren Ladung zusammenzufassen und gebündelt in das Zielgebiet zu transportieren. Dort wird die Ware auf kleinere Fahrzeuggrößen umgeschlagen und die Kunden könnten im Rahmen lokaler Milk Runs beliefert werden.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass in den angeführten Maßnahmenbereichen eine umfassende, systematische und genaue Analyse und Bewertung der verschiedenen Kriterien zu empfehlen ist. Auf dieser Grundlage lassen sich zielführende Maßnahmen ableiten, die betriebswirtschaftlich vorteilhaft sind und durch welche die logistischen Prozesse in einem WHNW weiter verbessert werden können.

7. Zusammenfassung und Ausblick

In der Einleitung der vorliegenden Arbeit (Kapitel 1) wurde zunächst darauf hingewiesen, dass die Unternehmen heutzutage in einem sich kontinuierlich verändernden Umfeld agieren und sich daran anpassen müssen, um im Wettbewerb bestehen zu können. Das gilt gleichermaßen auch für Werkstoffhandelsnetzwerke, für die logistische Prozesse im Vordergrund stehen. Zur Weiterentwicklung des logistischen Netzwerks sind deshalb zielführende Maßnahmen zu identifizieren und umzusetzen. Dabei zeigt sich jedoch, dass dabei zahlreiche Randbedingungen zu berücksichtigen sind, die die Umsetzbarkeit der Optimierungsmaßnahmen beeinflussen. Diese Zusammenhänge wurden in der Arbeit näher untersucht und bewertet. Dabei wurde im Einzelnen auf Maßnahmen und Randbedingungen in den Bereichen Lagerstruktur, Bestandsmanagement, Beschaffung und Transport eingegangen.

In Kapitel 2 wurden zunächst einige Begriffe definiert, die für das Verständnis der weiteren Ausführungen als wichtig erachtet wurden. Dabei ging es um die Begriffe Werkstoff, Großhandel, Logistik, Logistiksysteme und Supply Chains sowie das Werkstoffhandelsnetzwerk. Werkstoffe bilden die Materialbasis bei der Produktion von technischen Erzeugnissen. Dabei handelt es sich zumeist um künstliche Werkstoffe, wie z.B. Eisenerz und Kunststoffe. In Lagern werden jedoch auch Halbfabrikate wie Rohre und Bleche untergebracht. Dem Großhandel wird ein Unternehmen zugerechnet, wenn der Absatz überwiegend an gewerbliche Abnehmer erfolgt. Das schließt mit ein, dass die Güter teilweise auch an private Haushalte vertrieben werden können. Die Logistik wird im Kern als Prozess des Fließens und Lagerns von Materialien und Gütern vom Liefer zum Empfangspunkt verstanden. In Logistiksystemen werden die Bewegungs- und Lagerprozesse miteinander verknüpft. Die Struktur wird grafisch typischerweise mit Knoten und Kanten dargestellt. Die Güter werden entlang der Kanten durch dieses Netzwerk bewegt und an den Knoten z.B. zur Lagerung zeitweise festgehalten. Es lassen sich einstufige, mehrstufige und kombinierte Netzwerke unterscheiden. Bei einer Supply Chain handelt es sich um eine Verkettung von Prozessen in einem logistischen Netzwerk. Dabei findet eine geordnete Folge von Bewegungen und Tätigkeiten im Netzwerk statt. Mit Durchlaufen der Prozesse steigt schrittweise die Wertschöpfung von der Rohstoffgewinnung bis zur Fertigware. Im Rahmen des Supply Chain Managements werden Güter-

ströme im gesamten Netzwerk aufeinander abgestimmt und gesteuert. In einem Werkstoffhandelsnetzwerk wird mit Werkstoffen gehandelt. Der Werkstoffhändler beschafft verarbeitete oder bearbeitete Rohstoffe von Lieferanten und setzt diese überwiegend an gewerbliche Kunden ab. Dabei kann er vor dem Weiterverkauf Anarbeitungen an den Werkstoffen vornehmen. Ziel ist es, Lagerung und Transport der Werkstoffe zeitlich und räumlich effizient zu steuern.

