

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung logistischer Alternativkonzepte

Masterarbeit
von
Philipp Gerald Neuhold



eingereicht am
Lehrstuhl Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
der
Montanuniversität Leoben

Leoben, am 13. Oktober 2013

Aufgabenstellung

Herrn **Philipp Gerald Neuhold** BSc. wird das Thema

„Wirtschaftlichkeitsbetrachtung alternativer Logistikkonzepte“

zur Bearbeitung in einer Masterarbeit gestellt.

Im ersten Arbeitsabschnitt ist die theoretische Basis für den praktischen Teil der Arbeit zu legen. Nach einer Einführung in die Logistik und den betrachteten Logistikfunktionen mit deren spezieller Ausprägung in der Automobilindustrie wird ein Bogen über die Lean Philosophie und zwei zugrundeliegenden Produktionssystemen gespannt. Im Fokus steht in weiterer Folge ein erweitertes Spannungsfeld mit den Eckpunkten Zeit, Kosten, Qualität und Flexibilität, das sich aus den Zielen von Lean Produktionssystemen ableitet. Dieses Spannungsfeld wird im praktischen Teil als Bewertungsinstrument zum Vergleich von verschiedenen Logistikkonzepten eingesetzt. Für die einzelnen Eckpunkte sind geeignete Bewertungsmodelle zu erarbeiten, wobei das Hauptaugenmerk auf der Betrachtung der Kosten liegt.

Im praktischen Teil der Arbeit kommt das Bewertungsinstrument im Zuge einer Problemstellung der Bosch Mahle Turbosystems Austria GmbH zur Anwendung, wobei hier drei verschiedene Logistikkonzepte bewertet werden.

Abschließend ist auf Basis der Resultate aus dem Bewertungsinstrument eine Handlungsempfehlung für die Fallstudie von Bosch Mahle Turbosystems Austria zu entwickeln.

Leoben, im März 2013

o.Univ.Prof. Dr. Hubert Biedermann

EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

AFFIDAVIT

I declare in lieu of oath, that I wrote this thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

Datum

Unterschrift

Kurzfassung

Im Zuge der Werksentwicklungsplanung eines Unternehmens spielt die Umsetzung eines leistungsfähigen, wirtschaftlichen Logistikkonzepts eine tragende Rolle. Nach der Erarbeitung von möglichen Logistikkonzepten gilt es ein passendes Logistikkonzept auszuwählen, das zukunftssicher die Anforderungen des Unternehmens an die Logistik abbilden kann. Anstoß für die nachfolgende Arbeit war eine Problemstellung des Automobilzulieferers Bosch Mahle Turbosystems.

Der vorliegende Text beschäftigt sich mit der Erarbeitung eines geeigneten Bewertungsinstrumentes, um alternative Logistikkonzepte umfassend anhand eines erweiterten Spannungsfeldes zu analysieren. Die Eckpunkte dieses Spannungsfeldes bilden dabei die strategischen Erfolgsfaktoren Kosten, Qualität, Zeit und Flexibilität. Durch die Visualisierung der Bewertungsergebnisse im erweiterten Spannungsfeld soll eine Grundlage zur Entscheidungsfindung für oder wider ein Logistikkonzept geschaffen werden.

Der theoretische Teil der Arbeit wird zunächst durch die Aufbereitung von logistischen Grundfunktionen und deren spezieller Ausprägung in der Automobilindustrie eingeleitet. Den weiteren Rahmen für das Bewertungsinstrument bildet die Vorstellung von Lean Produktionssystemen. Aus den Zielen der Lean Produktionssysteme lassen sich die nachfolgend beschriebenen Bewertungsmodelle ableiten, die hinter den einzelnen Eckpunkten des Bewertungsinstrumentes stehen. Dabei kommen quantitative als auch qualitative Bewertungsmodelle zum Einsatz.

Der zweite Teil der Arbeit geht auf die Problemstellung von Bosch Mahle Turbosystems ein und folgt den im ersten Teil der Arbeit vorgestellten Modellen zur Bewertung der logistischen Alternativkonzepte, wobei das Hauptaugenmerk auf die Betrachtung der Kosten liegt. Schließlich werden die Ergebnisse im Bewertungsinstrument zusammengeführt, dessen Resultat als Ausgangspunkt einer Handlungsempfehlung für den speziellen Fall von Bosch Mahle Turbosystems dient. Den Abschluss der Arbeit bilden eine Analyse und eine kritische Betrachtung des Bewertungsinstrumentes.

Abstract

The realization of effective and economical logistics concepts plays a major part in the course of a factory development planning of a company. After working out possible logistic concepts it is the turn to choose an apt logistic concept, which suits the company's requirements for logistics now and in future. A problem of Bosch Mahle Turbosystems, an automotive supplier, was the basis for the following work.

The text at hand has the focus to develop a workable evaluation tool based on an extended tension triangle to analyse different logistic concepts comprehensively. The corner points of this tension field are the critical success factors cost, quality, time and flexibility. The visualization of the evaluation results by an extended tension field supports the decision making process for or against a specific logistic concept.

To start with, the theoretical part of the work provides an introduction to the key functions of logistics and their characteristics in the automotive industry. The following presentation of lean production systems builds a fundament for the evaluation tool. The hereinafter described evaluation models are derived from the goals of the lean production systems. Quantitative and qualitative evaluation models stand behind the different corners of the extended tension triangle.

The second part of the work concentrates on evaluating concepts at Bosch Mahle Turbosystems. The evaluation uses the models, which were introduced in the theoretical part, while emphasizing on the cost analysis. Thereafter the results are brought together in the evaluation tool, which is the basis for the elaboration of a guidance for the specific case at Bosch Mahle Turbosystems. Finally an analysis and a critical reflection of the evaluation tool take place.

Inhaltsverzeichnis

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	iii
AFFIDAVIT	iii
Kurzfassung	iv
Abstract	v
Inhaltsverzeichnis	vi
Abbildungsverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis	ix
Formelverzeichnis.....	x
Abkürzungsverzeichnis.....	xi
1 Einleitung	1
2 Theoretische Aufbereitung	3
2.1 Grundlagen Logistik	3
2.1.1 Transport	4
2.1.2 Lagerung	9
2.2 Logistikprozesse in der Automobilindustrie	12
2.2.1 Behältermanagement.....	12
2.2.2 Angepasste Materialwirtschaft.....	15
2.3 Lean Philosophie und Lean Produktionssysteme.....	17
2.3.1 Lean Philosophie	17
2.3.2 Toyota Production System (TPS).....	23
2.3.3 Bosch Produktionssystem (BPS).....	25
2.4 Instrument zum Vergleich von Logistikkonzepten.....	27
2.5 Abgrenzung des betrachteten Systems.....	29
2.6 Eckpunkt Kosten	31
2.6.1 Pareto – Analyse (ABC-Analyse)	31
2.6.2 Grundlagen Kostenrechnung	33
2.6.3 Absetzung für Abnutzung / Abschreibung.....	34
2.6.4 Prozesskostenrechnung	35
2.7 Eckpunkt Flexibilität.....	38
2.7.1 Kostenelastizität.....	38
2.7.2 Szenariotechnik.....	39

2.8	Eckpunkt Qualität	42
2.8.1	Lean Logistik	43
2.8.2	Qualitätsbewertung eines Logistikkonzepts	45
2.9	Eckpunkt Zeit	46
2.10	Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen	48
3	Fallbeispiel Bosch Mahle Turbosystems	50
3.1	Ausgangssituation	52
3.1.1	Ausgangssituation bei Bosch Mahle Turbosystems	52
3.1.2	Alternative Logistikkonzepte	52
3.1.3	Prämissen der Gesamtbetrachtung	53
3.2	Erarbeitung der notwendigen Grundlagen und Daten	57
3.2.1	Abgrenzung des betrachteten Systems bei Bosch Mahle Turbosystems	58
3.2.2	Verkaufsplanzahl (VPZ)	59
3.2.3	Stückliste der Serienprodukte	61
3.2.4	ABC-Analyse der Stücklisten und Lieferanten	61
3.3	Erstellen der Kalkulationen	64
3.3.1	Einfluss der Anlieferkonzepte	65
3.3.2	Zusammenhang zwischen den Berechnungswerkzeugen	66
3.3.3	Flächenberechnungswerkzeug	67
3.3.4	Kostenberechnungswerkzeug	69
3.4	Analyse und Bewertung der Logistikkonzepte	73
3.4.1	Kosten	74
3.4.2	Zeit	76
3.4.3	Qualität	77
3.4.4	Flexibilität	78
3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	80
3.5.1	Ergebnisdarstellung mittels Bewertungsinstrument	80
3.5.2	Handlungsempfehlung im speziellen Fall	83
3.5.3	Mögliche Quickwins	85
4	Abschluss und Ausblick	87
	Literaturverzeichnis	90
	Anhang	a

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die „6 R“ der Logistik	3
Abbildung 2: Einteilung der Anlieferkonzepte	7
Abbildung 3: Morphologischer Kasten für Anlieferkonzepte	8
Abbildung 4: Beschreibung eines RL-KLTs.....	13
Abbildung 5: Zwei verschiedene Innenblister für KLTs.....	14
Abbildung 6: Links: Faltbarer GLT (aufgebaut und zusammengefaltet) Rechts: Gitterbox... 15	
Abbildung 7: Verschiedene Ausprägungen der Materialwirtschaft	15
Abbildung 8: TPS-Haus nach Fujii Cho.....	24
Abbildung 9: Von den Kernprozessen zum Bosch Business System.....	25
Abbildung 10: BPS-Diagramm	26
Abbildung 11: Traditionelles Spannungsfeld und angepasstes Spannungsfeld	28
Abbildung 12: ABC-Analyse und Lorenzkurve mit markiertem A-Bereich.....	32
Abbildung 13: Szenariotrichter.....	40
Abbildung 14: Schritte der Szenariotechnik	41
Abbildung 15: Schematische Darstellung der Arbeitsweise eines ATL.....	51
Abbildung 16: Flächenplanung der bestehenden Produktionshalle.....	54
Abbildung 17: Pareto-Analyse der Stückliste für BM70	63
Abbildung 18: Ergebnis der Pareto-Analyse der Lieferanten	64
Abbildung 19: Ausprägung der Anlieferkonzepte bei BMTS	66
Abbildung 20: Zusammenhang der Berechnungswerkzeuge.....	67
Abbildung 21: Aufbau des Flächenberechnungswerkzeugs.....	68
Abbildung 22: Kostenberechnung für Fläche, Handling, Abschreibung und Bestand.....	70
Abbildung 23: Aufbau der Kostenberechnung für Frachtkosten	72
Abbildung 24: Labiles Gleichgewicht von Eindeckzeit, Lagertechnik und Fläche.....	73
Abbildung 25: Kostenentwicklung über den Betrachtungszeitraum	74
Abbildung 26: Deltakosten der Alternativkonzepte von 2014 - 2021	75
Abbildung 27: Szenariotrichter mit definierten Abweichungen	79
Abbildung 28: Gesamtvergleich der Logistikkonzepte mittels Bewertungsinstrument	81

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel für Lean Bewertungskatalog.....	46
Tabelle 2: Verwendete Packstücke.....	56
Tabelle 3: Verwendete Ladungsträger mit Umrechnungsfaktor auf Palettenäquivalent.....	57
Tabelle 4: Erzeugnisverpackungen mit Umrechnungsfaktor auf Palettenäquivalent.....	57
Tabelle 5: Verkaufsplanzahl der Produkte von 2013 bis 2021.....	60
Tabelle 6: Daten der Materialstückliste mit notwendigen Daten (mit Beispieldaten)	61
Tabelle 7: Betrachtete Kostenblöcke der einzelnen Logistikkonzepte.....	76
Tabelle 8: Relative Vorteilhaftigkeiten der Konzepte	77
Tabelle 9: Qualitätsbewertung der Alternativkonzepte.....	78
Tabelle 10: Kostenelastizitätskoeffizienten und Elastizitätsverhältnis der Konzepte	80

Formelverzeichnis

Formel 1: Prozesskostensatz leistungsmengeninduzierter Prozesse	37
Formel 2: Prozesskostensatz leistungsmengenneutraler Prozesse	37
Formel 3: Gesamtprozesskostensatz	37
Formel 4: Berechnung der Handlingskosten	37
Formel 5: Kostenelastizitätskoeffizient	39
Formel 6: Berechnung des Kundentakts	43
Formel 7: Kapitalwert einer Investition zum Anfangszeitpunkt	47
Formel 8: Differenz der Zahlungssummen einer Periode	47
Formel 9: Relativer Kapitalwert	48
Formel 10: Kombination anteiliger Prozentsätze zur Kombination von ABC-Analysen	62

Abkürzungsverzeichnis

APS	Autoliv Production System
ATL	Abgasturbolader
BES	Bosch Product Engineering System
BMTS	Bosch Mahle Turbosystems
BPS	Bosch Produktionssystem
BSS	Bosch Sales & Marketing System
ERP-System	Enterprise Resource Planning System
et al.	et alteri oder et alii = und andere
f.	folgende Seite
FIFO	First in, first out
ff.	folgende Seiten
GLT	Großladungsträger
Hrsg.	Herausgeber
hrsg.	Herausgegeben
JIS	Just in sequence
JIT	Just in time
KLТ	Kleinladungsträger
MLT	Mittelladungsträger
MPS	Mercedes-Benz Produktionssystem
o.V.	ohne Verfasserangabe
OEM	Original Equipment Manufacturer
PFEP	Plan for Every Part
RFID	Radio-frequency identification
s.	siehe
S.	Seite
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
TPZ	Technische Planzahl
VDA	Verband der Automobilindustrie
vgl.	Vergleiche
VPZ	Verkaufsplanzahl
WIP	Work in process
zit. nach	zitiert nach

1 Einleitung

Produktionsunternehmen, die im Aufbau begriffen sind, müssen sich häufig der Frage gegenüberstellen, wie die Werksentwicklung mittel- bis langfristig geplant werden soll. Eine große Rolle spielt darin die Frage nach dem Konzept zur Abwicklung der Logistik, dabei speziell der Logistik auf der Beschaffungsseite. Bei Unternehmen in der Automobilindustrie nimmt vor allem die Frage nach dem Logistikkonzept eine tragende Rolle ein. Erweitert zu bestehenden Ansätzen zur allgemeinen Logistikplanung in der Automobilindustrie vor Start einer Serienproduktion soll hier ein Instrument zum zukunftsbezogenen Vergleich von verschiedenen Logistikkonzepten erarbeitet werden.¹

Hintergrund dieser Arbeit ist eine reale Problemstellung der Firma Bosch Mahle Turbosystems, einem Zulieferunternehmen in der Automobilbranche. Diese Problemstellung wird als Fallstudie auf Basis der erarbeiteten Theorie behandelt. Nach der Akquisition von Großaufträgen deutscher Automobilkonzerne startete die Serienfertigung im Jahr 2012.² Dieses junge Unternehmen wächst in den nächsten Jahren durch den Ausbau der Produktion weiterhin sehr stark, sodass die Logistik, in ihrer derzeitigen Form, nicht mehr auf der Restfläche der Produktionshalle abgewickelt werden kann. Es gibt von Seiten des Unternehmens Alternativkonzepte für die Abwicklung der beschaffungsseitigen Logistik, die ob ihrer Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit untersucht werden sollen. Dabei gilt es auch zu beachten, dass der Automobilssektor starken Marktschwankungen ausgesetzt ist. Aus diesem Grund werden verschiedene Szenarien gebildet, die in die Betrachtung der Konzepte einfließen.

Ziel dieser Arbeit ist es anhand einer realen Problemstellung eine Herangehensweise aufzuzeigen, um verschiedene Logistikkonzepte in Abhängigkeit von Entwicklungsszenarien zu betrachten und zu bewerten. An die unterschiedlichen Logistikkonzepte wird dabei der Anspruch gestellt, unter definierter Prämissenerfüllung, die Anforderungen an die Logistik bewältigen zu können.

Es fällt schwer bei Arbeiten und Projekten in der Automobilindustrie nicht über die Begriffe Toyota Production System, Lean Production und Lean Logistik zu stolpern. Darum wird in der folgenden Arbeit die Lean Philosophie unter anderem als Basis der Betrachtungen herangezogen und genießt starken Einfluss bei der Bewertung der verschiedenen Logistikkonzepte.

Der erste Abschnitt der Arbeit hat zum Ziel, einerseits ein einheitliches Verständnis der verwendeten Begrifflichkeiten zu schaffen und andererseits die Vorgangsweise zum Vergleich von Logistikkonzepten theoretisch abzuhandeln, sowie das entwickelte Bewertungsinstrument zu erläutern. Zunächst erfolgt eine Betrachtung von den Logistikfunktionen *Lagern* und *Transportieren*, deren unterschiedliche Ausprägungen die verschiedenen Logistikkonzepte definieren. Dabei wird auch auf die Besonderheiten dieser Logistikfunktionen in der Automobilindustrie eingegangen. Als Bewertungsinstrument der Logistikkonzepte wird ein erweitertes Spannungsfeld aufgebaut, das als Eckpunkte die Faktoren *Kosten*, *Qualität* und *Zeit* (im erweiterten Spannungsfeld zusätzlich noch *Flexibilität*) besitzt. Die theoretische Basis zu diesen Faktoren wird bei der Erläuterung der einzelnen Eckpunkte gelegt. Der Faktor *Kosten* beinhaltet eine ausgedehnte Betrachtung der Kosten der einzelnen Konzepte, die mit zwei zentralen Berechnungswerkzeugen kalkuliert werden. An dieser Stelle werden

¹ Vgl. Schneider (2008), S. 6f

² Vgl. Firmenbroschüre BMTS, S. 3

auch die dafür notwendigen Parameter und Grunddaten erläutert. Um die *Qualität* eines Logistikkonzepts zu bewerten, werden die Konzepte unter dem Gesichtspunkt von Lean und Lean Logistik analysiert und bewertet. Daneben fließen noch Auswirkungen auf die Umwelt und der laut Unternehmensleitlinien zu reduzierende Schadstoffausstoß in die Qualitätsbetrachtung ein. Der Faktor *Zeit* wird durch die Langfristigkeit der Kapitalbindung und durch die relativen Vorteilhaftigkeit eines Konzepts gegenüber den anderen Alternativen beurteilt. Die dynamische Amortisationsrechnung liefert dazu die Daten. Die Aussagekraft dieser Bewertungsmethode lässt sich durch die Einführung eines vierten Eckpunktes weiter erhöhen, bei dem die *Flexibilität* der einzelnen Konzepte genauer betrachtet wird. Dabei werden verschiedene Szenarien entwickelt und mit den Berechnungswerkzeugen simuliert. Die quantitative Interpretation dieser Simulationsergebnisse wird mit qualitativen Bewertungen zum Faktor Flexibilität zusammengefasst.

Im zweiten Teil der Arbeit wird das theoretisch erarbeitete Bewertungsverfahren auf eine Fallstudie aus dem Unternehmen Bosch Mahle Turbosystems angewandt. Dabei werden, ausgehend von einer Beschreibung der Ausgangssituation, die zu bewertenden Logistikkonzepte vorgestellt. Anschließend erfolgt eine Systemabgrenzung mit einer Festlegung von Prämissen für die weitere Betrachtung. Danach erfolgt die Behandlung der einzelnen Faktoren im Spannungsfeld mit einer detaillierten Angabe der verwendeten Daten aus dem Unternehmen. Der zweite Teil der vorliegenden Arbeit wird durch die Präsentation der Bewertung und einer daraus abgeleiteten Handlungsempfehlung für die vorliegende Problemstellung abgeschlossen.

Den Ausklang der Arbeit bilden eine Diskussion über die Bewertungsmethode und die Eignung zum Vergleich von Logistikkonzepten sowie ein Ausblick.