In Kapitel 3 wurden die Bereiche vorgestellt, in denen Maßnahmen durchgeführt werden sollen. Das Lager hat dabei als Bindeglied zwischen Beschaffung und Verteilung jederzeit sicherzustellen, dass die Produktion mit den Materialien und der Vertrieb mit den Gütern versorgt werden. So lassen sich Wartezeiten im Materialfluss und Produktionsunterbrechungen vermeiden. Dabei gilt es, optimale Zeitpunkte und Mengen der Lagerzugänge und -abgänge zu bestimmen sowie durch ausreichende Bestandsreserven stabile und effiziente Abläufe zu gewährleisten. Der Lagerbestand entspricht der vorhandenen Menge eines Materials und ist für die Unternehmen mit Kosten verbunden. Folglich lassen sich durch eine Reduktion der Bestände die Kosten senken und der Gewinn steigern. Gleichzeitig schaffen die Bestände einen Puffer und können ungeplante Aufträge und Störungen ausgleichen. Auf der Beschaffungsseite steht die Ausgestaltung der Beziehungen zu den Lieferanten im Vordergrund, die den Ausgangspunkt des Materialflusses darstellen. Es werden dabei verschiedene Sourcing-Konzepte in Bezug auf die Zahl der Lieferanten und Abhängigkeiten (z.B. Single, Sole und Multiple Sourcing) sowie das Beschaffungsareal (Local, Domestic und Global Sourcing) unterschieden. Für die damit jeweils verbundenen Beschaffungsstrategien sind insbesondere die Kosten und die Prozessrisiken gegeneinander abzuwägen. Daneben können sich Unternehmen für Einzel-, Vorrats- oder abverkaufssynchrone Beschaffung entscheiden, je nachdem, ob in erster Linie niedrige Lagerbestände oder hohe Lieferfähigkeit und günstige Einkaufskonditionen im Vordergrund stehen. Als ein weiterer Maßnahmenbereich wurde die Auswahl des Transportmodells identifiziert. Zu den wesentlichen Transportmodellen zählen der Ladungsverkehr, bei dem Ladungen von großen LKWs direkt an den Empfänger geliefert werden sowie Milk Runs, bei denen Lieferungen verschiedenen Kunden entlang einer bestimmten Route mit kleineren Fahrzeugen zugestellt werden. Weitere Transportkonzepte betreffen Kombinationen aus den beiden genannten.

Anschließend wurde in Kapitel 4 eine Auswahl möglicher Randbedingungen beschrieben, die bei der Umsetzung potenzieller Maßnahmen zu berücksichtigen sind. Für Lagerstrukturrentscheidungen wurde als wesentliche Randbedingung zunächst der Lagertyp identifiziert. Dabei sind die besonderen Eigenschaften wie z.B. Abmessungen und die Zugriffshäufigkeit und daraus resultierende Anforderungen einzelner Artikel dafür maßgeblich, welcher Lagertyp und welche Lagertechnik in Frage kommen. Auch die Lagerbedingungen (z.B. Luftfeuchtigkeit, Brandschutz), die Nähe zur Produktionsstätte oder zum Absatzmarkt können bedeutsam sein. Ein weiteres wichtiges Kriterium kann die

Durchführbarkeit von Anarbeitungen darstellen. Dabei ist die Verfügbarkeit einer geeigneten technischen Ausstattung und von qualifiziertem Personal relevant. Im Bestandsmanagement geht es hingegen um die kostenoptimale Steuerung von Lagerbeständen und Bestellmengen. Dabei kann das Verbrauchsverhalten der unterschiedlichen Artikel berücksichtigt werden. Als entscheidende Steuerungskriterien wurden hierbei u.a. die Umsatzstärke sowie die Regelmäßigkeit im Verbrauch identifiziert. Im Bereich Transport sind zum einen die Transportkosten ein wichtiges Vergleichskriterium bei der Auswahl des Verkehrsmittels. Zum anderen sind im Einzelfall individuelle Anforderungen (z.B. Lieferzeiten) einzubeziehen. Bei der Entscheidung für ein Transportmodell sind u.a. die Entfernungen und die Sendungsgrößen zu berücksichtigen.

In Kapitel 5 wurden an konkreten Beispielen die Wirkzusammenhänge von Maßnahmen und dabei zu beachtenden Randbedingungen aufgezeigt. Im Bereich der Lagerstruktur wurde anhand von zwei verschiedenen Artikeln (Stahlträger, Kunststoffe) erörtert, welche spezifischen Randbedingungen bei deren Einlagerung zu beachten sind. Bei der Einlagerung von Stahlträgern wurden dabei vor allem der Lagertyp, die Lagertechnik und die Lagerbedingungen näher betrachtet. Bei der Einlagerung von Kunststoffen standen hingegen der Brandschutz im Fokus. Anschließend wurde in einem weiteren Beispiel die Möglichkeit bestimmter Anarbeitungen untersucht. Dabei ging es um die Auswahl eines geeigneten Trennverfahrens für Anarbeitungen an Blechen aus Stahl und den Einsatz von qualifiziertem Fachpersonal. Danach wurde auf die Optimierung des Bestandsmanagements auf Basis von Klassifizierungen der Artikel nach deren Verbrauchsverhalten eingegangen. Abschließend wurde anhand eines beispielhaften Werkstoffhandelsnetzwerks aufgezeigt, wie mit gezielten Maßnahmen die Beschaffungsstruktur weiterentwickelt werden kann. Im Ergebnis konnten hierbei durch die Umsetzung der Multi-Sourcing-Strategie in mehreren Beschaffungsarealen unterschiedliche Vorteile miteinander kombiniert werden. Außerdem wurde in dem Netzwerk ein einheitliches Transportmodell eingeführt. Durch das dort beschriebene Vorgehen konnten Lagerbestände, Lieferzeiten und Transportkosten reduziert und damit die Gesamtleistung des Werkstoffhandelsnetzwerks gesteigert werden.

In Kapitel 6 wurden die Randbedingungen der einzelnen Bereiche im Hinblick auf konkrete Maßnahmen für unterschiedliche Artikel bewertet. Die Bedeutung der einzelnen Randbedingungen kann bei Lagerstrukturentscheidungen von Artikel zu Artikel variieren. Für konkrete Entscheidungen ließen sich die Kriterien für relevante Artikel in eine Rangfolge bringen und bei Bedarf zusätzlich nach der Bedeutung gewichten. Auch im Bestandsmanagement für verschiedene Artikel zeigte sich, dass jeweils unterschiedliche Vorgehensweisen zielführend sind, um einerseits die Lager- und Bestellkosten gering zu halten und andererseits die Lieferfähigkeit sicherzustellen. Bei der Auswahl eines geeigneten Transportmittels könnte der Entscheider individuellen Kriterien wie Schnelligkeit und Zuverlässigkeit eine höhere Bedeutung beimessen, als den anfallenden Kosten für

den Transfer der Artikel und ein aus Kostensicht nicht optimales Verkehrsmittel auswählen. Insgesamt empfiehlt sich eine umfassende und systematische Analyse, um die Randbedingungen zu einzelnen Maßnahmen zu bewerten und zielführende Strategien abzuleiten.

Insgesamt zeigt sich, dass ein Werkstoffhandelsnetzwerk mit seinen Komponenten eine hohe Komplexität aufweist und zahlreichen Einflüssen unterliegt, die nicht zuletzt bei der Analyse der Wechselwirkungen von Maßnahmen und Randbedingungen erkennbar werden. Um dem intensiven Wettbewerb im globalen Markt und den Anforderungen aus der zunehmenden Digitalisierung der Wirtschaft erfolgreich zu begegnen, muss sich der Werkstoffhändler der vielen erfolgskritischen Einflussfaktoren bewusst sein und zugleich über die Kompetenzen verfügen, das Netzwerk im erforderlichen Maße weiterzuentwickeln. Identifiziert er die richtigen Optimierungshebel und setzt diese konsequent um, dann kann er gezielt die Kosten- und Effizienzpotenziale des logistischen Netzwerks ausschöpfen und die Gesamtleistung des Unternehmens erhöhen. So steigen seine Chancen, dass er sich nachhaltig im sich dynamisch entwickelnden Umfeld behaupten kann.