2 Theoretische Aufbereitung

2.1 Grundlagen Logistik

Zu Beginn der Arbeit ist es sinnvoll ein gemeinsames Verständnis zu schaffen. Aus diesem Grund erfolgen im ersten Abschnitt der theoretischen Aufbereitung eine grundlegende Begriffsdefinition von Logistik sowie eine Erläuterung der betrachteten Logistikfunktionen.

Begriffsdefinition

Durch die vielschichtige Behandlung des Begriffs Logistik in der Fachliteratur, lässt sich keine einheitliche Definition über alle Autoren hinweg finden. Aus diesem Grund konzentriert sich diese Arbeit auf den flussorientierten Logistikbegriff, der die Hauptfunktion der *Logistik* in der Erfüllung der „6 R“ (auch 4 R bei PFOHL, 2004) sieht. Die 6 R müssen, wie in Abbildung 1 dargestellt, erfüllt sein, dann hat auch die Logistik ihre Funktion erfüllt.



Abbildung 1: Die „6 R“ der Logistik³

Der Begriff Logistik lässt sich darüber hinaus mit der Beschreibung der übergeordneten Logistikfunktion definieren. Die Funktion der Logistik, in ihrer flussorientierten Definition, ist das Management als auch die Ausführung von unternehmensübergreifenden Materialflüssen und den damit verbundenen Informationsflüssen.⁴ Daraus entwickelt sich auch die Begrifflichkeit Supply Chain Management mit einer ganzheitlichen Betrachtung der Logistikkette und der Ausrichtung auf den Kunden. Dabei geht der betrachtete Fluss und damit die Betrachtung der Logistik über einzelne Lieferanten-Kunden-Beziehungen hinaus und sieht die verknüpfte Logistikkette als Wertschöpfungskette.⁵

Die Logistik als Gesamtfunktion kann in Teilfunktionen ausgedrückt werden, dabei bilden die physische Lagerung und der physische Transport die Basisfunktionen, die durch die Teilfunktionen Verpackung, Lagerhaltung und Auftragsabwicklung ergänzt werden.

Da sich die vorliegende Arbeit auf eine einstufige Beziehung beschränkt, ist die Betrachtung des klassischen Logistikbegriffs und dessen Teilfunktionen hinreichend. Aus der Aus-

³ Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Jünemann (1989), S. 18

⁴ Vgl. Council of logistics management (2004) in Pfohl (2004), S. 4

⁵ Vgl. Pfohl (2004), S. 4f

prägung der Teilfunktionen und deren Zusammensetzung lassen sich Logistikkonzepte bilden. Verschiedene Logistikkonzepte sind demnach unterschiedliche Konzepte zur Erfüllung der übergeordneten Logistikfunktion.

Zur weiteren Differenzierung lässt sich die Logistik noch in die verschiedenen Teilbereiche Beschaffungs-, Produktions-, Distributions-, und Entsorgungslogistik untergliedern. Beschaffungslogistik schließt die gesamte Eingangslogistik (Inboundlogistik), mit allen dazugehörigen Logistikteilfunktionen von den Lieferanten zum Unternehmen, ein. Dementsprechend zählen die Logistikfunktionen der Ausgangslogistik (Outboundlogistik) vom Unternehmen zu den Kunden zur Distributionslogistik. Die Produktionslogistik betrifft alle innerbetrieblichen logistischen Vorgänge, die den Betrieb des Unternehmens betreffen. Zur Entsorgungslogistik zählen alle gegenläufigen Ströme, wie Leergut und Recycling von Kunde zu Lieferant.⁶

Weiters findet eine Einteilung der Logistik in Intra- und Extralogistik statt. Intralogistik betrifft alle logistischen Funktionen, die innerhalb des Unternehmens ablaufen, somit auch die Produktionslogistik sofern kein Verschub zwischen getrennten Standorten stattfindet. Die gesamte überbetriebliche Logistik gilt demnach als Extralogistik.⁷

2.1.1 Transport

Unter dem Begriff der Logistikteilfunktion Transport versteht man die Überwindung von Raum eines gewissen Transportgutes, das heißt der Transport einer Ware oder eines Gutes überbrückt zwei Orte (im Gegensatz zu Lagerung, bei der Zeit überbrückt wird). Das Transportwesen hat zum Ziel die Verfügbarkeit von benötigten Gütern bei der Senke durch systematische Steuerung und Planung zu sichern. Transport teilt sich in zwei Bereiche auf: Innerbetrieblicher und überbetrieblicher oder außerbetrieblicher Transport.⁸ Das überbetriebliche Transportwesen zwischen Lieferant und Unternehmen kann verschiedene Ausprägungen haben, sodass es auf der Beschaffungsseite mehrere Anlieferkonzepte geben kann.

Innerbetrieblicher Transport

Bei innerbetrieblichem Transport handelt es sich um Transportbewegungen zwischen verschiedenen Produktionsorten oder Bereichen des Lagerortes innerhalb einer betrieblichen Einheit. Bei jeder Form von innerbetrieblichem Transport handelt es sich um Verschwendung und Unproduktivität, auch im Sinne von Lean Logistik, die im Kapitel 2.8.1 noch genauer betrachtet wird. Hier gilt das Bestreben die Gesamtmenge an Transportwegen in Abhängigkeit der Transportfrequenz und des Materialaufkommens niedrig zu gestalten.⁹

Fördermittel sind die Mittel zur Bewältigung des innerbetrieblichen Transports. Durch die verschiedenartigen Anforderungen an den innerbetrieblichen Transport (z.B. durch Gewicht, Beschaffenheit, Fragilität des Fördergutes) ist es häufig notwendig eine Vielzahl unterschiedlicher Fördermittel zu verwenden. Um die notwendige Vielfalt der Ausprägungen der Fördermittel möglichst gering zu halten, können Förderhilfsmittel eingesetzt werden. Dabei handelt es sich um Ladungsträger und Packstücke, wie VDA-Behälter und Paletten. In der Automobilbranche nehmen diese Behälter und Ladungsträger eine wichtige Rolle in der Logistik ein.¹⁰ Durch die große Anzahl an verschiedenartigen Teilen in der Automobil-

⁶ Vgl. Gudehus (2012), S. 4f

⁷ Vgl. Gudehus (2012), S. 4f

⁸ Vgl. Jung (2006), S. 403

⁹ Vgl. Jung (2006), S. 406

¹⁰ Vgl. Wannewetsch (2010), S. 345

industrie ist es notwendig möglichst alle Teile entlang der Supply Chain als auch intern mit genormten und einheitlichen Förderhilfsmitteln zu transportieren.

Die folgenden Punkte stellen die Zielgrößen bei der Planung von innerbetrieblichen Transportsystemen dar:¹¹

- Optimale Nutzung der Transportsysteme:

Da Transportsysteme durchaus große Investitionen zu Grunde liegen haben, erscheint es zweckmäßig die Nutzung so optimal wie möglich zu gestalten. Dazu werden Transportkosten und leer geführte Transportwege so stark reduziert, wie es die betrieblichen Umstände erlauben. Weiters soll die Planung des Transportsystems so ausgelegt sein, dass die Kapazität nur einen geringen Puffer gegenüber der Auslastung aufweist und dass das Fördermittel so wenige Funktionen wie möglich aber so viel Funktionalität wie nötig aufweist. So lässt sich schon bei den Anschaffungsaufwänden einiges einsparen.

- Hoher auftragsbezogener Servicegrad:

Ein hoher Servicegrad kann durch geringe Transport- und Wartezeiten garantiert werden. Kurze Warte- und Transportzeiten unterstützen kleinere Losgrößen in der Produktion und somit werden geringere Bestände durch kürzere Durchlaufzeiten ermöglicht. Zusätzlich muss in der Planung die Durchführbarkeit von Eiltransporten bedacht werden, gerade dann wenn es sich um komplexe und starr verkettete Anlagen handelt.

- Hohe Flexibilität:

Das innerbetriebliche Transportsystem soll so ausgeprägt sein, dass Wechsel zwischen Fördermitteln bestmöglich vermieden werden. Hier liegt der Fokus auf der Planung von geeigneten Förderhilfsmitteln, um die Ansprüche an die Fördermittel selbst gering zu halten. Flexibilität meint in diesem Zusammenhang auch die Anpassungen an Veränderungen im Betrieb, sodass bei der Planung auf zukunftsichere Fördermittel zu achten ist.

- Transparenz und Controlling:

Für eine stetige Entwicklung und Verbesserung ist es unabdingbar durchgängige Informationen über das Transportsystem als Basis zu verwenden. Hierzu können aus Telemetrie-Daten Kennzahlen erzeugt werden, die als Maßstab für den Betrieb herangezogen werden können. Aufbauend auf ein passendes Kennzahlensystem können Verbesserungsmaßnahmen gezielt durchgeführt werden.

Überbetrieblicher Transport

Bei außer- oder überbetrieblichem Transport handelt sich um die Überbrückung von Wegen zwischen Lieferant und Kunde, wobei man auch von überbetrieblichem Transport spricht, wenn es sich dabei um zwei Werke desselben Unternehmens handelt.¹²

Unabhängig davon ob der Transport Standorte von verschiedenen oder des gleichen Unternehmens überbrückt, kristallisieren sich folgende Ziele heraus, die in Bezug auf den überbetrieblichen Transport erstrebenswert sind:¹³

¹¹ Vgl. Wannewetsch (2010), S. 346

¹² Vgl. Pfohl (2010), S. 119

¹³ Vgl. Dickmann (2009), S. 150 f

Minimale Puffer:

Kleine Läger mit geringer Pufferung an Material sichern hohe Flexibilität und niedrige Bestandskosten. Die Realisierung von kleinen Puffern erfolgt meist als Insellösung ohne die Betrachtung auf die vor- und nachgelagerten Stufen auszuweiten. Dabei wird häufig die Machtstellung gegenüber dem Kunden oder Lieferanten ausgenutzt, um die Bestände zu verlagern. Diese Verlagerung der Bestände hat ganzheitlich betrachtet keine positiven Konsequenzen, sodass die Umsetzung von kleinen Puffern für Lieferant als auch Kunde gleichermaßen wichtig ist. Voraussetzung dafür ist ein kooperatives Arbeitsverhältnis zwischen den jeweiligen Gliedern der Supply Chain.

- Kurze Wege:

Lange Transportstrecken zwischen den Stufen der Supply Chain treiben die Transportkosten für Ware und Umlaufverpackung in die Höhe. Verstärkt wird dieser Effekt vor allem durch kleine Lieferlose mit niedrigen Pufferbeständen bei Lieferant und Kunde sowie durch daraus resultierende kurz getaktete Anlieferhythmen. Dementsprechend wirken sich kurze Transportwege positiv aus. Kurze Entfernungen ermöglichen kleine Losgrößen und verkürzen die mögliche Reaktionszeit gegenüber äußeren Einflüssen und erhöhen damit die Flexibilität. Risiken durch hohe Bestände werden minimiert, da das gebundene Kapital bei Lieferant als auch Kunde auf einem niedrigen Niveau gehalten werden kann.

- Synchroner Taktung:

Je kürzer die Entfernung zwischen Lieferant und Kunde, desto geringer sind die Einflussgrößen (Wetter, Verkehrslage und dergleichen) auf die Transportzeit. Bei geringen Schwankungen in der Laufzeit der Transporte ist es möglich die Taktung der Transporte den Produktionszyklen anzupassen. Bei größeren Entfernungen wird es zunehmend wirtschaftlicher Ausgleichslager vor Ort zu halten und seltener zu liefern.

- Standardisierung von Gebindegrößen und Verpackung:

In der Industrie gibt es eine Vielzahl an möglichen Umverpackungen und Behältern. Es gibt mehrere Behälterstandards, die zur Auswahl stehen, wobei im Normalfall bei jedem Standard eine weitreichende Palette an Behältergrößen erhältlich ist. Es handelt sich hierbei um Mehrwegbehälter, die je nach Sauberkeitsanforderungen gereinigt und wieder an die Lieferanten verteilt werden. Um das Behältermanagement und die Behälterreinigung in einem überschaubaren Rahmen zu halten, sollten die Behälter einem Standard angehören. Dann ist es möglich Behälterpools zu bilden und so die Verteilung der Behälter aus einem gemeinsamen Kontingent zu speisen. Diese Maßnahme senkt einerseits die Investitionsaufwände, da sich weniger Behälter im eigenen Umlaufbestand befinden, und andererseits die Handlingskosten sowie die Reinigungskosten, da durch einen einheitlichen Standard Umrüstvorgänge an Handlungswerkzeugen und Reinigungsanlagen gespart werden. Bei der Wahl eines einheitlichen Standards ergibt sich noch ein weiterer Vorteil bei der Lagertechnik, die komplett auf die Behälter eines Standards ausgelegt werden, sodass hier längerfristige Flexibilität gesichert ist.

- Angepasste Losgrößen:

Die Liefermenge einer Ware ist im besten Fall genau die Menge, die bei der Fertigung eines Produktionsloses verbraucht wird. Wenn dies durch die Entfernung und/oder das geringe Volumen des Zukaufteils nicht wirtschaftlich ist, sollte zumindest sichergestellt sein, dass es sich um ein ganzzahlig Vielfaches des Produktionsloses handelt. Dieses Ziel gilt es besonders bei A-Teilen ins Auge zu fassen. Bei B- und C-Teilen ist die Verfolgung dieses Ziels nur bedingt sinnvoll, da es in diesen Kategorien einerseits für die ver-

schiedenen Produkte Gleichteile verbaut werden und andererseits sehr wenig Platz auf Lager beansprucht wird.

- Übernahme der Anforderungen aus dem innerbetrieblichen Transport:

Die Ziele des überbetrieblichen Transportes müssen den Zielen des innerbetrieblichen Transportes angepasst werden, um globale Verbesserungen zu erzielen. Die Ziele und Anforderungen des innerbetrieblichen Transportes stellen das Bindeglied zwischen der Produktion und dem überbetrieblichen Transport dar. So gesehen fungiert der überbetriebliche Transport als Dienstleistung für die Zielauslegung der Produktion und der innerbetrieblichen Logistik.

Anlieferkonzepte

Auch wenn es sich bei der Betrachtung von außer- und innerbetrieblichem Transport um zwei verschiedene Begriffe handelt, so dürfen diese Transportarten nicht getrennt voneinander behandelt werden. Die Konzeption des außerbetrieblichen Transportes hat erheblichen Einfluss auf das abnehmende innerbetriebliche Transportsystem.¹⁴

Aufgrund von verschiedenartigen Ausprägungen der Lieferanten und der gelieferten Produkte ist es hilfreich für ähnliche Gruppen von Produkten bzw. Lieferanten bestimmte Anlieferkonzepte zu erstellen und zu standardisieren. Innerhalb einer abgegrenzten Gruppe oder Klasse werden alle Anlieferungen gleich behandelt. Durch diese Art von Standardisierung ist es von Vorteil bestimmte Anlieferkonzepte zu erstellen, um langfristig die Steuer- und Planbarkeit der Beschaffungsseite zu erhöhen und die Inboundprozesse wirtschaftlicher zu machen. Die Anlieferkonzepte hängen stark vom Unternehmensumfeld ab, sodass es viele Ausprägungen von Anlieferkonzepten gibt. Es lassen sich einige Anlieferkonzepte grundsätzlich unterscheiden, wie es bei KLUG (2010) erfolgt ist (Abbildung 2).

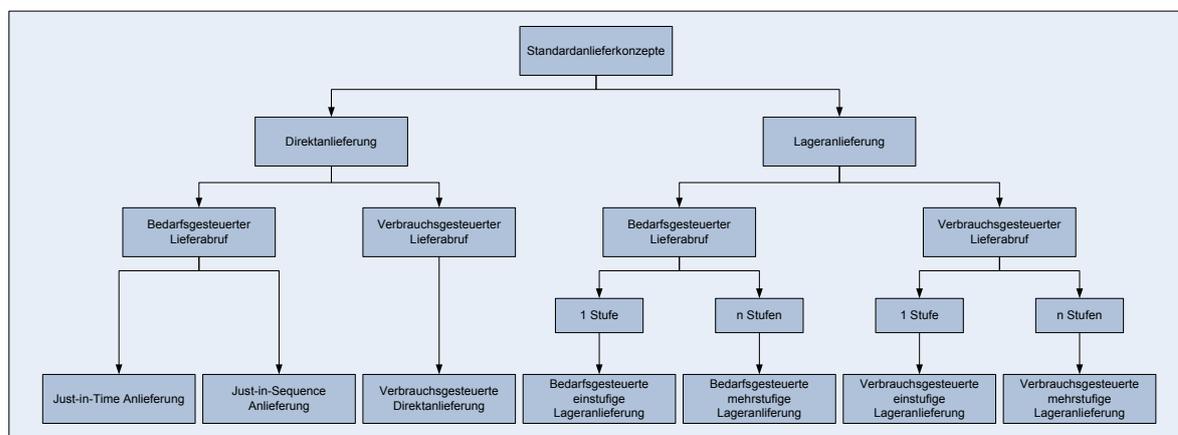


Abbildung 2: Einteilung der Anlieferkonzepte¹⁵

Wie in Abbildung 2 ersichtlich, kann man alle Anlieferkonzepte nach Steuerungsart des Lieferabrufs und nach Bestimmungsort der Lieferung unterscheiden.¹⁶

- Direkt- oder Lageranlieferung:

Bei Direktanlieferungen handelt es sich um Transporte vom Lieferanten direkt an die Linie des Kunden, sodass sich zwischen Lieferant und Kunde keine Lagerstufe mehr be-

¹⁴ Vgl. Pfohl (2010), S. 119

¹⁵ Quelle: Klug (2010), S. 290

¹⁶ Vgl. Klug (2010), S. 290ff

findet. Unterschieden davon sind Lageranlieferungen Transporte vom Lieferanten zum Kunden mit zumindest einer zwischengeschalteten Lagerstufe. Es kann sich hierbei zum Beispiel um ein Außenlager, Cross-Dock oder ein Konsolidierungslager handeln. Dabei wird noch nach der Anzahl der lagernden Umschlagspunkte unterteilt, sodass man ein- und mehrstufige Lageranlieferung unterscheidet.

- Bedarfs- oder verbrauchsgesteuert:

Hierbei handelt es sich um die Unterscheidung zwischen Pull- und Push-System in der Materialwirtschaft. Bedarfs- oder programmgesteuerte Systeme (= Push-System) basieren auf Berechnungen, die zentral durch ein System durchgeführt werden. Aufbauend auf Bedarfsprognosen werden Bedarfe erstellt, die Bestellungen bei den Lieferanten auslösen. Diese Bestellungen werden durch den Lieferanten versandt, unabhängig davon wie der reale Bedarf in der Fertigung zu dieser Zeit aussieht.

Demgegenüber werden Pull- oder verbrauchsgesteuerte Systeme nicht zentral sondern dezentral durch den tatsächlichen Verbrauch am Verbau- oder Bedarfsort gesteuert. Durch die Entnahme von Material an einer Stufe wird zeitgleich ein Abrufimpuls an die vorgelagerte logistische Stufe weitergegeben. Durch die Dezentralisierung ist dieses Abrufsystem dispositionslos und vermeidet den mehrfachen Eingriff durch programmgesteuerte Systeme. Daraus ergeben sich Vorteile wie kurze Reaktionszeiten, kleine Pufferbestände und geringe Fehlbestände. Voraussetzung für die Verbrauchssteuerung ist eine angemessene Nähe zum Lieferanten, da ansonsten die Wege zu weit sind, da erst mit kurzen Transportwegen genügend Effizienz geschaffen wird. Das bekannteste Verbrauchssteuerungssystem ist Kanban, das mittels verschiedensten Informationsträgern umgesetzt werden kann.

In einem morphologischen Kasten lassen sich die Standardanlieferkonzepte abbilden, sodass man für einzelne Material- und Lieferantengruppen die Ausprägungen der unterschiedlichen Anlieferkonzepte definieren kann. Die einzelnen Charakteristika des Anlieferkonzepts haben je nach Sparte und Unternehmen andere Merkmale.