8. Literaturverzeichnis

- Achenbach, D. (2016). *Marktbasiertes Auftragsvergabe- und Kapazitätsmanagement in horizontalen Produktionsnetzwerken mit kurzfristiger Leistungserbringung*. (A. Kuhn, Hrsg.). Dortmund: Praxiswissen Service.
- Arndt, H. (2008). *Supply Chain Management Optimierung logistischer Prozesse* (4. Auflage). Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler.
- Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Furmans, K. & Tempelmeier, H. (Hrsg.). (2008). *Handbuch Logistik* (3. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain*. New Jersey: Pearson/Prentice Hall.
- Becker, T. (2008). *Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bichler, K., Riedel, G. & Schöppach, F. (2013). *Lagerwirtschaft Grundlagen, Technologien und Verfahren*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Böhle, F. (Hrsg.). (2017). *Arbeit als subjektivierendes Handeln. Handlungsfähigkeit bei Unwägbarkeiten und Ungewissheit*. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Bretzke, W.-R. (2014). *Nachhaltige Logistik Zukunftsfähige Netzwerk- und Prozessmodelle*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bretzke, W.-R. (2015). *Logistische Netzwerke* (3. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bretzke, W.-R. & Barkawi, K. (2012). *Nachhaltige Logistik Antworten auf eine globale Herausforderung* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bruns, C. (2015). *Planungskonzept zur wandlungsfähigen Verteilung von Ware in Distributionssystemen des Großhandels*. Dortmund: Optimedien Verlag e.K.
- CSCMP. (2018). CSCMP Supply Chain Management. Zugriff am 25.3.2018. Verfügbar unter:
https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx
- DIN 4102-1. (1998). Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DIN 8580. (2003). Fertigungsverfahren - Begriffe, Einteilung. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- DIN 8589-6. (2003). Fertigungsverfahren Spanen - Teil 6: Sägen; Einordnung, Unterteilung, Begriffe. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

- DIN 8590. (2003). *Fertigungsverfahren Abtragen - Einordnung, Unterteilung, Begriffe*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Dross, F. & Rabe, M. (2014). A SimHeuristic Framework as a Decision Support System for Large Logistics Networks With Complex KPIs (S. S. 247-254). Berlin.
- Foscht, T., Swoboda, B. & Zentes, J. (2012). *Handelsmanagement* (3. Auflage). München: Verlag Franz Vahlen GmbH.
- Gudehus, T. (2010). *Logistik Grundlagen – Strategien – Anwendungen* (4. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Harting, D. (1994). *Lieferanten-Wertanalyse : ein Arbeitshandbuch mit Checklisten und Arbeitsblättern für Auswahl, Bewertung und Kontrolle von Zulieferern* (2. Auflage). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Heiserich, O.-E., Helbig, K. & Ullmann, W. (2011). *Logistik: Eine Praxisorientierte Einführung* (4. Auflage). Wiesbaden: Gabler.
- Hertel, J., Zentes, J. & Schramm-Klein, H. (2011). *Supply-Chain-Management und Warenwirtschaftssysteme im Handel* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hirsch, T. (1998). *Auslieferungstouren in der strategischen Distributionsplanung*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Hofmann, E., Maucher, D., Piesker, S. & Richter, P. (2011). *Wege aus der Working Capital-Falle Steigerung der Innenfinanzierungskraft durch modernes Supply Management*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hornbogen, E., Eggeler, G. & Werner, E. (2017). *Werkstoffe: Aufbau und Eigenschaften von Keramik-, Metall-, Polymer- und Verbundwerkstoffen* (11. Auflage). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Klaus, P., Krieger, W. & Krupp, M. (Hrsg.). (2012). *Gabler Lexikon Logistik Management logistischer Netzwerke und Flüsse* (5. Auflage). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Kleinaltenkamp, M., Plinke, W., Geiger, I., Jacob, F. & Söllner, A. (Hrsg.). (2011). *Geschäftsbeziehungsmanagement Konzepte, Methoden und Instrumente* (2. Auflage). Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Martin, H. (2002). *Transport- und Lagerlogistik Planung, Aufbau und Steuerung von Transport- und Lagersystemen*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Martin, H. (2011). *Transport- und Lagerlogistik: Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik* (8. Auflage). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag. doi:10.1007/978-3-8348-9045-0