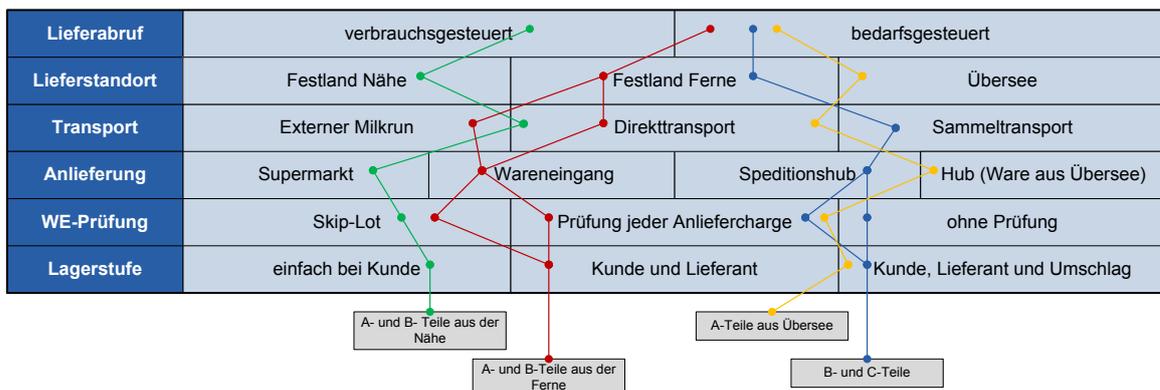


Abbildung 3: Morphologischer Kasten für Anlieferkonzepte¹⁷

Für teure A-Teile ist eine Direktanlieferung, synchron zur Produktion sinnvoll, um über die gesamte Zeit (Weg und Lagerung) den Bestand des Materials so gering als möglich zu halten. Die Voraussetzungen für dieses Anlieferkonzept sind gleichmäßiger, hoher Verbrauch des Materials sowie Nähe zum Lieferanten, sodass Versorgungssicherheit und angemessen kurze Reaktionszeiten gegeben sind.

¹⁷ Quelle: angepasste Darstellung von Klug (2010), S. 290

Für schnelldrehende A-Teile, mit sehr geringer Entfernung zwischen Lieferant und Unternehmen, kann auch eine verbrauchsgesteuerte Anlieferung erfolgen. Dies ist nur dann wirtschaftlich, wenn sich durch die geringe Entfernung wenig Material im Umlauf befindet. Dazu muss die Verbrauchssteuerung elektronisch implementiert sein und die Behälter müssen die schnelle Versorgung der Produktion aus Supermärkten ermöglichen (z. B.: Bodenroller).

Verbrauchsgesteuerte Direktanlieferung macht bei sehr vielen B-Teilen Sinn, sofern auch hier die Nähe zum Lieferanten gegeben ist, sodass Direktanlieferungen wirtschaftlich sind.

Bei zu geringer Auslastung der Transporte durch geringe Liefermengen eines Lieferanten an das Unternehmen verliert die Direktanlieferung so stark an Wirtschaftlichkeit, sodass solche Materialien (zumeist B- und C-Teile) per Sammelverkehr beschafft werden. Diese Lieferanten werden von Gebietsspediteuren bedient, die dann die Teile zu einem Konsolidierungspunkt liefern. Von dort können entweder Direkttransporte mit konsolidiertem Material an das Unternehmen gehen oder es folgt noch eine weitere Stufe als Puffer. Dieser Puffer ist zumeist nahe dem Verbrauchsort gelegen. Von dort kommen dann vorkommissionierte verbrauchsgerechte Anlieferungen in kurzem Takt. Das heißt, dass nach diesem Pufferlager eine Glättung der Anlieferung erfolgt. Dies erspart dem Unternehmen zusätzliches Handling der Ein- und Auslagerung sowie die Notwendigkeit zusätzliche Flächenbedarfe für die Spitzen im Lager abzudecken.

2.1.2 Lagerung

Lagerung von Waren und Materialien wird grundsätzlich als eine Art der Verschwendung empfunden. In der Realität lässt sich die Lagerung von Teilen nicht ganz vermeiden, da es äußere Einflüsse auf die Supply Chain gibt, deren Konsequenzen häufig durch Lagerhaltung ausgeglichen werden können. Weiters weist Lagerung auch wertschöpfende Charakteristika auf, wie zum Beispiel beim Reifen von Käse und Wein, was erwünscht ist. Wenn die Lagerhaltung nicht wertschöpfend ausfällt, so gilt es als Ziel, bei Erfüllung der Lagerfunktionen, die Lagerbestände und damit auch die bestandsabhängigen Kosten gering zu halten.

Funktionen der Lagerung

Die Lagerung von Waren und Erzeugnissen erfüllt eine oder mehrere notwendige Funktionen. Es lassen sich dabei fünf verschiedene Hauptfunktionen unterscheiden, die im folgenden Abschnitt näher erläutert sind.^{18, 19}

- Ausgleichsfunktion bzw. Pufferfunktion:

Diese Funktion der Lagerung hat die Aufgabe Unstimmigkeiten zwischen Materialbedarf und Materialzufluss zu beseitigen, die zeitlich, räumlich oder mengenmäßig auftreten. Auf der Beschaffungsseite ist die Notwendigkeit der Ausgleichsfunktion geprägt von der Differenz der Produktionstakte und der wirtschaftlich zu produzierenden Lose zwischen dem Lieferanten und dem Kunden. Je größer diese mengenmäßigen und zeitlichen Unterschiede sind, desto mehr Kapazität benötigt das Lager aufgrund der Ausgleichsfunktion. Ein weiterer Treiber ist die Entfernung zwischen der Quelle und der Senke. Mit größer werdender Entfernung zwischen dem Lieferanten und dem Kunden wird die Lagerhaltung des Materials wirtschaftlicher als ein kurzer Takt bei den Anlieferungen.

¹⁸ Vgl. Fortmann, Kallweit (2007), S. 37

¹⁹ Vgl. Plümer (2003), S. 42

- **Sicherungsfunktion:**

Eine weitere notwendige Funktion der Lagerung besteht in der Sicherung der Produktionsversorgung auf der Beschaffungsseite sowie der Vermeidung von Lieferunfähigkeiten auf der Warenausgangsseite. Ein Grund für das Erfordernis der Sicherungsfunktion liegt, ebenso wie bei der Ausgleichsfunktion, in der unterschiedlichen Taktung der Produktion bei Lieferant und Kunde.

- **Spekulationsfunktion:**

Die Spekulationsfunktion der Lagerung ist eine Vorratshaltung von Waren, um auf der Absatzseite mögliche, höhere Erlöse zu lukrieren bzw. um auf der Beschaffungsseite Sonderangebote auszunutzen oder befürchtete Engpässe, Qualitätsprobleme oder Preiserhöhungen zu umgehen.

- **Veredelungsfunktion:**

Bei Waren, die sich über einen Zeitraum ohne aktives Zutun entwickeln können, stellt die Lagerung unter anderem auch eine Veredelungsfunktion dar. Bekannte Produkte, die dies ausnützen sind Käse, Holz und Wein. Wenn Auswirkungen bei Produkten in der Automobilbranche zu erwarten sind, fallen diese bei langer Lagerzeit eher negativ aus. Um Alterungseffekte zu vermeiden wird im Normalfall ein strenges First-in-first-out Prinzip (FIFO) in dieser Branche befolgt.

- **Sortier- und Verpackungsfunktion:**

Hierunter fallen Vorgänge wie das Sortieren und Verpacken von Lagergütern, das Bilden von Ladeeinheiten für den Transport sowie die Zusammenstellung von Materialien für Fertigungs-, Montage und Kundenaufträge. Diese Funktion schließt auch die Kommissionierung von sogenannten Sets ein. Sets decken zum Beispiel den Kleinteilebedarf eines Produkts an einer bestimmten Produktionsstation (wie ein Montageset mit der genauen Menge an Schrauben und Muttern).

- **Darbietungsfunktion:**

Lagergebäude können so ausgebaut sein, dass sie auch gleichzeitig als Verkaufsfläche dienen. Somit hat die Lagertechnik auch die Darbietungsfunktionen zu erledigen. Diese Funktion ist bei Lebensmittel- und Getränkegroßhändlern gebräuchlich, da die Waren direkt aus dem Lager verkauft werden.

- **Entsorgungsfunktion:**

Diese Funktion beinhaltet die Sammlung von Wertstoffen als vorgelagerten Schritt des Recyclingprozesses.

In der Automobilindustrie haben die Sicherungs- und Ausgleichsfunktion die größte Bedeutung, was der anlagenintensiven Produktionsweise zu verschulden ist. Das Ausfallkostenpotential ist äußerst groß und die Reichweite an Fertigwaren wird eher kurz gehalten, da sich der Produktionstakt stark an den Kundenabrufen zu orientieren hat.

Alternativen zu konventionellen Lagerhaltungskonzepten

Bei den gängigen Beschaffungs- und Distributionskonzepten werden Waren gelagert (ship to stock), was nach moderner Auffassung jedoch Verschwendung bedeutet. Nach dem Wareneingang wird die Ware einer Eingangsprüfung unterzogen und dann in einen Lagerbereich überführt und eingelagert. Zur Produktionsversorgung wird die Ware aus dem Lager kommissioniert und der Produktion übergeben. Fertig- oder Halbfertigwaren werden nach einer Qualitätsprüfung wieder eingelagert und verweilen dort bis zur Fertigwarenkommisionierung bzw. bis zu einer weiteren Produktionsversorgung.

Gerade in der Automobilindustrie entwickeln sich Trends, um konventionellen Lagerhaltungskonzepten entgegen zu wirken. Die Gründe liegen in einer angestrebten Kostenreduktion bei Handhabung, Transport und Lagerung. Die Automobilindustrie ist stark geprägt von TPS-Instrumenten (Toyota Production System) und der Lean Philosophie, welche nachfolgend im Kapitel 2.3.1 noch genauer behandelt werden. Eine Säule des TPS basiert auf einem durchgängigen Pull-Prinzip über die gesamte Supply Chain. Ziel dieses Prinzips ist, Überproduktion zu vermeiden und die Steuerung der Produktion und des Materialflusses zu dezentralisieren. Nachfolgend sind Instrumente für die durchgängige Einführung des Pull-Prinzips in Produktion und der gesamten Supply Chain erläutert. Diese Instrumente dienen als Alternativkonzepte zu konventionellen Lagerkonzepten.^{20,21}

- Supermarkt:

Supermärkte fungieren als dezentrale Produktionssteuerung, sofern ein durchgängiges Pull-System umgesetzt ist. Bei der Entnahme eines Materials aus dem Supermarkt wird durch den vorhergehenden Prozessschritt nur genau diese Menge nachproduziert, die durch den Folgeprozess entnommen worden ist. So wird sichergestellt, dass es zu keinerlei Überproduktion kommen kann. Dieses Pull-System wird im Normalfall dezentral ohne die Einflussnahme eines zentralen Systems gesteuert. Supermärkte können nicht nur zwischen Produktionsprozessen als Bindeglied fungieren, es ist auch möglich Supermärkte auf der Beschaffungs- oder Distributionsseite zu installieren, um das Pull-System über die Supply Chain weiterzuführen.

Zudem erhöht ein Supermarkt nahe der Fertigung die Flächenproduktion, also den spezifischen Materialumschlag je Quadratmeter, da die Materialien in kleinen Portionen zur Entnahme bereitgestellt werden. Der Supermarkt erfüllt dabei neben anderen Aufgaben die Funktionen Portionierung des Materials, was durch die Vereinzelung von Großbehältern auf kleine, der Produktion angepasste Behälter passiert, Warenkorb-Kommissionierung, wobei es sich um eine fertigungsbezogene Vorkommissionierung von Sets (häufig für Kleinteile, die in der Endmontage verbaut werden) handelt, und der sich angepassten Steuerung der Material-Nachschubversorgung, die durch auf die Gegebenheiten abgestimmte Nachschub-Regelkreise umgesetzt wird.²²

- Direktbereitstellung (Ship to line):

Eine weitere Alternative zu konventioneller Lagerung ist die Direktbereitstellung am Verbrauchsort. Dabei erfolgt die Versorgung der Senken in der Fertigung durch den Lieferanten, sodass zusätzlicher innerbetrieblicher Transport entfällt.²³ Wenn durch den Lieferanten bereits eine Vorkommissionierung stattgefunden hat und ein automatisches Buchungssystem technisch realisiert ist (z.B.: Bulkerfassung über RFID und direkte Buchung im ERP-System), ist es auch möglich ohne Wareneingangsprozess den Verbrauchsort direkt zu beschicken. Der Anlieferrhythmus muss mit dem Arbeitstakt synchron sein, nur dann ist die Pufferfunktion der Lagerung überflüssig. Wenn die synchrone Taktung nicht gewährleistet werden kann, muss zumindest ein Supermarkt als Ausgleichslager dienen.

- Fließfertigung:

In der Fließfertigung entfällt in einem weiteren Schritt der Supermarkt oder eine andere Art von Lager zwischen den einzelnen Produktionsschritten komplett, sodass keine Art

²⁰ Vgl. Arnold, Furmans (2009), S. 267

²¹ Vgl. Töpfer (2008), S. 36

²² Vgl. Klug (2012), S. 73ff

²³ Vgl. Dickmann (2008), S. 150

von Zwischenpufferung vorhanden ist und die einzelnen, gefertigten Teile direkt in den nächsten Prozess übergehen (One-piece-flow). In der Praxis ist dies nur durch Verketzung der Prozesse vollständig möglich. Die Vorteile durch erhöhte Flexibilität in der Fertigung, minimaler Durchlaufzeit, minimaler WIP (Work in Progress) stehen allen voran Anstrengungen zur drastischen Reduzierung von Rüstzeiten gegenüber. Weitere essentielle Voraussetzungen für die Umsetzung des One-piece-flow sind flexible Mitarbeiter und prozessorientierte Fertigungsstrukturen.²⁴

2.2 Logistikprozesse in der Automobilindustrie

Gerade in der Automobilindustrie, die als Treiber der Logistikentwicklung zu sehen ist, gibt es spezielle Ausprägungen in der Logistik. In diesem Abschnitt sind zwei Ausprägungen genauer beschrieben, die auch auf bei der Auswahl von Logistikkonzepten große Rollen einnehmen.

2.2.1 Behältermanagement

Behälter stellen in der Logistik ein außerordentlich leistungsfähiges Hilfsmittel bei Lagerung, Umschlag und Transport dar.²⁵ Es handelt sich dabei in der Regel um Mehrwegverpackungen, die zyklisch gereinigt werden. Die verwendeten Behälter sind sehr häufig genormt, wodurch einerseits die Logistikplanung und -steuerung erleichtert wird und andererseits das Behältermanagement durch Behälterpoolbildung und zentrale Reinigung verbessert wird. Darüber hinaus sind die genormten Behälter im Normalfall auf andere Behälter und Transporthilfen ausgelegt, sodass sich durch Zusammensetzen der einzelnen Grundflächen von kleineren Behältern die Grundfläche einer Euro-Palette (1200 mm x 800 mm) ergibt. Die Behälter werden in Klein-, Groß- und Mittelladungsträger unterteilt. Kleinladungsträger (KLT) werden häufig für kleines Schüttgut, wie zum Beispiel Schrauben und Verpackungstopfen, verwendet. Großladungsträger (GLT) sind Transporthilfsmittel, die nicht für den manuellen Umschlag vorgesehen sind, sondern mit Förderfahrzeugen transportiert und umgeschlagen werden. Dafür sind die GLT im Vergleich zu den KLT unterfahrbar.

Durch den Betrieb von Behälterpools sind ausgeklügelte Datenverarbeitungssysteme zur Steuerung und Überwachung der Behälterströme notwendig. Um durch die Verwendung von Mehrwegverpackungen einen Wettbewerbsvorteil zu generieren, gilt es die folgenden Ziele im Behältermanagement zu verwirklichen:²⁶

- Kostentransparenz und Kostenverantwortung aller beteiligten Partner
- Bedarfsgerechte Packmittel-Verfügbarkeit
- Versorgungssicherheit
- Bestands- und Verfügbarkeitstransparenz
- Gewährleistung der Planbarkeit von Investitionen
- Optimierung der Frachtkosten
- Reduzierung der Kosten für Einwegverpackungen
- Verbesserung des Umweltschutzes

In der Automobilindustrie kommen flächendeckend die VDA-Behälter zum Einsatz.²⁷ Die Anzahl an verschiedenen Ladungsträgergrößen ist für die meisten Anwendungen ausrei-

²⁴ Vgl. Dickmann (2008), S. 18 f

²⁵ Vgl. Klug (2010), S. 149

²⁶ Vgl. VDA 5007 (2006), S. 4f

²⁷ Vgl. Klug (2010), S. 149f

chend und dabei dennoch überschaubar. Dies erleichtert das Handling der einzelnen Behälter.

Kleinladungsträger

Die Behälter sind konstruktiv so ausgelegt, dass sie vielseitig einsetzbar sind. Wie in Abbildung 4 ersichtlich, ist der Behälter durch Verstrebungen äußerst stabil gebaut. Durch Stapelkanten lassen sich die Behälter gut übereinander stellen, sodass sie auch in Bewegung im Stapel bleiben und nicht rutschen. Zusätzlich sind die Behälter so konstruiert, dass sie leicht durch verschiedenste Automatisierungstechnik bewegt werden können. Für die manuelle Manipulation gibt es ausreichend Handgriffe. Für Labels und andere Informationen dienen Karteneinschübe auf allen Seiten. Zur einfachen Reinigung und Trocknung sind „Abflusslöcher“ im Boden vorgesehen. Um das Material sortiert im KLT unterzubringen, gibt es speziell konzipierte Innenblister (siehe Abbildung 5), die die Teile aufnehmen können.

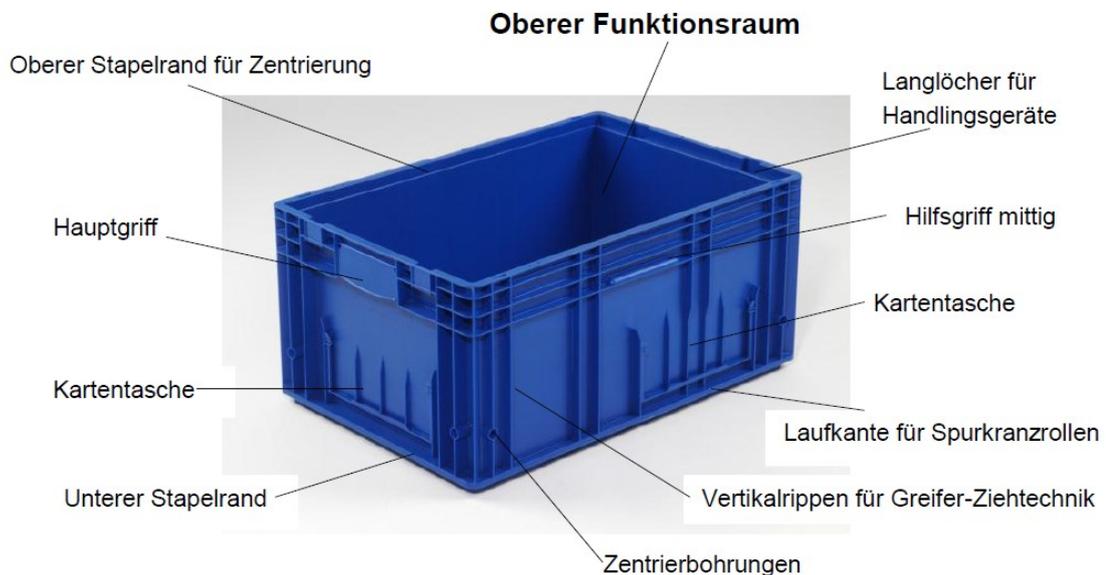


Abbildung 4: Beschreibung eines RL-KLTs²⁸

²⁸ Quelle: VDA 4500 (2012), S. 10

Abbildung 5: Zwei verschiedene Innenblister für KLTs²⁹

Die KLTs sind so ausgelegt, dass sie im Verbund ohne Raumverlust auf eine Euro-Palette gestapelt werden können. Es gibt dabei sogar Behälter, die sich durch kreuzweise Schichtung auf der Palette selbst sichern.³⁰ Neben Paletten werden auch noch andere Transporthilfsmittel verwendet, wie zum Beispiel Bodenroller. Bodenroller haben die Grundfläche von einem Viertel einer Euro-Palette. Bei schnelldrehenden Gütern können so die Behälter ohne Hubwerkzeuge manipuliert werden. Die Produktionsversorgung passiert dann ohne Einlagerung oder Vereinzeln der Behälter mittels eines Milk-Run Fahrzeugs mit speziellen Anhängern, wo die Bodenroller festgemacht werden. Dieses Konzept erlaubt eine Just-in-Time – Anlieferung über Supermärkte, die diese Bodenroller vorhalten. Die Vorhaltezeit kann dabei bis auf wenige Stunden sinken. Bei längerem Transport oder wenn eine Manipulation durch Gabelstapler nötig ist können die Bodenroller auf Adapter-Paletten zusammengefasst werden. Dann kann mit vier Bodenrollern gleichermaßen verfahren werden wie mit einer Palette.

Großladungsträger

Es gibt GLTs mit zwei verschiedenen Grundflächen, einerseits mit der Fläche einer Euro-Palette – 1200 mm x 800 mm – und andererseits mit der Fläche einer Halbpalette – 800 mm x 600 mm. In der Automobilindustrie ist es durchaus üblich eine Vielzahl von GLT-Arten zu verwenden, die nicht den VDA-Vorgaben entsprechen. GLTs gibt es in faltbarer Ausführung als auch in starrer Ausführung, wie zum Beispiel Gitterboxen. Beide Varianten sind in Abbildung 6 abgebildet. Darüber hinaus können GLTs mit Kunststoff- oder Kartongefachen unterteilt werden (z.B. um Zusammenstöße von Metallteilen zu vermeiden).

²⁹ Quelle: BMTS-internes Dokument

³⁰ Vgl. VDA 4500 (2012), S. 9



Abbildung 6: Links: Faltbarer GLT (aufgebaut und zusammengefaltet) Rechts: Gitterbox³¹

Diese oben beschriebenen Behälter bilden das Rückgrat der gesamten logistischen Prozesse in der Automobilindustrie. Der flächendeckende Einsatz von standardisierten Transporthilfsmitteln über die Supply Chain ermöglicht eine leistungsfähige Logistik, die durch Ansätze einer angepassten Materialwirtschaft realisiert wird.

2.2.2 Angepasste Materialwirtschaft

Im folgenden Abschnitt werden noch zwei weitere Besonderheiten der Logistik in der Automobilindustrie beschrieben. Dabei handelt es sich einerseits um die integrierte Materialwirtschaft, die die Logistikprozesse um einzelne Prozesse aus der Produktion erweitert, und andererseits um die bekannte Just-in-Time – Anlieferung.

(Erweitert) integrierte Materialwirtschaft

In modernen Betrieben und allen voran in der Automobilbranche darf die Materialwirtschaft im konventionellen Sinn nicht alleine stehen sondern muss im Zusammenhang mit anderen Unternehmensbereichen gesehen werden. Die klassische Materialwirtschaft hat die Kernaufgabe die gesamten Materialien so bereitzustellen, dass die grundsätzliche Leistungsbereitschaft des Unternehmens sichergestellt ist. Dabei umfasst die klassische Materialwirtschaft die Bereiche Einkauf, Lagerhaltung und Transport.

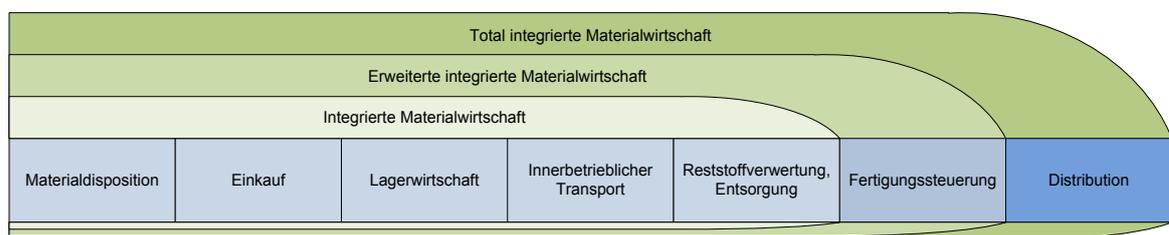


Abbildung 7: Verschiedene Ausprägungen der Materialwirtschaft³²

In der integrierten Materialwirtschaft geht das Verständnis weiter, sodass durch die integrierte Materialwirtschaft die Bestandshöhe aller Materialien und der dazugehörige Material-

³¹ Quelle: BMTS-internes Dokument

³² Quelle: eigene Darstellung, angelehnt an Schulte (2001), S. 12f

fluss bestimmt wird. Dabei werden zusätzlich die Bereiche Produktionsplanung und –steuerung sowie Auftragsabwicklung umfasst.³³ Dabei fällt auf, dass das etwas ältere Verständnis von integrierter Materialwirtschaft heute schon als klassische Materialwirtschaft angesehen werden kann (siehe dazu Abbildung 7). Das ältere Verständnis von integrierter Materialwirtschaft bedeutet, dass die verschiedenen Einzelfunktionen und ihre Ziele nicht getrennt gesehen werden, sondern vielmehr als Gesamtsystem behandelt werden.³⁴ In logistikstarken Branchen, wie dem Automobilsektor, ist es unerlässlich eine hochintegrierte Materialwirtschaft zu betreiben. Nur so kann langfristig wirtschaftlich gearbeitet werden. Im weiteren Sinn wird die total integrierte Materialwirtschaft, wenn dabei ebenso Planungsarbeit (Materialfluss- und Fabrikplanung) geleistet wird, als eigentlicher Logistik-Begriff verstanden.³⁵

Just-in-time (JIT)

Die Just-in-time – Anlieferung entstand wie auch die Lean Philosophie aus den Ideen von japanischen Automobilherstellern. Der Grundgedanke dabei ist die Transport- und Produktionsprozesse zu synchronisieren und das tatsächlich benötigte Material genau dann am Verbauort bereitzustellen, wenn es tatsächlich zur Weiterverarbeitung benötigt wird. Die Just-in-time Anlieferung fußt auf dem Pull-Prinzip (nähere Beschreibung Kapitel 2.3.1) in der Fertigung und den dazugehörigen Transportprozessen. Dabei wird entsprechend dem täglichen Bedarf aus vorgelagerten Puffern bei den Lieferanten oder Produktionsprozessen Material nachgezogen. Die Rahmenbedingungen für die Umsetzung einer Just-in-time – Anlieferung sind: Standardteile mit gleichmäßigem Bedarf, hoher Lieferzuverlässigkeit sowie geringer Fehlerquoten bei der Qualität als auch kurzer Lieferfristen in der Beschaffung beim Lieferanten.³⁶

Aus der Umsetzung eines fertigungssynchronen Anlieferkonzepts ergeben sich klar erkennbare Vorteile wie ein geringer Lagerbestand über die gesamte Lieferkette und der Entfall einer Lagerstufe beim Abnehmer. Das Fehlen der Lagerstufe wird mit einem Pufferbestand, zum Beispiel einem fertigungsnahen Supermarkt, umgangen, der nur geringe Eindeckzeiten für jedes Material bereit hält. Durch die erhöhte Kommunikation zwischen Kunde und Lieferant ist es dem Zulieferer möglich die Unsicherheiten in seinen Beständen zu minimieren und damit den Sicherheitsbestand zur Sicherstellung der Lieferfähigkeit stärker an die tatsächlichen Bedarfe anzugleichen. Diesen Vorteilen gegenüber stehen erhöhte Prozesskosten beim Wareneingang des Abnehmers und beim Warenausgang des Zulieferers. Genauso erhöhen sich die spezifischen Transportkosten, da die mittlere Auslastung der Transporte durch die Erhöhung der Anlieferfrequenz sinkt.³⁷

Eine weiterführende Entwicklung von JIT stellt Just-in-Sequence (JIS) dar, wobei sich die Anlieferung an den Verbauort gleich gestaltet wie bei JIT, jedoch erfolgt die Anlieferung sequenziert.³⁸ Sequenziert bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die angelieferten Komponenten oder Materialien synchron der Fertigung angeliefert werden und dabei entsprechend den produzierten Varianten in der Bereitstellung angepasst sind. JIT-Anlieferung demgegenüber passiert synchron, jedoch sind die Anlieferungen sortenrein. Als Beispiel für eine JIS-Anlieferung kann hier der Verbau der Sitze im Automobil angeführt werden, wobei die Sitze entsprechend dem Produktionsprogramm der Produktion am Verbauort bereit

³³ Vgl. Schulte (2013), S. 1f

³⁴ Vgl. Schulte (2001), S. 12f

³⁵ Vgl. Schulte (2013), S. 1f

³⁶ Vgl. Ostertag (2008), S. 18f

³⁷ Vgl. Braun (2011), S. 210ff

³⁸ Vgl. Klug (2010), S. 302

gestellt werden. Störungen oder andere unvorhergesehene Zwischenfälle können große Probleme in der gesamten nachfolgenden und vorgelagerten Lieferkette verursachen. Sollte die Sequenz des Produktionsprogramms umgestellt werden müssen, so müssen auch alle dazugehörigen Sequenzen in der Anlieferung und danach in der Weiterverarbeitung angepasst werden. Ein JIS-System reagiert aufgrund der sequenziellen Abfolge der Zulieferung entsprechend sensibler auf Änderungen und Einflüsse von außen. JIS kommt dann zum Einsatz wenn eine hohe Variantenvielzahl in der Produktion vorherrscht, deren Vorproduktion und Lagerung bis zum Verwendungszeitpunkt nicht wirtschaftlich ist.³⁹

Die Vorteile die aus einer JIT- oder JIS-Anlieferung entstehen sind allen voran Kosteneinsparungen durch verminderten Flächenbedarf und die Reduktion von gebundenem Kapital und damit den Bestandskosten und dem verlorenen Kapital durch Fehlbestände.⁴⁰

2.3 Lean Philosophie und Lean Produktionssysteme

Der Rahmen für das später beschriebene Bewertungsinstrument wird in Hinblick auf die Fallstudie von abgeleiteten Zielen aus dem Bosch Produktionssystem abgesteckt. Das Bosch Produktionssystem übernimmt, wie auch viele andere Produktionssysteme, den überwiegenden Teil des Gedankenguts der Lean Philosophie und passt die Prinzipien, Richtlinien und Leitgedanken der Firmenphilosophie an. Dieses Kapitel spannt einen kleinen Bogen über die Gesamtheit der Lean Philosophie und dem damit einhergehenden Gedankengut, das sich in zahlreichen unternehmensbezogenen Produktionssystemen wiederfindet. Den Abschluss des Kapitels bildet einerseits die Beschreibung des Toyota Production Systems, das der Ursprung aller darauffolgenden Lean Gedanken ist, und andererseits eine Betrachtung des Bosch Produktionssystems, das maßgeblichen Einfluss auf das Bewertungsinstrument hat.

2.3.1 Lean Philosophie

Lean ist eine Philosophie. Diese Philosophie folgt dem buddhistischen Minimierungsprinzip: „Alles Unnötige weglassen“ Dabei geht es allen voran darum „unnötige“ Prozesse einzusparen und Komplexität aus dem System zu nehmen. Erst wenn sich Prozesse nicht mehr vermeiden lassen, sollte Automation ins Spiel kommen. Automatisierte Prozesse tragen nicht zur Transparenz bei, und verschleiern so Verschwendungen. Weiters lassen sich automatisierte Prozesse nicht in der gleichen Art und Weise verbessern wie nicht automatisierte Tätigkeiten.⁴¹

Bei der Betrachtung der Lean Philosophie und der dazugehörigen Literatur stechen zwei Begriffe sehr bald ins Auge, um die sich alles dreht. Das ist einerseits „Wert“, als der Wert aus Sicht des Kunden und der dazugehörige Prozess der Wertschöpfung zur Schaffung des Werts, als auch andererseits der Begriff Verschwendung, als Tätigkeiten und Umstände, die Ressourcen verbrauchen jedoch nicht zur Wertschöpfung beitragen. Der Fokus der Lean Philosophie ist, schlicht ausgedrückt, auf die Vermeidung von Verschwendung und auf das Herauskrystallisieren von Wertschöpfung gelegt und dies nicht nur in Teilbereichen, sondern über die gesamte Wertschöpfungskette bis zum Kunden. Im folgenden Abschnitt der Arbeit wird näher auf diese zwei Kernbegriffe der Lean Philosophie eingegangen.

³⁹ Vgl. Klug (2010), S. 303

⁴⁰ Vgl. Mathar, Scheuring (2009), S. 67f

⁴¹ Vgl. Dickmann (2008), S. 148ff

Wert und Wertschöpfung

Der Wert wird in Bezug auf die Wirtschaftswissenschaft als Maß für die Brauchbarkeit eines Produkts, Gutes oder Dienstleistung definiert. Wobei es keinen absoluten Maßstab für Wert gibt, sondern nur einen relativen Wert zu anderen Produkten, mit denen verglichen wird. Es handelt sich dabei nicht um eine objektive Eigenschaft, sondern um ein subjektiv empfundenes Ergebnis. Durch diese Subjektivität ist Wert einem Wandel unterworfen, der einerseits von der Zeit und andererseits vom Bewertenden abhängt.⁴² Die Lean Philosophie versucht sich stets an der Wertvorstellung des Kunden zu orientieren, sodass durch die „verschlinkenden“ Maßnahmen von Lean Prozesse vermieden werden, die aus Kundensicht keinen Wert erzeugen.

Durch den Prozess der Wertschöpfung lässt sich Wert erschaffen, somit lässt sich auch sagen, dass jeglicher Prozess, der nicht zur Wertschöpfung beiträgt demnach wertlos ist und eine Verschwendung aller Ressourcen bedeutet, die für den Prozess aufgewandt wurden.⁴³ In dieser Aussage liegt die Basis der gesamten Lean Philosophie, die darauf abzielt jegliche Verschwendung aus den Prozessen zu entfernen.

Verschwendung

Dem Begriff der Wertschöpfung steht die Verschwendung als Kernbegriff in der Lean Philosophie gegenüber. Verschwendung hat verschiedene Ausprägungen, von denen in der Literatur die folgenden sieben als die traditionellen angesehen werden. Die Beschreibung der Verschwendungsarten erfolgt nach ERLACH.⁴⁴

- Überproduktion

Überproduktion entsteht, wenn aus Sicht des Kunden zu viel produziert wird bzw. wenn bei nachgelagerten Maschinen die Kapazitäten und/oder der Produktionsrhythmus nicht angepasst sind. Überproduktion wird auch als die schlimmste Art der Verschwendung angesehen, da aus Überproduktion Bestände entstehen, die Verschwendung und Fehler überdecken.⁴⁵ Die Konsequenzen aus Überproduktion sind unter anderem hohe Bestände an Fertigware und in der Produktion sowie Verlängerung der Durchlaufzeit in der Fertigung. Darüber hinaus darf man nicht vernachlässigen, dass man bei ungeordneten Produkten ein Risiko trägt, die Fertigware nicht an die Kunden loszuwerden.

- Wartezeiten oder Leerlauf

Wartezeiten entstehen in der Produktion einerseits durch fehlendes Arbeitsmaterial, was im Ermessen von mangelhafter Logistik oder Produktionssteuerung liegt, und andererseits in nicht wertschöpfender Tätigkeit des Bedienpersonals während Bearbeitungsschritte durch eine automatisierte Anlage passieren. Hierbei handelt es sich häufig um erzwungene Bedienschritte, die die Arbeitszeit der Bediener binden (z.B.: Sicherheitsknopf, Überwachung von Messanzeigen).

- Unnötige oder lange Transportwege

Diese Verschwendungsart wird Großteils durch fehlerbehaftete Planung hervorgerufen. Lange Transportwege treten häufig bei historisch entstandenen und nicht auf Wertstrom fokussierten Layouts auf. Unter unnötigen Transporten versteht man in diesem

⁴² Vgl. Finkeissen (2000), S. 23f

⁴³ Vgl. Finkeissen (2000), S. 24f

⁴⁴ Vgl. Erlach (2007), S. 118ff

⁴⁵ Vgl. Klug (2010), S. 256

Zusammenhang vermeidbare Umlagerungen, Kommissionierungen, Ein- und Auslagerungen. Diese Transporte können ebenso durch gewissenhafte Planung vermieden werden, wenn für die Produktion ein schlankes Versorgungskonzept erstellt wird, wobei man hier gerade auf die Auslegung der Behälter zu achten hat. Zu kleine Behälter können vermehrte Versorgungstransporte verursachen, sowie zu große Behälter häufig Rücklagerungen zur Folge haben, die erhöhten Prozessaufwand verursachen.

- Überflüssige oder fehlerhafte Bearbeitungsschritte

Bei dieser Verschwendungsart handelt es sich hauptsächlich um schlecht ausgelegte Maschinen, die entweder überdimensioniert sind, sodass technische und funktionale Kapazität nicht vollständig genutzt werden können, oder die nicht die technische Güte aufweise, die notwendig ist, sodass der Bediener Arbeiten übernehmen muss, die die Anlage eigentlich zu übernehmen hat bzw. übernehmen kann. Darüber hinaus zählt auch übermäßige Qualität zu Verschwendung, wenn der Kunde nicht gewillt ist in Relation zum Aufwand der Qualitätsschöpfung zu bezahlen.

- Unnötige Lagerhaltung

Lagerhaltung von allen Produktionsstufen vom Rohstoff bis zur Fertigware gibt das Gefühl von Sicherheit. Bei Problemen in der Fertigung gibt es immer Bestände auf einer Produktionsstufe, die passend sind, um Pufferarbeiten zu erledigen. Die Einsparungen der relativen Kosten, die durch die Bestände hervorgerufen werden, sind verhältnismäßig gering zu den Kosten von Versorgungsrisiko und nicht ausgelasteten Anlagen. Langfristig sind aber noch die Kosten für Lagertechnik, Fläche, Personalaufwand und Verwaltung zu beachten, die man durch eine sukzessive Bestandsverkleinerung vermeiden kann.

Darüber hinaus haben hohe Bestände die negative Eigenschaft, andere Probleme zu überdecken, sodass viele Verschwendungen, unbeobachtet auftreten können. Durch Bestände hält man sich in der Fertigung stets eine Hintertür offen, um Probleme auszugleichen. So können zum Beispiel interne Schwächen bei Termintreue und Qualität durch vorab überproduzierte Bestände überdeckt werden.

- Unnötige Bewegungen

Verluste durch Bewegungen entstehen, wenn die Ergonomie am Arbeitsplatz des Werkers nicht ausgereift ist. Arbeitsgänge verlieren an Effizienz durch schlechte Anordnung von Arbeitsmaterial und Werkzeugen, da der Mitarbeiter Bewegungen auszuführen hat, die durch Umordnung, Umbau oder auch Umprogrammierung der Anlage vermieden werden können. Die Summe aus diesen kleinen vermeidbaren Bewegungen und Handgriffen kann große Verluste in der Arbeitseffizienz der Werker zur Folge haben. Viele Unternehmen geben aus diesem Grund Standards vor, wie die Ergonomie eines Arbeitsplatzes auszusehen hat (z.B.: verankert in den Logistikstandards von Bosch).