- Mathar, H. (2012). *Unternehmenslogistik*. Zürich: Compendio Bildungsmedien AG.
- Muchna, C., Brandenburg, H., Fottner, J. & Gutermuth, J. (2018). *Grundlagen der Logistik Begriffe, Strukturen und Prozesse*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Niedrig, H. & Sternberg, M. (2014). *Das Ingenieurwissen: Physik*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Otto, A. (2013). *Management und Controlling von Supply Chains: Ein Modell auf der Basis der Netzwerktheorie*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Pfohl, H.-C. (2016). *Logistikmanagement Konzeption und Funktionen* (3. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Pfohl, H.-C. (2018). *Logistiksysteme Betriebswirtschaftliche Grundlagen* (9. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Preissner, A. (2000). *Marketing- und Vertriebssteuerung. Planung und Kontrolle mit Kennzahlen und Balanced Scorecard*. Leipzig: Carl Hanser Verlag.
- Rabe, M. & Dross, F. (2016). Intelligente Entscheidungsunterstützung für Logistiknetzwerke des Werkstoffhandels. *Werkstoffe in der Fertigung*, 5/2016, S. 24-25.
- Samadi, S. (2009). *Die Servicefunktionen des Großhandels als Erfolgsfaktoren*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Schulte, C. (2016). *Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Chain* (7. Auflage). München: Verlag Franz Vahlen GmbH.
- Seyffert, R. (1972). *Wirtschaftslehre des Handels* (5. Auflage). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Springer Fachmedien (Hrsg.). (2014). *222 Keywords Logistik Grundwissen für Fach- und Führungskräfte* (2. Auflage). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Stahl-Informations-Zentrum. (2001). Merkblatt 112 Lagerung und Transport von metallisch beschichtetem Band und Blech. *Stahl-Informations-Zentrum*. Düsseldorf. Verfügbar unter: <http://www.stahl-online.de/index.php/service/publikationen/stahlanwendung-merkblaetter/>
- Tavakoli, A. (2015). *Vergleichsbewertung und Verbesserung der Logistikperformance von Werkslagern in der Edelstahlindustrie*. (A. Kuhn, Hrsg.). Dortmund: Verl. Praxiswissen.
- Vahrenkamp, R., Kotzab, H. & Siepermann, C. (2012). *Logistik: Management und Strategien* (7. Auflage). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- VdS 2199. (1998). *Brandschutz im Lager*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

-
- VdS 2516. (2000). *Kunststoffe Eigenschaften, Brandverhalten, Brandgefahren*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- van Weele, A. J. & Eßig, M. (2017). *Strategische Beschaffung Grundlagen, Planung und Umsetzung eines integrierten Supply Management*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Weitze, M.-D. & Berger, C. (2013). *Werkstoffe Unsichtbar, aber unverzichtbar*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Wildemann, H. (1995). *Das Just-in-time-Konzept : Produktion und Zulieferung auf Abruf* (4. Auflage). München: TCW-Verlag.
- Zentes, J., Hüffer, G., Pocsay, S. & Chavie, R. (2007). *Innovative Geschäftsmodelle und Geschäftsprozesse im Großhandel*. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.

Eidesstattliche Versicherung

Name, Vorname

Matr.-Nr.

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit* mit dem Titel

selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ort, Datum

Unterschrift

*Nichtzutreffendes bitte streichen

Belehrung:

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50.000,00 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden. (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz - HG -)

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Die Technische Universität Dortmund wird gfls. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z.B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die obenstehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

Ort, Datum

Unterschrift