- Fehler und Defekte

Fehlleistung gilt als äußerst kritische Verschwendung, da nicht nur die Tätigkeiten zur Produktion von Fehlern an sich wertlos ist, sondern die gesamten Aktivitäten, auch die, die eigentlich Wert erzeugen. Verheerende Verluste werden so unter der Annahme von Werterzeugung hervorgerufen. Die Situation wird dann noch verschärft, wenn Ausschuss und Schlechtteile in die nächsten Produktionsstufen übergeben werden und diese weiterbearbeitet werden. Daraus folgen Materialverluste und unnötige Tätigkeiten wie Verschrottung oder Nacharbeit. Ziel hierbei ist es keine Schlechtteile weiterzugeben, wenn es technisch nicht möglich ist hundertprozentige Qualität zu erzeugen bzw. Fehlqualität in der Produktion schon zu antizipieren.

Über diese sieben traditionellen Verschwendungsarten hinaus gibt es noch weitere Verschwendungsarten, die von Autoren identifiziert worden sind, wie zum Beispiel bei ERLACH und STADLER. Diese hängen stark vom Forschungs- bzw. Tätigkeitsgebiet der Autoren ab. Daraus lässt sich ableiten, dass es über die traditionellen 7 Verschwendungen noch viele weitere gibt, die in Abhängigkeit des Beschäftigungsfeldes des Unternehmens stehen. Im Zuge der Umsetzung der Lean Philosophie gilt es diesen branchen- und unternehmensabhängigen Verschwendungsarten besondere Beachtung zu schenken. Drei Beispiele seien hier folgend kurz erwähnt:

- Unzulänglichkeiten bei der Auftragserfassung⁴⁶

Hierbei handelt sich um verbesserungswürdige Schwachstellen in der Auftragsabwicklung von der Auftragserfassung bis zur Auftragsfreigabe. Im Fokus dieser Verschwendungsart stehen unpassende Softwaresysteme, die nicht auf die Bedürfnisse des Unternehmens abgestimmt sind. Daraus resultierende, typische Mehraufwände sind multiple Datenhaltung und -pflege, manuelle Berechnungen von Routinearbeiten aufgrund unzureichender Tauglichkeit der Software sowie zeitintensive Bedienung von zu komplexen Programmen. ERLACH zählt zu dieser Verschwendungsart auch eine mangelhafte und ungünstige Arbeitsteilung zwischen einzelnen Abteilungen, wodurch der gleiche Arbeitsinhalt von mehreren Mitarbeitern durchgeführt wird.

- Ungenutzte Initiative und Kreativität der Mitarbeiter⁴⁷

Bei dieser Art der Verschwendung handelt es sich um ungenutzte Potentiale von Mitarbeitern, die direkt mit dem Prozess in Wechselwirkung stehen und sich somit am Wahrscheinlichsten positiv zur Prozessverbesserung einbringen können. Verschwendung taucht in diesem Fall dahingehend auf, dass die Kreativität und das Potential dieser Mitarbeiter nicht zur Verbesserung des Ist-Stands beiträgt. Ungenutzte Verbesserungspotentiale führen so zum Verharren in einem schlechteren Zustand als es durch die Verwertung von Ideen der Mitarbeiter möglich wäre.

- Fläche⁴⁸

Im Bosch Produktionssystem, das nachfolgend noch ausführlicher beschrieben wird, findet sich anstelle der Verschwendung „überflüssige und fehlerhafte Bearbeitungsschritte“ die Verschwendungsart „Fläche“. Diese Verschwendungsart äußert sich in undefinierten Freiflächen, verstreuten Lagerorten von Fertigwaren und Halbfabrikaten in der Produktion sowie verstellten Flächen in Büros durch Staumobiliar für Unterlagen und Schränke als auch durch unnötige Zwischenräume bei Anlagen und Maschinen. Ursachen dafür sind schlecht organisierte Arbeitsplätze, Überproduktion, hohe Bestände und fehlende Flussorientierung. Flächenverschwendung hat zur Konsequenz, dass keine Freiflächen für neue Produkte genutzt werden können, die fixen Kosten sich erhöhen sowie nicht notwendige Flächenbeschaffung durch den Bau von neuen Gebäuden passiert. Darüber hinaus verschlechtern sich die Transport- und Wegzeiten sowie im Allgemeinen auch die Durchlaufzeit in der Produktion. Das Bosch Produktionssystem stellt dazu Werkzeuge zur Verfügung, womit Flächenverschwendung sichtbar gemacht und vermieden werden kann. Es handelt sich dabei um die 5S-Methode, die Flussorientierung bei der Layoutplanung und die Umsetzung des Ship-to-Line - Konzepts.

⁴⁶ Vgl. Erlach (2010), S. 124

⁴⁷ Vgl. Stadler (2010), S. 16

⁴⁸ Vgl. Robert Bosch GmbH (2008), S. 14f

Leitgedanke der Lean Philosophie

Lean darf nicht allein als eine Ansammlung von Prinzipien, Managementinstrumenten und -methoden verstanden werden, es handelt sich dabei um eine tiefgreifende Philosophie, die vom ganzen Unternehmen getragen werden muss. Aus dem äußerst umfassenden Literaturwerk zu Lean lassen sich fünf Grundsätze herauslesen, die zum besseren Verständnis dieses Philosophieansatzes beitragen. Diese Grundsätze bilden die Eckpunkte von allen Lean-Instrumenten, sodass die Lean-Methoden schließlich immer mindestens einem dieser Grundsätze dienen.⁴⁹

- Fokussierung auf den Kunden^{50,51}

Der letztendliche Zweck eines Produktes liegt in der Befriedigung des Kundenwunsches. Das bedeutet in weiterer Folge auch, dass nur die Sichtweise des Kunden die Bestimmung des wahren Produktwertes zulässt. Die Aufgabe des Unternehmens, bzw. aller Unternehmen in der Supply Chain, liegt darin zu hinterfragen, welche Leistungen die Bedürfnisse des Kunden wirklich decken, wie diese Bedürfnisbefriedigung durch das Produkt zu erreichen ist und wie viel dies kosten darf. Werden gewisse Erwartungen des Kunden nicht erfüllt, so sinkt auch seine Bereitschaft mehr für ein Produkt zu bezahlen. Andererseits möchte der Kunde auch nur für die, von ihm verlangte, Qualität zahlen und nicht für Zusatzleistungen, die er nicht benötigt.

Die genaue und eindeutige Definition des Werts des Produkts ist unerlässlich für eine „leane“ Philosophie im Unternehmen und muss den ersten Schritt zur schlanken Produktion darstellen. Produkte und Dienstleistungen, die nicht der Wertvorstellung des Kunden entsprechen, jedoch auf effizienten und schlanken Wege hergestellt werden, verfehlen das Ziel einer Lean Philosophie und sind schlichtweg Verschwendung.

- Identifikation des Wertstroms^{52,53}

Wertstrom darf als der Zusammenschluss aller notwendigen Prozesse und Tätigkeiten verstanden werden, um ein Produkt oder eine Dienstleistung dem Kunden bereitzustellen. Dabei wird das Produkt durch die folgenden drei Managementaufgaben geführt:

- Produktentwicklung: Tätigkeiten vom Produktkonzept bis zum Anlauf der Produktion
- Informationsmanagement: Prozesse von der Abwicklung der Bestellung bis zur Auslieferung
- Physikalische Transformation: Schritte vom Rohmaterial bis zum endgefertigten und ausgelieferten Produkt

Bei der Wertstromanalyse lassen sich drei Tätigkeitsarten unterscheiden. Neben den direkt wertschöpfenden Tätigkeiten gibt es noch die technisch notwendigen Prozesse (Scheinleistung), die keinen wertsteigernden Einfluss auf das Produkt haben und vermeidbare zusätzliche Tätigkeiten (Blindleistung), die keinen Kundennutzen zur Folge haben.

Die Identifikation des Wertstroms darf bei den Unternehmensgrenzen nicht aufhören sondern muss darüber hinaus über die gesamte Supply Chain passieren, da die meiste Wertschöpfung im Normalfall auch außerhalb des eigenen Unternehmens passiert. Mit

⁴⁹ Vgl. Stadler (2010), S.16ff

⁵⁰ Vgl. Womack, Jones (2004), S.41ff

⁵¹ Vgl. Womack, Jones (2004), S.24ff

⁵² Vgl. Womack, Jones (2004), S.50ff

⁵³ Vgl. Womack, Jones (2004), S.28ff

allen beteiligten Partnern entlang der Supply Chain gilt es durch Transparenz in einem permanenten Kommunikationsnetzwerk (über die Dauer des Produktlebens) ein Flussbett für den strikt kundenorientierten Wertstrom zu bilden und Verschwendung zu entfernen.

- Realisierung des Fließprinzips^{54,55}

Die Umsetzung des Fließprinzips setzt die Umsetzung der zwei oben beschriebenen Prinzipien voraus. Wenn man einen kundenorientierten Wertstrom identifiziert hat, der frei von offensichtlichen verschwenderischen Tätigkeiten ist, dann ist das Ziel die übriggebliebenen, wertschöpfenden Prozesse „fließen“ zu lassen. Voraussetzung dafür ist eine Umstellung der Perspektive von vertikalen Ebenen (Abteilungen) zu horizontalen Ebenen (Prozessorientierung), sozusagen die Einnahme der Sicht des Produkts. So mag die herkömmliche Art einer bulkweisen Abarbeitung der Arbeitspakete gute Auslastungen und hohe Beschäftigungsgrade zum Ergebnis haben, aber genauso treibt diese Arbeitsweise die Durchlaufzeit und die Bestände in die Höhe. Im Großteil der Durchlaufzeit befindet sich das Produkt in einer Warteschlange vor einer Arbeitsstation. Demgegenüber vertritt die Lean Philosophie eine Fertigung mit kleinsten Losen, bestmöglich mit Losgröße eins, und mit, auf die Produktgruppe abgestimmten, Fertigungsschritten. Dies hat zur Folge, dass Lagerstufen zwischen Fertigungsstationen verschwinden und das Produkt auf kurzem Weg und mit geringer Durchlaufzeit durch die Fertigung „fließt“.

Um die Lean Philosophie in bestehende Unternehmen, mit vertikal abgeschirmten, funktionsorientierten Abteilungen, einzubringen und das Fließprinzip umzusetzen, bedarf es einer grundlegenden Auseinandersetzung mit dem Organisationsaufbau des Unternehmens. Die Prozesse und die Arbeit der einzelnen Abteilungen müssen so definiert werden, dass es den Mitarbeitern möglich ist einen Beitrag zur Wertschöpfung zu leisten.

- Umsetzung des Pull-Prinzips^{56,57}

Die Umsetzung der ersten drei Prinzipien der Lean Philosophie hat drastische Zeiteinsparungen in der Durchlaufzeit zur Folge. Die daraus resultierende kurze Durchlaufzeit von Produkten macht es möglich direkter auf den Kunden und dessen Aufträge zu reagieren. Somit ist es nicht mehr nötig in der Supply Chain Bestände an Fertigwaren zu lagern, um auf die Kundenabrufe zu reagieren. Die geringen Durchlaufzeiten begünstigt die flexible Fertigung von Produkten, die dem wirklichen Kundenbedarf entsprechen und nicht aus einem vorab generierten Produktionsprogramm stammen. Wenn jeder Prozess nur das produziert, was von seinem nachgelagerten Prozess verlangt wird, dann ändert sich das Fertigungsprinzip von Push (drücken) zu Pull (ziehen). Zwischen den Prozessen befindet sich nur mehr ein Supermarkt mit den jeweiligen Abrufbeständen eines Produktes.

Die zeitgerechte Fertigung nach Kundenwunsch stabilisiert in weiterer Folge das Abrufverhalten des Kunden, da er sich sicher sein kann, die gewünschten Produkte zum gewünschten Zeitpunkt zu erhalten. Bei Produktionen mit Push-Prinzip müssen Out-of-stock – Situationen, mit hohen Beständen an Fertigwaren ausgeglichen werden, können

⁵⁴ Vgl. Womack, Jones (2004), S.65ff

⁵⁵ Vgl. Womack, Jones (2004), S.30ff

⁵⁶ Vgl. Womack, Jones (2004), S.85ff

⁵⁷ Vgl. Womack, Jones (2004), S.34f

aber nie vollständig vermieden werden. Da Pull-Produktionen direkt auf Kundenwunsch fertigen, kann es zu solchen Situationen nicht kommen.

- Streben nach Perfektion^{58,59}

Das Befolgen der oben beschriebenen vier Prinzipien führt zu deutlichen Reduktionen von Arbeit, Zeit, Raum, Kosten und Fehlern. Das bedeutet nicht, dass Perfektion erreicht wird, jedoch ist das Streben danach erlaubt und erwünscht. Die Möglichkeit des Strebens nach Perfektion wird durch diese Prinzipien gegeben, da sie sich gegenseitig vorantreiben. Auch wenn in diesem fortwährenden Prozess neue Technologien und Verfahren benötigt werden, so darf man diese Hürden nicht als Probleme sehen sondern soll diese als Chancen annehmen. Transparenz über alle beteiligten Partner hinweg offenbart neue Dimensionen und Wege der Wertschöpfung und unterstützt beim erfolgreichen Überwinden der Hürden.

Die Grundlage der gesamten Lean Philosophie ist historisch auf den Methoden, Instrumenten und Strukturen des Toyota Production Systems (TPS) gewachsen. Das TPS war somit der Ursprung aller Lean-Gedanken und der daraus entstandenen Philosophie für Lean Management, Lean Logistik und dergleichen mehr.

Aufbauend auf das TPS und die Lean Philosophie haben auch andere Unternehmen Produktionssysteme entwickelt, die firmenintern als Standard gelten. Diese Produktionssysteme entstehen hauptsächlich in Konzernen der Automobilbranche und sind auf die speziellen Anforderungen der einzelnen Unternehmen angepasst.⁶⁰ Da sind unter anderem das Mercedes-Benz-Produktionssystem (MPS), das Autoliv Production System (APS) sowie das Bosch Produktionssystem zu nennen.⁶¹ Letzteres wird auch nachfolgend neben dem TPS genauer betrachtet. In Bezug auf den praktischen Teil der Arbeit ist hier die Relevanz des Bosch Produktionssystems hervorstreichend, dessen Zieldefinition den Aufbau des nachfolgend beschriebenen Bewertungsinstruments maßgeblich beeinflusst hat.

2.3.2 Toyota Production System (TPS)

Nach anfänglichen Jahren von undokumentierter Überlieferung der Methoden und Instrumente von TPS durch die tägliche Praxis wurde schließlich zur leichteren Weitergabe des TPS-Gedankenguts an die Zulieferer von Toyota eine Illustration als Haus entwickelt, das in Abbildung 8 dargestellt ist.⁶²

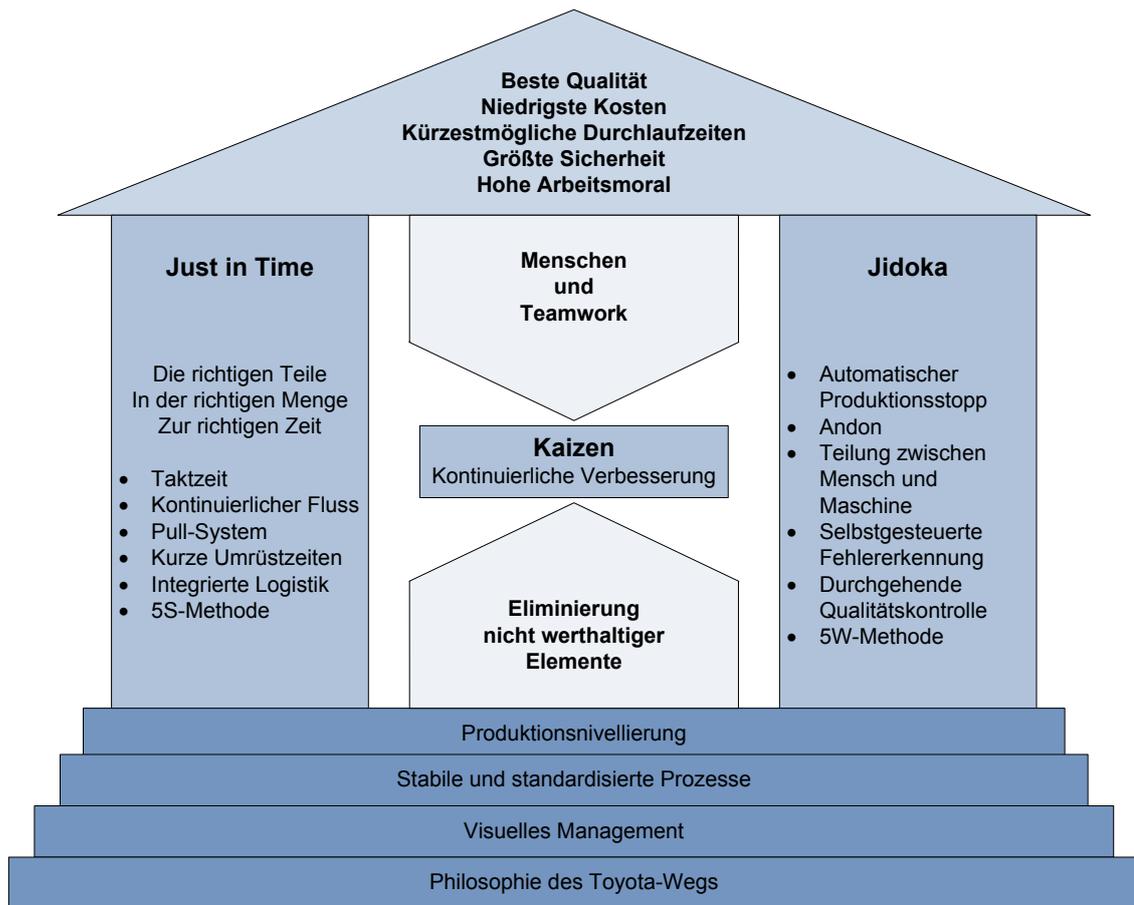
⁵⁸ Vgl. Womack, Jones (2004), S.111ff

⁵⁹ Vgl. Womack, Jones (2004), S.36f

⁶⁰ Vgl. Geiger, Kleine (2011), S. 207f

⁶¹ Vgl. Mitsubishi et. al. (2008), S. 84

⁶² Vgl. Liker (2013), Kapitel 3

Abbildung 8: TPS-Haus nach Fujii Cho⁶³

Fujii CHO hat in seiner Darstellung des TPS bewusst ein Haus gewählt, um zu verdeutlichen, dass TPS nur dann in seiner Zielsetzung funktioniert, wenn alle Teilelemente des Struktursystems stabil sind. Damit ist gemeint, dass die Umsetzung von einzelnen Methoden und Instrumenten nicht zum gewünschten Ziel führen kann, wenn nicht die Gesamtheit von TPS und dessen Methoden und Instrumente berücksichtigt und umgesetzt werden.⁶⁴ Den Ausgangspunkt bilden die übergeordneten Ziele im Dach des TPS-Hauses, die immer auf den Kunden auszurichten sind. Die Ziele sind über die Säulen des Hauses zu erreichen, die einerseits einen schlanken, synchronisierten Wertstrom („Just in Time“) beinhalten. Auf der anderen Seite des Hauses steht die Säule „Jidoka“, die Instrumente und Methoden zur Qualitätssicherung und zur sofortigen Ausschleusung von fehlerhaften Teilen beiträgt. Die Säulen stützen sich auf ein stabiles Fundament, das die Prämissen als Notwendigkeit für das TPS einschließt. Im Zentrum des Hauses und damit auch des TPS steht der Mensch, der mit den zur Verfügung gestellten Werkzeugen und Methoden in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (Kaizen) die Eliminierung von nicht werthaltigen Elementen vorantreibt und so zur Stabilität des gesamten Produktionssystems beiträgt. Mit TPS werden den Menschen Werkzeuge vermittelt, die sie dazu einsetzen sollen, um ihre eigene Arbeit zu verbessern und zu erleichtern.⁶⁵

Ergänzend zu den bereits oben beschriebenen Instrumenten, Prinzipien und Werkzeugen beinhaltet das TPS-Haus noch folgende:

⁶³ Quelle: angepasste Darstellung von Liker (2013), Kapitel 3 und Töpfer (2008), S. 36

⁶⁴ Vgl. Brunner (2008), S121 und Liker (2013), Kapitel 3

⁶⁵ Vgl. Töpfer (2008), S. 36ff und Liker (2013), Kapitel 3

- 5S-Methode

Die 5S-Methode ist eine Methode zur Strukturierung des Arbeitsplatzes, wonach nicht Notwendiges aussortiert wird, wichtiges strukturiert angeordnet und standardisiert wird. Damit wird ein leistungsfähiges Arbeitsumfeld bereitgestellt, um die tägliche Arbeit und weiterführende Optimierungsmaßnahmen zu erleichtern.⁶⁶

- Andon

Andon ist ein Instrument des visuellen Managements, wobei für die Werker über eine Tafel verschiedene Daten ersichtlich gemacht werden, wie zum Beispiel die aktuelle, nivellierte Taktzeit, die Stückzahlleistung mit der Abweichung zum Soll und auch Mengenbestandsniveaus. Dies dient zur durchgängigen Information und Motivation der Mitarbeiter. Schließlich ist Andon ein Instrument zur hundertprozentigen Weitergabe von Qualität und zur unverzüglichen Ausschleusung von Minderqualität.⁶⁷

- 5W-Methode

Der Name deutet der Methode gibt bereits einen Hinweis auf die Technik, bei der mit dem fünfmaligen Stellen der Warum-Frage intensive Ursachenforschung betrieben wird. Diese Methode wird bei einer tiefgehenden Untersuchung eines Problems angewandt, damit die angestrebte Problemlösung über die reine Symptombehandlung hinausgeht.⁶⁸

2.3.3 Bosch Produktionssystem (BPS)

Wie auch bei zahlreichen anderen Unternehmen hat auch Bosch, dem Erfolg von Toyota und dem TPS geschuldet, auf Basis dessen ein eigenes Produktionssystem erarbeitet und eingeführt. Das BPS ist neben dem Bosch Sales & Marketing System (BSS) und dem Bosch Product Engineering System (BES) der dritte Bestandteil des Bosch Business Systems. Für jeden Kernprozess im Unternehmen steht ein Produktionssystem zur Verfügung. Darüber hinaus gibt es für die Management- und Support-Prozesse ein zusätzliches, unterstützendes System (s. Abbildung 9).⁶⁹

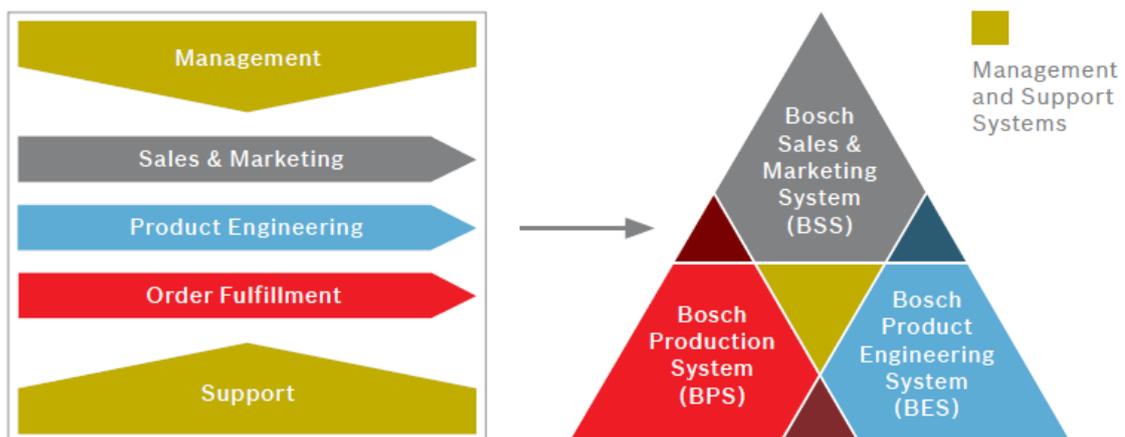


Abbildung 9: Von den Kernprozessen zum Bosch Business System⁷⁰

⁶⁶ Vgl. Kletti, Schumacher (2011), S. 95

⁶⁷ Vgl. Klug (2010), S. 267f

⁶⁸ Vgl. Doblhofer (2008), S. 195

⁶⁹ Vgl. BPS CIP (2009), Kapitel 9, S. 1

⁷⁰ Quelle: Bosch, House of Orientation (o.J.), S. 16

Auch beim BPS gibt es ein Diagramm zur Beschreibung des Produktionssystems, das die Prinzipien und Leitlinien des BPS zusammenfasst (Abbildung 10).

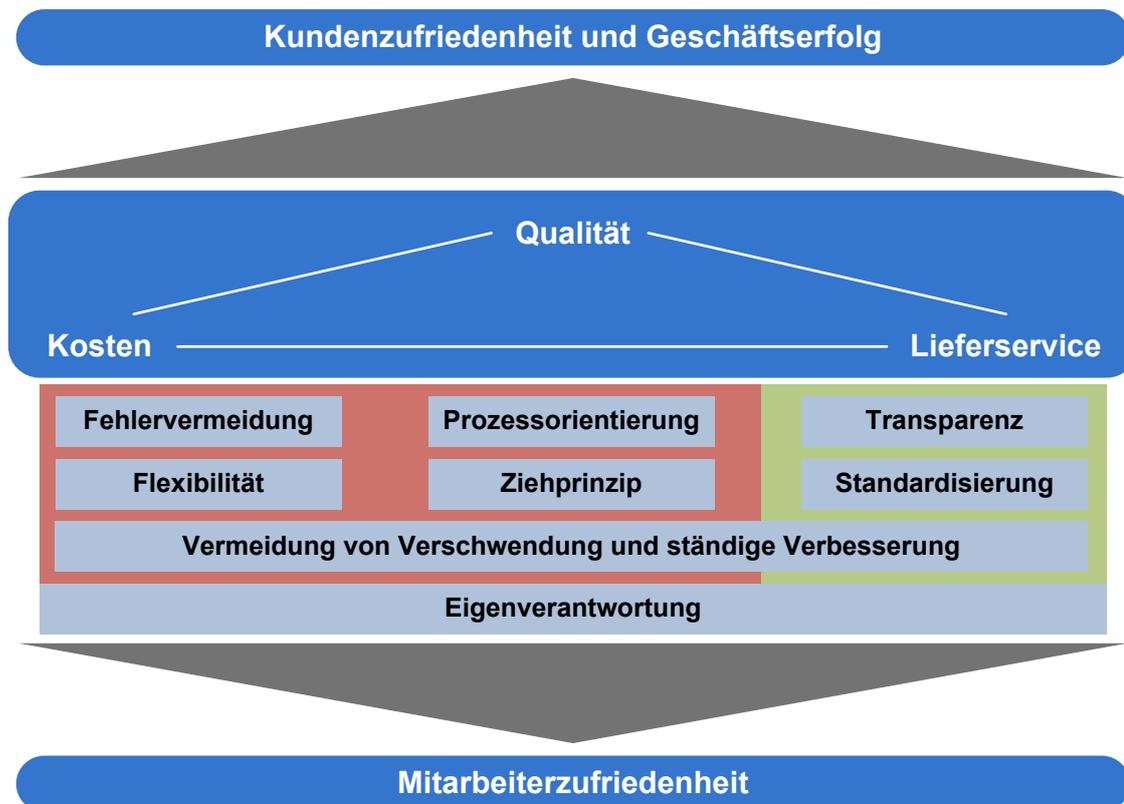


Abbildung 10: BPS-Diagramm⁷¹

In der Abbildung ist ersichtlich, wie stark das Bosch Produktionssystem auf das TPS ausgerichtet ist. Das BPS übernimmt auch zahlreiche Prinzipien, Methoden und Instrumente aus dem TPS. Aufbauend auf das TPS gibt es beim BPS Anpassungen, die speziell auf die Anforderungen von Bosch ausgerichtet sind. Diese betreffen auch grundlegende Definitionen, wie die Abgrenzung der Verschwendungsarten. Dabei wird, die aus der Lean Philosophie und dem TPS bekannte, Verschwendung der Überprozessierung (unnötige Produktionsschritte, übermäßige Qualität) durch die Verschwendung von Fläche ersetzt.⁷² Hinter den Prinzipien und Leitlinien sind als Befähiger BPS-Bausteine hinterlegt. Dabei handelt es sich um eine Sammlung von Werkzeugen und Instrumenten, die größtenteils aus dem TPS, der Lean Produktion sowie dem Lean Management bekannt sind.

Wie aus dem Diagramm hervorgeht dreht sich das BPS um zwei große Ziele, einerseits zufriedengestellte Kunden und den Geschäftserfolg des Unternehmens und andererseits die Mitarbeiterzufriedenheit. Die Kundenzufriedenheit und der Geschäftserfolg sollen mit einer Verbesserung der drei Zielgrößen Qualität, Kosten und Lieferservice erreicht werden.⁷³ Kern des BPS ist die Vermeidung von Verschwendung, sowie die Eliminierung von nicht wertschöpfenden Tätigkeiten im Zuge eines systematischen, permanenten Verbesserungsprozesses.⁷⁴ Das Herzstück des BPS bilden die bereits bekannten und aus dem TPS abgeleiteten Prinzipien. Hervorzuheben ist dabei die Eigenverantwortung der Mitarbeiter,

⁷¹ Quelle: Bosch, BPS CIP (2009), Kapitel 2, S. 7

⁷² Vgl. BPS CIP (2009), Kapitel 2, S. 4

⁷³ Vgl. Geiger, Kleine (2011), S. 208

⁷⁴ Vgl. Schnauber, Schuster (2009), S. 197

wodurch sowohl Maschinen- und Anlagenverantwortung sowie die Erzeugnisqualität jedem Mitarbeiter übertragen wird. Das Wertstromdesign nimmt in der Prozessorientierung einen hohen Stellenwert ein, wodurch ganzheitliche Verbesserungen entlang des Wertstroms anstelle von suboptimalen Funktionsoptimierungen erzielt werden.⁷⁵

Bei den Instrumenten und Werkzeugen sind einige Adaptionen und Neuerungen erkennbar. So werden das Wertstromdesign und Total Productive Maintenance (TPM) in der Bausteinbeschreibung betont. Zusätzlich gibt es im BPS Logistikstandard auch das Konzept des BPS-Feinlogistiklers, der die letzte Vereinzelung des Materials aus einem fertigungsnahen Supermarkt durchführt und mittels angepassten Behältergrößen die Werker mit Material versorgt.⁷⁶ Weiters werden die Anlieferkonzepte im BPS-Logistikstandard in Reifegrade eingeteilt, wobei eine stock-stock – Anlieferung mit Qualitätskontrolle beim Warenausgang beim Lieferanten sowie beim Wareneingang beim Kunden den schlechtesten Reifegrad aufweist und bei Bosch langfristig nicht betrieben werden darf. Demgegenüber ist es das Ziel, wenn es denn das Zulieferteil und die Lage des Lieferanten erlauben, die Anlieferung von Linie zu Linie umzusetzen und die Qualitätssicherung so weit voranzutreiben, dass keine Qualitätskontrollen außerhalb der eigentlichen Produktionsprozesse nötig sind.⁷⁷

2.4 Instrument zum Vergleich von Logistikkonzepten

Die in Frage kommenden Logistikkonzepte werden einer ganzheitlichen Bewertung unterzogen, die über eine reine Kostenbetrachtung hinaus geht, um den Vergleich auf eine breite Basis zu stellen. Das Ziel dabei ist ein geeignetes Bewertungsinstrument zu erarbeiten, das neben den Kosten auch weitere strategische Erfolgsfaktoren berücksichtigt, wie Qualität, Flexibilität und Zeit. Dabei handelt es sich um eine Mischung aus einer quantitativen und qualitativen Bewertung der einzelnen Konzepte, die in weiterer Folge zum Vergleich herangezogen werden. Die Verbindung quantitativer und qualitativer Methoden erlaubt schlussendlich eine sinnvolle Analyse komplexer Logistiksysteme.⁷⁸

Der Vergleich von Logistikkonzepten rein auf Basis der Kosten ist auf den ersten Blick vielleicht ausreichend, doch ist die Aussagekraft dieses Vergleichs im weiteren Sinne nicht zufriedenstellend, da man hier nur einen Teilaspekt, aus dem Gesamtbild entnommen, betrachtet. Für die Kostenbetrachtung wird das System zunächst eingengt, um die Komplexität auf ein sinnvolles Maß herunterzuberechnen. Demgegenüber ist es dann aber auch notwendig bei der weiteren Betrachtung und Analyse der verschiedenen Logistikkonzepte das Gesamtbild im Hinterkopf zu haben. Damit wird das Risiko vermieden, ein Konzept als die beste Variante auszuweisen, obwohl es bessere Alternativen in Hinsicht auf das Gesamtbild gibt.⁷⁹

Darum wird neben einer intensiven Kostenbetrachtung, die das Kernstück der Analyse bildet, ein Bewertungsinstrument entwickelt, das, mit Orientierung auf das Zielsystem des BPS, auch andere Kriterien aufnimmt und so die Auswirkungen eines Logistikkonzepts auf das erweiterte Umfeld berücksichtigt.

Erweitertes Spannungsdreieck (triades Spannungsfeld)

Unter dem Gesichtspunkt eines Vergleichs verschiedener Konzepte dient das triade Spannungsfeld als Hilfsmittel zur Visualisierung und so zur besseren Veranschaulichung. Im

⁷⁵ Vgl. BPS-Logistikstandards (o.J.), Kapitel 3.5

⁷⁶ Vgl. Geiger, Kleine (2011), S. 208

⁷⁷ Vgl. BPS-Logistikstandards (o.J.), Kapitel 2.1

⁷⁸ Vgl. Kühner (2005), S. 49

⁷⁹ Vgl. Langley et. al. (2008), S. 68ff

triaden Spannungsfeld stehen die Eckpunkte für Qualität, Zeit und Kosten. Diese Eckpunkte sind im Verständnis des Spannungsdreiecks konkurrierende Ziele und sind gleichzeitig strategische Erfolgsfaktoren für das Unternehmen.⁸⁰

Durch die Aufbereitung der Ergebnisse mit dem Spannungsdreieck wird die Bewertung der Alternativkonzepte eindeutig ersichtlich und lässt weitere Diskussionen über die Ergebnisse zu. Hilfreich dabei ist, dass die Ergebnisse nicht nur als Zahlenwerte vorliegen, sondern auf Basis der errechneten Ergebnisse graphisch übersetzt werden.

Bei der angestrebten Visualisierungsmethode stehen kalkulierte Werte und qualitative Einschätzungen hinter den einzelnen Eckpunkten, die mit einer Gewichtung versehen werden können. Durch diese Maßnahme erhält man eine Art Balanced Scorecard mit Kennzahlen zu den Bereichen Qualität, Zeit und Kosten. Nach Errechnung der Kennzahlen und Gewichtung der Resultate lassen sich die Szenarien im Spannungsdreieck einordnen und vergleichen.

Dieser Ansatz würde nur zu einer relativen Aussage der Eckpunkte zueinander für ein einzelnes Konzept führen und keinen relativen Vergleich der Konzepte hinsichtlich der Eckpunkte im Spannungsfeld liefern. Um einen relativen Vergleich der Konzepte zu ermöglichen, wird durch die Konzeptbewertung, ähnlich einem Spinnendiagramm, ein Feld aufgespannt, das durch die Eckpunkte definiert wird. Somit lassen sich die Konzepte untereinander hinsichtlich der Eckpunkte vergleichen. Diese Ergebnispräsentation bildet eine fundierte Basis in der Diskussion und im Prozess der Entscheidungsfindung.

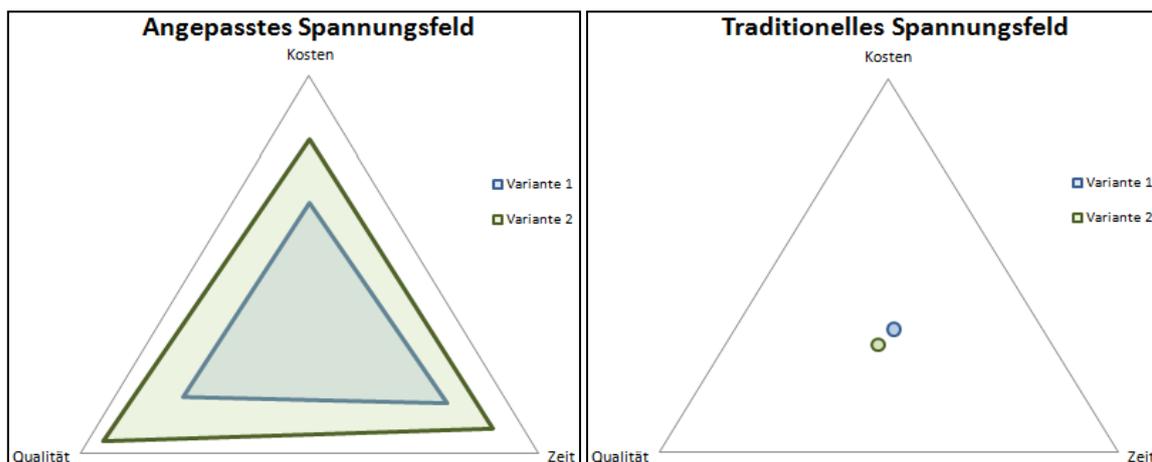


Abbildung 11: Traditionelles Spannungsfeld und angepasstes Spannungsfeld⁸¹

In Abbildung 11 lässt sich der Vorteil des angepassten gegenüber dem traditionellen Spannungsfelds erkennen. In der traditionellen Form lassen sich die Ausprägungen bezogen auf die Eckpunkte nur relativ für eine Variante unterscheiden. Zwei Varianten würden ähnlich positioniert sein, wenn die Kriterien in gleicher Relation erfüllt sind. Das traditionelle Spannungsfeld würde suggerieren, dass Variante 1 günstiger ist als Variante 2. Im angepassten Spannungsfeld lässt sich erkennen, dass Variante 2 alle Kriterien besser erfüllt, jedoch die Relation der Kriterien den Bewertungspunkt in Richtung des Eckpunkts „Qualität“ zieht, sodass der Punkt weiter vom Eckpunkt „Kosten“ entfernt ist.

⁸⁰ Vgl. Kaluza (2005), S. 4f

⁸¹ Quelle: eigene Darstellung auf Basis des beschriebenen triaden Spannungsfeldes

Eine aggregierte Aussage über Kosten, Qualität und Zeit ist für eine derart strategische und langfristige Entscheidung nicht hinreichend, sodass das Bewertungsinstrument durch den Eckpunkt Flexibilität erweitert wird.

Erweiterung des triaden Spannungsfelds um Flexibilität⁸²

Das oben beschriebene Spannungsdreieck lässt sich durch einen zusätzlichen Eckpunkt *Flexibilität* erweitern, um beim Vergleich von Logistikkonzepten eine ganzheitlichere Betrachtung zu erhalten. Das von der Logistik zu bedienende Umfeld ist einer Vielzahl von Änderungen unterworfen, sodass mit der zusätzlichen Einführung des Eckpunkts „Flexibilität“ ins triade Spannungsfeld den volatilen Umweltbedingungen Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Bei der Gesamtbetrachtung dieses Instruments ist auch ersichtlich, dass nicht alle Eckpunkte rein auf quantifizierbaren Kriterien aufgebaut sind. Dies ist gerade bei der Veranschaulichung der Bewertungsergebnisse durchaus erwünscht, um dadurch auch qualitative Einschätzungen der einzelnen Eckpunkte zu bekommen. Gerade bei den Eckpunkten Flexibilität und Qualität beruhen die Teilergebnisse auf nicht quantifizierbaren Bewertungen. In den nachfolgenden Kapiteln werden nach der Abgrenzung des Systems die einzelnen Eckpunkte genauer aufgeschlüsselt.

2.5 Abgrenzung des betrachteten Systems

Die Betrachtung eines Logistikkonzepts wird durch die Ausmaße und die Komplexität der Gesamtheit der Logistikprozesse erheblich erschwert, sodass es notwendig ist den Betrachtungsraum einzugrenzen und zu vereinfachen. Die Berechnungen und Bewertungen des kompletten Logistiksystems verschiedener Szenarien würden nicht mehr im Rahmen einer Arbeit bzw. in einem angemessenen Zeitraum stattfinden können. Diese Systemabgrenzung geschieht hauptsächlich für die Berechnungen der Kosten der einzelnen Konzepte. Bei der erweiterten Bewertung der Konzepte im Zuge des entwickelten Bewertungsinstruments sollen auch bewusst die Einflüsse des abgegrenzten Systems auf die Umwelt betrachtet werden.

Die Herangehensweise zur Bestimmung des Systems, worin die Konzepte bewertet werden, folgt den Schritten zur Systemanalyse von KÜHN. Dabei wird bei den nachfolgend beschriebenen Schritten nach einer Top-Down-Betrachtung vorgegangen.⁸³ Die Abgrenzung zum System stellt dabei einen äußerst wichtigen Vorgang dar. Je umfassender die Systemgrenzen gezogen werden, desto aufwendiger ist die Untersuchung des Systems mit den dazugehörigen Systemelementen und Parametern. Fallen die festgelegten Systemgrenzen sehr knapp aus, schränkt man sich bei den Einflussgrößen und Systemparametern ein. Dies kann dazu führen, dass die abschließende Aussage der Systemanalyse nicht aussagekräftig ist.⁸⁴ Es gilt dabei die Systemelemente, die für das Ziel nicht relevant sind und im Zuge der Betrachtung nicht beeinflusst werden sollen oder können, nicht zu beachten und definitiv aus dem betrachteten System zu nehmen.⁸⁵ Darauf geht nachfolgend besonders Punkt 4 ein.

⁸² Vgl. Zsifkovits (2013), S. 50

⁸³ Vgl. Kühn (2006), S. 41ff

⁸⁴ Vgl. Böhm (2002), S. 15f

⁸⁵ Vgl. Krallmann et. al. (2002), S. 15f

1. Freischneiden der Systemgrenzen zur Abgrenzung von System und Umwelt

In diesem ersten Schritt werden die grundsätzlichen Grenzen zwischen dem betrachteten System und der nicht betrachteten Umwelt gezogen, wobei hier auch die Schnittstellen des Systems mit seiner Umwelt als auch die Ein- und Ausgangsgrößen an den Schnittstellen betrachtet werden. Das System als solches wird bei diesem Schritt noch als Black-Box betrachtet. Ziel dieses ersten Schritts der Systemanalyse ist zu sagen, was in der Untersuchung modelliert wird.

2. Ermittlung der Beziehungen des Systems zur Umwelt und anderen Systemen

Aufbauend auf der Vorstellung des Systems als Black Box werden die In- und Outputs, die die Wechselwirkung mit der Umwelt bestimmen, definiert und untersucht.

3. Analyse der Systemeigenschaften auf der Makroebene

Im dritten Schritt, wird das System auf der Makroebene so weit untersucht, sodass sich das Verhalten der In- und Outputs erkennen lässt. Die Sicht auf die detaillierte Systemstruktur passiert erst im nächsten Schritt.

4. Erfassung der Systemelemente, die in Bezug auf die Fragestellung relevant sind

Die genaue Untersuchung der Systemelemente auf Mikroebene erfolgt bei diesem Schritt, wobei hier vor allem darauf Acht zu geben ist, dass man die relevanten Systemelemente von den nicht relevanten trennt. Das Vereinfachen der Systemstruktur dient zur Komplexitätsreduktion des Gesamtmodells. Systemelemente, die nicht wesentlich sind, werden nicht weiter betrachtet. Weiters werden die wesentlichen Systemelemente auf ihre Parameter untersucht, sodass sich Systemparameter entwickeln lassen.

5. Ermittlung der Beziehungen zwischen den Systemelementen auf Mikroebene

Nun werden die wesentlichen Elemente des Systems auf ihre Beziehung und Wirkung untereinander durchleuchtet. Dabei entsteht eine Strukturierung der Systemelemente untereinander.

6. Darstellung der Analyseergebnisse

Basierend auf die vorhergehende Analyse des Systems auf Mikroebene ist eine Darstellung des Systems für die weitere Betrachtung hilfreich, wodurch schlussendlich eine vereinfachte Darstellung des Ist-Systems entsteht. Darauf basiert jede weitere Untersuchung und auch Bewertung.

Umgelegt auf die Realität muss nun ein System als Rahmen festgelegt werden, das aussagekräftig genug ist, um die Logistikkonzepte einem Vergleich unterziehen zu können.

Zulieferer der Automobilbranche sind stark geprägt von inboundlastiger Logistik („heavy inbound“ im Original). Im Regelfall gibt es eine Vielzahl an Lieferanten, die auf verschiedenem Wege liefern und dafür wenige Kunden, die vom Unternehmen beliefert werden.⁸⁶ Dies ist gut daran zu beobachten, dass outboundseitig direkte Vollladungen verschickt werden und inboundseitig verschiedene Anlieferkonzepte Anwendung finden. Darauf basiert die Vereinfachung des Systems auf die Inboundseite der Logistik, wobei aber die Routen der Verpackung mitberücksichtigt werden.

⁸⁶ Vgl. Langley et. al (2008), S. 63

2.6 Eckpunkt Kosten

Bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Logistikkonzepten spielen die Kosten eine übergeordnete Rolle. Diesem Eckpunkt wird deshalb auch sehr viel Beachtung geschenkt und er stellt das Kernelement des Konzeptvergleichs dar. Um den Konzeptkosten auch über diesen Eckpunkt hinaus die angemessene Bedeutung zukommen zu lassen, wird der Fokus auch in der Flexibilitätsbetrachtung darauf gelegt.

Um einen Kostenvergleich der einzelnen Konzepte anstellen zu können, werden mehrere Kostenblöcke in der Logistik berechnet. Dabei handelt es sich um Kostenblöcke, die sich zwischen den verschiedenen Konzepten unterscheiden. Schlussendlich soll mit dem kalkulierten Ergebnis der Kostenbetrachtung eine Aussage über die aus den Konzepten resultierenden Kosten allgemein als auch über die unterschiedliche Ausprägung der Kostenblöcke getroffen werden.

Nachfolgend werden die theoretischen Grundlagen für eine angemessene Kostenbetrachtung gelegt, wobei vorangestellt die Pareto-Analyse behandelt wird, die als Instrument zur Komplexitätsreduktion eingesetzt wird. Nachfolgend wird auf die Theorie der anzuwendenden Kostenrechnung eingegangen.

Die Kostenbetrachtung baut darauf, dass die einzelnen Logistikfunktionen Kostenbereiche darstellen, die sich gegenseitig beeinflussen. Dabei trifft es häufig zu, dass niedrigere Kosten in einem Kostenbereich nur durch höhere Kosten in einem anderen Bereich realisiert werden können.⁸⁷ Bei der Kostensimulation und dem daraus entstehenden Vergleich der einzelnen Konzepte lässt sich dieser Trade-off zwischen den einzelnen Kostenbereichen durchaus beobachten.

Zur Berechnung der Kosten der einzelnen Konzepte werden zunächst die Kostenblöcke definiert, die sich zwischen den einzelnen Konzepten unterscheiden. Im Zuge der Kostenbetrachtung werden folgende Kostenblöcke im Rahmen des zuvor abgegrenzten Systems kalkuliert:

- Frachtkosten
- Investitionsaufwände
- Handlingszeit bzw. Prozesskosten des Handlings
- Flächenkosten
- Kalkulatorische Bestandskosten

Es handelt sich dabei um Kostenblöcke, die auch in einer Logistikplanung vor Serienstart eines Produktes berechnet werden.⁸⁸

2.6.1 Pareto – Analyse (ABC-Analyse)

Eine gängige Methode zur Komplexitätsreduktion bei Betrachtungen in der Materialwirtschaft ist die ABC-Analyse.⁸⁹ Der ABC-Analyse liegt das Pareto-Prinzip zu Grunde, das besagt, dass, am Beispiel der Materialwirtschaft, ungefähr 20% der Materialnummern circa 80% des Beschaffungsvolumens ausmachen. Somit liefert die ABC-Analyse die größten Einflussnehmer auf ein beobachtetes Charakteristikum, vergleichbar mit einem Sieb, bei dem der feine Sand ausgesiebt wird und größere Steine zurückbleiben.⁹⁰

⁸⁷ Vgl. Langley et. al. (2008), S. 64

⁸⁸ Vgl. Schneider (2008), S. 6f

⁸⁹ Vgl. Scholz-Reiter (2011), S. 445f

⁹⁰ Vgl. Wannenwetsch (2010), S. 80

Verdeutlicht werden diese Ergebnisse auch mit einem Blick auf die Lorenzkurve, die auf die Aussagekraft der 80:20-Regel von PARETO eingeht und ursprünglich der Veranschaulichung der Einkommensverteilung in der Bevölkerung diente.⁹¹ Die Lorenzkurve basiert auf der relativen Konzentrationsanalyse nach LORENZ und die Abweichung der Kurve zur Gleichverteilung gibt die relative Konzentration der Daten untereinander wieder. Die Gleichverteilung wäre die Diagonale zwischen dem Ursprung und dem Kurvenendpunkt (100%, 100%), die bei der Darstellung in einem Quadrat 45% einnimmt.⁹² Eine Auswertung der ABC-Analyse liefert gewöhnlich eine Verteilung, ähnlich der Lorenzkurve.⁹³ Die folgende Abbildung verdeutlicht den Zusammenhang zwischen der Lorenzkurve und einer Darstellung der ABC-Analyse. Man erkennt, dass der grundsätzliche Unterschied nur in der Vertauschung der Achsen liegt, wobei die Lorenzkurve für gewöhnlich ohne Klassifizierung auskommt. Bei der Darstellung der ABC-Kurve werden oftmals die Klassen markiert und die Objekte benannt, sodass dabei die zusätzliche Information der Merkmalsträger an den Betrachter weitergegeben wird.

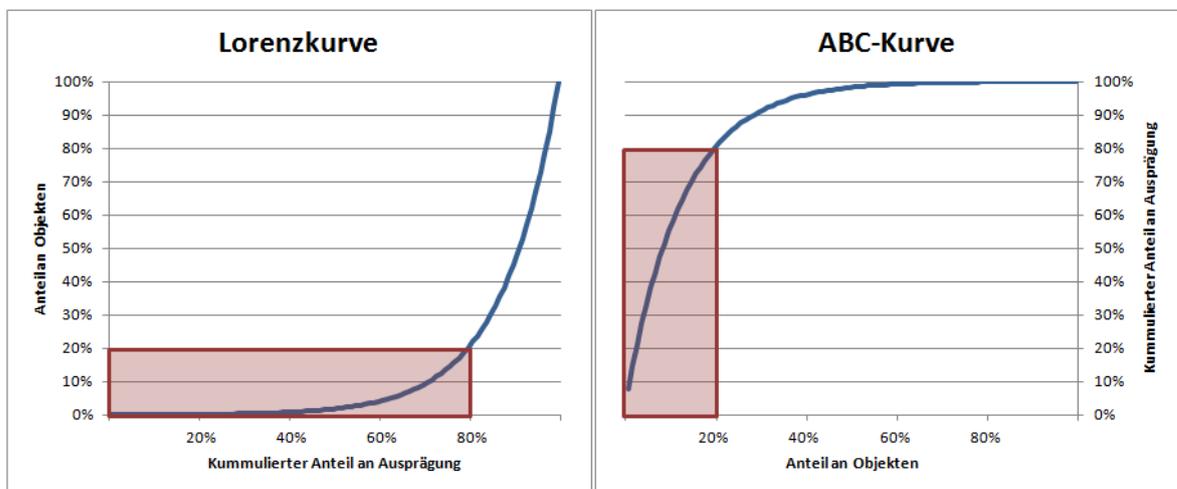


Abbildung 12: ABC-Analyse und Lorenzkurve mit markiertem A-Bereich⁹⁴

Ähnlich verhält es sich mit der Ausweitung dieses Prinzips auf drei Kategorien (Erklärung am Beispiel Beschaffungsvolumen):⁹⁵

A-Teile machen ungefähr 80 % des kumulierten Beschaffungsvolumens aus, B-Teile circa 15 % und die C-Teile in etwa 5 %. Diese Klassifizierung teilt die Materialien in wichtige und unwichtige Teile bzw. unterstützt sie den Betrachter den Fokus richtig zu legen.

A-Teilen wird in der Materialwirtschaft demnach höchste Aufmerksamkeit zu Teil, wobei in dieser Gruppe häufig jedes Material für sich betrachtet und ein, auf dieses Material zugeschnittenes, Zuliefermodell ausgearbeitet wird. A-Teile sind prädestiniert für eine Just-in-Time – oder Just-in-Sequence – Belieferung, um hohe Lagerbestände und damit gebundenes Kapital auf Lager zu vermeiden. A-Teile sind aufgrund des hohen Beschaffungsvolumens der größte Hebel bei der Bestandssenkung.

⁹¹ Vgl. Vahrenkamp, Kotzab (2012), S. 84

⁹² Vgl. Meissner (2004), S. 96ff

⁹³ Vgl. Boyanova (2007), S. 34

⁹⁴ Quelle: eigene Darstellung zur Veranschaulichung des A-Bereiches bei Pareto und Lorenz

⁹⁵ Vgl. Scholz-Reiter (2011), S. 446

B-Teile bilden die Übergangsgruppe zu den C-Teilen, sodass hier nur mehr bei gewissen Teilen spezielle Anlieferkonzepte gewählt werden. Im Normalfall handelt sich hierbei um Stückgut, das mit Sammelverkehr in einem fix vorgegebenen Rhythmus beschafft wird.

Bei der ABC-Analyse wird weiters zwischen der positionsbezogenen und mengenbezogenen Analyse unterschieden. Das oben angeführte Erklärungsbeispiel folgt der mengenbezogenen Analyse. Hierbei werden für einen abgegrenzten Zeitraum die Teilebewegungen aufgenommen und demnach mengenmäßig analysiert. Demgegenüber werden bei der positionsbezogenen ABC-Analyse lediglich die Charakteristika der einzelnen Materialien untereinander analysiert und die Menge wird dabei nicht berücksichtigt.⁹⁶ Somit kann es zu einer Konstellation kommen wonach ein typisches C-Teil, aus der positionsbezogenen Analyse, in großem Umfang in das Produkt einfließt, sodass es in der mengenbezogenen Analyse zu einem B-Teil wird. Positionsbezogene Analysen können zukunftsorientiert und für planerische Tätigkeiten verwendet werden, wohingegen die mengenbezogene Analyse eher vergangenheitsorientiert eingesetzt werden kann, es sei denn sie basiert auf Prognosewerten.

2.6.2 Grundlagen Kostenrechnung

Nachfolgend werden die benötigten Grundlagen der Kostenrechnung gelegt, auf die die kostenmäßige Bewertung der verschiedenen Logistikkonzepte aufbaut. Hierzu dient die anschließend beschriebene Stückliste häufig als Ausgangspunkt und wird für eine Vielzahl an Berechnungen benötigt.

Stückliste

Die Stückliste stellt zusammen mit der Zeichnung die wichtigsten Informationsträger zur Beschreibung eines Erzeugnisses dar. Mit diesen beiden Informationsträgern ist es möglich das Produkt mit allen relevanten Qualitätsmerkmalen herzustellen. Ihre Hauptfunktion ist die Mengenbestimmung der einzelnen Materialien, ausgehend von der geplanten Produktionszahl. Zudem kann die Stückliste zeichnungsgebunden, wenn sie direkt auf der Zeichnung enthalten ist, oder lose sein. Die lose Stückliste findet Anwendung bei der elektronischen Datenverarbeitung, sodass diese durch Export aus den Datenverarbeitungssystemen für Berechnungen einfach eingesetzt werden kann.⁹⁷ Die Stückliste beinhaltet alle Bestandteile aus denen ein Erzeugnis zusammengestellt wird. Jedem Bestandteil wird ein eindeutiges Identifikationsmerkmal – die Materialnummer – zugeordnet. Aus der Stückliste ist des Weiteren die Erzeugnisstruktur ersichtlich, da die Materialnummern zu Baugruppen und die Baugruppen zum schließlichen Erzeugnis zusammengefasst werden.⁹⁸

Die Stückliste kann mit einer Vielzahl an zusätzlichen Daten für jede Materialnummer bestückt werden, sodass sich neben den Grunddaten wie Benennung, Anzahl, Baugruppe und Erzeugnisstruktur auch Daten zu Verpackung, Klassifikation, Lieferanten, Werkstoff und dergleichen mehr finden lassen.

Besonders wichtig in Bezug auf die notwendigen Kalkulationen sind die Verpackungsinformationen und die damit einhergehende Verpackungsvorschrift für die einzelnen Materialnummern. Daraus lassen sich weiterführende Berechnungen zum Flächenbedarf, Transportaufkommen und Handlingsaufwand anstellen.

⁹⁶ Vgl. Schulte (2001), S. 62

⁹⁷ Vgl. Wiendahl (2008), S. 155ff

⁹⁸ Vgl. Nebel (2007), S. 96f

2.6.3 Absetzung für Abnutzung / Abschreibung

Die Abschreibung wird zur Bewertung des Anlagevermögens verwendet, wobei von einer Wertminderung ausgegangen wird, die nicht vollständig innerhalb einer Abrechnungsperiode passiert. Mit Abschreibung verbindet man zwei verschiedene Begrifflichkeiten. Einmal die bilanzielle Abschreibung, die in der Gewinn- und Verlustrechnung im Zuge der Bilanz durchgeführt wird und zum Zweiten die kalkulatorische Abschreibung, die in der internen Kostenrechnung Anwendung findet. Grundsätzliches Unterscheidungsmerkmal zur Abgrenzung der beiden Begriffe sind die jeweiligen Adressaten sowie die Regeln zur Durchführung der Abschreibung. Für jegliche Abschreibung sind drei Daten notwendig, um die Höhe der jährlichen Abschreibung berechnen zu können: Abschreibungsbasis, Abschreibungsdauer und Art der Abschreibung.⁹⁹

Die bilanzielle Abschreibung ist vonseiten des Gesetzes geregelt und wirkt in der Bilanz als gewinnmindernde Ausgabe. Dabei ist es gesetzlich vorgesehen, dass über die betriebsübliche Nutzungsdauer die Abschreibungsbasis, bei der bilanziellen Abschreibung die Anschaffungskosten, gleichmäßig abgeschrieben werden. Der Gesetzgeber sieht dabei detailliert je nach Anlagegut vor wie lange die Abschreibung zu erfolgen hat. Über den gesamten Zeitraum bleibt dabei die Abschreibungsbasis gleich.^{100, 101}

Bei der kalkulatorischen Abschreibung handelt es sich um ein unternehmensinternes Instrument in der Kostenrechnung, das keinen gesetzlichen Angaben zu folgen hat. Grundgedanke dabei ist es die tatsächliche Wertminderung einer Investition möglichst realistisch in der Kostenrechnung abzubilden. Die kalkulatorische Abschreibung basiert im Normalfall auf den Wiederbeschaffungswert und nicht auf den ursprünglichen Anschaffungswert, da sie möglichst genau zu erfolgen hat und damit aussagekräftiger ist.¹⁰² Wenn die Berechnungen zukunftsbezogen erfolgen, ist es ausreichend den Wiederbeschaffungswert zum Ist-Zeitpunkt zu verwenden und diesen bei Bedarf mit einer prognostizierten Anpassung zu versehen. Die Abschreibungsdauer bei der kalkulatorischen Abschreibung hängt von der tatsächlich angenommenen Nutzungsdauer ab und kann sich bei neuerlichen Berechnungen aufgrund von äußeren Einflüssen, wie zum Beispiel Veränderungen am Markt und technologischen Innovationen, immer wieder verändern. Die Art der Abschreibung hängt von der tatsächlich eintretenden Abnutzung ab und kann verschiedene Formen annehmen, wobei bei der Abschreibung im Weiteren noch zwischen zeitlicher und nutzungsbedingter Abschreibung unterschieden wird. Die zeitliche Abschreibungsform passiert ungeachtet der tatsächlichen Beanspruchung, wohingegen die nutzungsbedingte Abschreibung auf Basis der Verwendung passiert. Auch Kombinationen von beiden Abschreibungsweisen sind möglich. Die zeitliche Abschreibungsform kann linear, progressiv und degressiv ausfallen.¹⁰³

Die kostenmäßige Bewertung von Investitionen im Zuge der Logistikkonzepte orientiert sich an der kalkulatorischen Abschreibung, wobei für die einzelnen Anlagevermögen eine lineare Abschreibung anzusetzen ist. Dies ist insofern sinnvoll, da sich die Nutzungszeiträume von verschiedenen Anlagearten je nach Unternehmen stark unterscheiden. Wenn für die anderen Kostenblöcke, die berechnet werden, keine Anpassungen für die Folgejahre

⁹⁹ Vgl. Steger (2010), S. 214f

¹⁰⁰ URL: portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&docid=1367412&stid=557140&dstdid=725 (Zugriff: 04.08 2013)

¹⁰¹ Vgl. Jung (2006), S. 1051ff

¹⁰² Vgl. Jung (2006), S. 1051

¹⁰³ Vgl. Kalenberg (2004), S. 47ff

durchgenommen werden, ist es zulässig für die zukunftsorientierte Berechnung der jährlichen Abschreibung den Anschaffungswert zum Ist-Zeitpunkt heranzuziehen.¹⁰⁴

2.6.4 Prozesskostenrechnung

Zur Berechnung der Kosten des Handlings der unterschiedlichen Konzepte dient die Herangehensweise der Prozesskostenrechnung. Diese berücksichtigt besonders, den ansonsten als Fixkosten angesehenen Personaleinsatz. Sie ist in diesem Fall als strategisches Hilfsmittel für die Planung zu sehen und soll dazu beitragen die Basis zu bilden, auf der die Entscheidung für ein zukünftiges Logistikkonzept steht. Dies lässt sich auch deutlich an den Zielen der Prozesskostenrechnung erkennen, die neben der Transparenzbildung von Kosten und Kostenstrukturen, der Förderung der Prozessoptimierung sowie dem Gemeinkostenmanagement, vor allem auch in der Unterstützung strategischer Entscheidungen liegen.¹⁰⁵ Wie schon bei der Herangehensweise zur Systemabgrenzung ist es dabei wichtig sich die Prozesse anzusehen, die sich zwischen den Konzepten stark unterscheiden und in denen ein starker Hebel zu finden ist.¹⁰⁶ Dabei kommt die Prozesskostenrechnung in Bezug auf den Zeitrahmen und die Einordnung als Kostenrechnungssystem als Plan-Kostenrechnung zum Einsatz, die sich mit der zukünftigen Entwicklung und Planung von Kosten beschäftigt und im Gegensatz zur Ist-Kostenrechnung nicht den Anspruch erhebt eine derzeitige Situation kostenmäßig abzubilden. Die Ergebnisse daraus können jedoch für Vergleiche mit der Ist-Situation herangezogen werden, um auf dieser Grundlage zukünftige Aktivitäten zu planen.¹⁰⁷ In Bezug auf den Umfang handelt es sich um eine Teilkostenrechnung, da Kosten gemäß der Systemabgrenzung und nicht die Vollkosten betrachtet werden. Die Fähigkeit, die strategische Planung unterstützen zu können, liegt hauptsächlich darin, dass die Gemeinkosten, die ansonsten nur als intransparenter Block angesehen werden können, durch Kostentreiber flexibilisiert werden. Durch diesen Vorgang ist es ausreichend die Prognosen und Planungen für die Kostentreiber zu identifizieren, um aussagekräftige Werte für die zukünftige Entwicklung zu erhalten.

Vorgehen bei der Prozesskostenrechnung

Bei der Prozesskostenrechnung wird zwischen verschiedenen Arten von Prozessen unterschieden, die in der Berechnung unterschiedlich zu behandeln sind. Dabei unterscheidet man zwischen leistungsmengeninduzierten, leistungsmengenneutralen und prozessunabhängigen Prozessen.¹⁰⁸

- Leistungsmengeninduzierte Prozesse

Darunter sind Prozesse einzuordnen, die in direktem Zusammenhang mit einem Kostentreiber stehen. Somit sind die daraus entstehenden Kosten proportional zu der Anzahl der Kostentreiber für einen solchen leistungsmengeninduzierten Prozess. Die Leistung einer Kostenstelle und des Prozesses kann an der Anzahl der Prozesse sowie am Output gemessen werden. Diese Leistung ist standardisiert und kann wiederholt werden, wobei bei der Durchführung des Prozesses wenig Entscheidungsspielraum benötigt wird.

¹⁰⁴ Vgl. Jung (2006), S. 1121

¹⁰⁵ Vgl. Remer (2005), S. 47ff

¹⁰⁶ Vgl. Sapper (2011), S. 29

¹⁰⁷ Vgl. Bogensberger (2006), S. 12f

¹⁰⁸ Vgl. Remer (2005), S. 33ff

- Leistungsmengenneutrale Prozesse

Leistungsmengenneutrale Prozesse weisen keinen direkten Zusammenhang mit einem Kostentreiber auf, jedoch ist deren Durchführung nötig, um leistungsmengeninduzierte Prozesse durchführen zu können. Kosten, die durch leistungsmengenneutrale Prozesse verursacht werden, werden den leistungsmengeninduzierten Prozessen zugeschlagen, da sie noch sehr prozessnah sind.

- Prozessunabhängige Prozesse

Diese Prozesse können keine Prozesstreiber aufweisen, weswegen die Kosten daraus erst auf darüber liegenden Ebenen zugeschlagen werden.

Diese Prozesse werden im ersten Schritt der Prozesskostenrechnung identifiziert und analysiert. Die Analyse der Tätigkeiten und Prozesse soll für die leistungsmengeninduzierten Prozesse Kostentreiber zu Tage fördern, mit denen die weitere Kalkulation durchgeführt wird. Für die leistungsmengeninduzierten Prozesse werden die Kostentreiber (je nach Literatur auch Cost Driver, Leistungsmengen oder Bezugsgrößen) in Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern, die die Tätigkeiten durchführen, erfasst, wobei immer auf die Proportionalität der Leistungsmenge zu den verursachten Kosten zu achten ist. Im Zuge dieser Analyse wird untersucht, was gemacht wird, wie die Leistung erstellt wird, wie häufig der Prozess durchgeführt wird und welche Zeit für die Leistung benötigt wird.¹⁰⁹ Nach Ermittlung der einzelnen Aktivitäten werden diese zu Teilprozessen aggregiert, wobei dabei zu berücksichtigen ist, dass die Anzahl verschiedener Kostentreiber je Teilprozess in einem überschaubaren Ausmaß bleibt. In der traditionellen Prozesskostenrechnung werden die Teilprozesse noch weiter den Hauptprozessen zugeordnet, sodass sich eine Hierarchie von Aktivitäten, Teilprozessen und Hauptprozessen ergibt.¹¹⁰ Für die Betrachtung der Handlingskosten wird es im Normalfall ausreichend sein, die Tätigkeitenanalyse soweit voranzutreiben bis man zur Teilprozessebene gelangt. Da das Ziel keine Vollkostenrechnung ist, wäre eine Weiterführung der Aktivitätenanalyse bis zur Aggregation zu den Hauptprozessen nicht zielführend und würde das Gesamtergebnis in Bezug auf das Bewertungsinstrument nicht beeinflussen. Demgegenüber ist es jedoch sinnvoll bei einem bestehenden Prozesskostenansatz die bereits vorhandenen Daten zu nutzen anstelle wertvoller Zeit in die erneute Erarbeitung bereits bekannter Daten zu investieren.

Für die Aktivitäten und in weiterer Folge Teilprozesse, für die keine Leistungsmengen definierbar sind, also den leistungsmengenneutralen Prozessen, wird eine Zurechnung über die Zeit gewählt. Zu den leistungsmengenneutralen Prozessen gehört zum Beispiel die Leitung einer Abteilung deren Kostenstellen im Zuge der Prozesskostenrechnung betrachtet werden.¹¹¹

Die Kalkulation der Handlingskosten über den Prozesskostenrechnungsansatz geschieht schlussendlich über die Kostensätze der einzelnen Prozesse. Die Prozesskostensätze müssen aber dafür zuvor aus den Ist-Werten errechnet werden. Hierfür nutzt man die Ergebnisse aus der oben beschriebenen Aktivitätenanalyse und bestimmt aus den leistungsmengeninduzierten Prozesskosten und den zugehörigen Leistungsmengen den jeweiligen Prozesskostensatz. Zunächst wird der Prozesskostensatz der leistungsmengendinduzierten Prozesse errechnet.

¹⁰⁹ Vgl. Langenbeck (2008), S. 201ff

¹¹⁰ Vgl. Remer (2005), S. 101ff und 111f

¹¹¹ Vgl. Langenbeck (2008), S. 202

Formel 1: Prozesskostensatz leistungsmengeninduzierter Prozesse

$$PrKostensatz_{lmi} = \frac{Prozesskosten_{lmi}}{Leistungsmenge}$$

$PrKostensatz_{lmi}$ Prozesskostensatz leistungsmengeninduzierter Prozesse

$Prozesskosten_{lmi}$ Kostensumme aller leistungsmengeninduzierten Prozesse

Auf Basis der Einflussgröße der leistungsmengeninduzierten Prozesskostensätze auf deren gesamte Prozesskosten werden die Aufschlagsätze der leistungsmengenneutralen Prozesse kalkuliert.

Formel 2: Prozesskostensatz leistungsmengenneutraler Prozesse

$$PrKostensatz_{lmn} = \frac{Prozesskosten_{lmn}}{Prozesskosten_{lmi}} * PrKostensatz_{lmi}$$

$PrKostensatz_{lmn}$ Prozesskostensatz leistungsmengenneutraler Prozesse

$Prozesskosten_{lmn}$ Kostensumme aller leistungsmengenneutralen Prozesse

Für den vollständigen Prozesskostensatz werden abschließend die zusammengehörigen leistungsmengeninduzierten und leistungsmengenneutralen Prozesskostensätze addiert.

Formel 3: Gesamtprozesskostensatz

$$Prozesskostensatz = PrKostensatz_{lmi} + PrKostensatz_{lmn}$$

Da für die Berechnung der Handlingskosten die leistungsmengenneutralen Prozesse über die Zeit auf die leistungsmengeninduzierten Prozesskosten aufgeschlagen werden, ist es zweckmäßig die Prozesskostensätze mit einer Zeiteinheit zu versehen, wie etwa Manntage oder Mannminuten. Wobei bei der schlussendlichen Berechnung des gesamten Prozesskostensatzes die Umrechnung in Geldeinheiten zu erfolgen hat. Dies ist zulässig, wenn die Prämisse gilt, dass die operativen Mitarbeiter sich bei gleichbleibenden Prozesszeiten in ihren Aufgaben abwechseln und damit für jeden Mitarbeiter ein durchschnittlicher Kostensatz angenommen werden kann.

Um schlussendlich die Handlingskosten für die jeweiligen Logistikkonzepte zu erhalten, wird die Menge der einzelnen Kostentreiber in Abhängigkeit des Konzeptes und der dafür durchzuführenden Prozesskette eruiert und mit den zugehörigen Prozesskostensätzen multipliziert.

Formel 4: Berechnung der Handlingskosten

$$Handlingskosten = \sum n_{Leistungsmenge} Prozesskostensatz * n_{Leistungsmenge}$$

$n_{Leistungsmenge}$

Anzahl der Kostentreiber des jeweiligen Prozesses

Durch die Systemabgrenzung und die Nichtberücksichtigung von gleichbleibenden Prozessen zwischen den verschiedenen Logistikkonzepten erhält man kein Ergebnis, dass Aussagekraft über die gesamten Prozesskosten der Logistik trifft. Die jeweiligen Berechnungen bei den einzelnen Logistikkonzepten dienen zum Vergleich der Kostendifferenzen beim Handling durch die verschiedenen Ausprägungen der Prozessketten.

Die Durchführung der Kalkulation der zukünftigen Handlingskostendifferenzen wird deutlich verkürzt, wenn es bereits bestehende Kostensätze und Kostentreiber für die einzelnen Prozesse gibt. Wenn dies nicht der Fall ist, müssen zumindest alle für die Betrachtung relevanten Kostenstellen einer Aktivitätenanalyse unterzogen werden. Nur dadurch kann ga-

rantiert werden, dass die leistungsmengenneutralen den leistungsmengeninduzierten Kosten korrekt aufgeschlagen werden.

2.7 Eckpunkt Flexibilität

Bei Betrachtung der Literatur und der strategischen Erfolgsfaktoren für ein Unternehmen wird die Flexibilität zusehends hervorgehoben. Das Meistern der Erfolgsfaktoren Kosten und Qualität alleine reichen für moderne Unternehmen nicht mehr aus, weswegen bei der Betrachtung von alternativen Logistikkonzepten eine eingehende Betrachtung der Flexibilität nicht fehlen darf.¹¹²

Der Flexibilitätsbegriff beschäftigt Autoren verschiedenster Herkunft schon seit einiger Zeit, wobei keine Einigung auf eine einheitliche Begriffsdefinition gelungen ist. Zudem unterliegt die Definition von Flexibilität, über die letzten Jahrzehnte gesehen, einem starken Wandel. Einige Aspekte sind zur Definition und Verständnis von Flexibilität dabei hinzugekommen, andere haben an Bedeutung verloren.¹¹³ Bei der Eingrenzung des Begriffs unterscheidet man reaktive und proaktive Flexibilität, was anders ausgedrückt die aktive und passive Veränderlichkeit eines Systems beschreibt.¹¹⁴ Die reaktive Flexibilität geht auf die Anpassungsfähigkeit gegenüber der Änderung von äußeren Umständen ein, wodurch ein Zusammenhang zu Elastizität hergestellt wird.¹¹⁵ Elastizität beschreibt eine relative Größenänderung zur relativen Änderung eines Einflussfaktors. Die proaktive Flexibilität ist eine moderne Begriffsdefinition, die die Anpassungsfähigkeit in einem dynamischen Umfeld sieht. Dabei gilt das dynamische und sich ständig verändernde Umfeld nicht als Bedrohung sondern als wahrzunehmende Chance, um sich Wettbewerbsvorteile zu verschaffen.

2.7.1 Kostenelastizität

Die angestrebte Analyse zielt auf die elastische Flexibilität ab, die Aussagen über die Anpassungsfähigkeit gegenüber äußerem Druck, wie zum Beispiel eine Veränderung der Marktsituation zulässt.¹¹⁶ Aussagen über die kurzfristigen Anpassungsfähigkeiten, zum Beispiel auf einen veränderten Kundenwunsch, haben hierbei keinen Einfluss und wären über den Betrachtungszeitraum auch nicht sinnvoll abzuschätzen.

Konkret kann die Flexibilität auf veränderte Umweltbedingungen mittels der Kostenelastizität gemessen werden. Die Kostenelastizität trifft eine Aussage darüber, wie sensibel die Kosten auf Veränderungen vonseiten des Beschaffungsmarktes und des Absatzmarktes reagieren.¹¹⁷ Die Veränderungen im Beschaffungsmarkt betreffen zum Beispiel die Änderungen in der Lieferantenstruktur. Neben der Kostenelastizität verschiedener Entwicklungsszenarien, die die reaktive Flexibilität wiedergibt, soll auch die räumliche Flexibilität abgeschätzt werden, die als ein Bestandteil der aktiven Flexibilität angesehen werden kann.

Kostenelastizität bei Veränderung der Beschaffungsmarkt- und Absatzsituation

Um auf die Veränderungen seitens des Absatzmarktes einzugehen, sind Verschiebungen im Produktmix sowie Änderungen in den Absatzzahlen zu berücksichtigen. Dafür werden verschiedene Szenarien gebildet und mittels der erstellten Berechnungswerkzeuge auf die

¹¹² Vgl. Kaluza (2005), S 2ff

¹¹³ Vgl. Kaluza (2005), S. 2ff

¹¹⁴ Vgl. Horstmann (2007), S. 11f

¹¹⁵ Vgl. Kalveram (1931), S. 705 in Kazula (2005), S. 6

¹¹⁶ Vgl. Horstmann (2007), S. 12

¹¹⁷ Vgl. Melzer-Ridinger (2007), S. 75f

Logistikkonzepte angewandt. Dabei ist zum Beispiel eine überelastische Reaktion bei den Kosten auf eine Verringerung der Verkaufsplanzahl genauso wie eine unterelastische Reaktion bei Erhöhung der Verkaufsplanzahl positiv.

Der Elastizitätskoeffizient lässt sich mit der Formel 5 berechnen, wobei im konkreten Fall der Beschäftigungsgrad einerseits die Verkaufsplanzahl und andererseits die Änderungen im Produktmix (durch volatile Marktsituation) widerspiegelt.¹¹⁸

Formel 5: Kostenelastizitätskoeffizient¹¹⁹

$$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta K}{K_1}}{\frac{\Delta X}{X_1}} = \frac{\frac{K_2 - K_1}{K_1}}{\frac{X_2 - X_1}{X_1}}$$

ε	Elastizitätskoeffizient
K_1	Kosten Grundszenario
K_2	Kosten Alternativszenario
ΔK	Kostendifferenz zwischen Alternativ- und Grundszenario
X_1	Beschäftigungsgrad Grundszenario
X_2	Beschäftigungsgrad Alternativszenario
Δx	Beschäftigungsdifferenz zwischen Alternativ- und Grundszenario

Erweiterung der Flexibilität

Um den vielschichten Flexibilitätsbegriff nicht nur rein auf die Kostenelastizität zu beschränken, werden auch andere Faktoren qualitativ berücksichtigt. Dabei gilt es auch über die vorab definierten Systemgrenzen hinaus zu schauen und Faktoren innerhalb sowie außerhalb dieses Systems zu analysieren. Da sich der zukunftsorientierte Begriff Flexibilität, abgesehen von der Kostenelastizität hinsichtlich verschiedener Szenarien, sehr schwer beziffern lässt, sollen hier Einschätzungen hinsichtlich der Flexibilität von erfahrenen Mitarbeitern herangezogen werden. Diese qualitative Erweiterung der Beurteilung rundet die Bewertung des Eckpunkts Flexibilität ab und soll Diskussionen auf Basis von argumentierten Bewertungen fördern. Im Zuge dieser Bewertung werden mehrere Faktoren berücksichtigt, wie die räumliche Flexibilität, eine Abschätzung der Geschwindigkeit der Anpassungsfähigkeit auf kurzfristige Umstandsänderungen und eine Beurteilung der Versorgungsflexibilität gegenüber der Produktion. Damit wird verstärkt auch die proaktive Facette der Flexibilität beurteilt.

2.7.2 Szenariotechnik

Die Bildung der zukünftig möglichen Szenarien, anhand derer die Kostenelastizität der einzelnen Konzepte gemessen wird, orientiert sich am Denkmodell des „Szenariotrichters“ (Abbildung 13). Anhand des Szenariotrichters lässt sich erkennen, dass die Unsicherheit der Zukunft mit der Zeit zunimmt. Als Grundlage und als eine Art Mittelwert dient ein prognostiziertes Szenario, das man als Trendszenario definiert. Die möglichen Szenarien

¹¹⁸ Vgl. Steger (2010), S. 116f

¹¹⁹ Quelle: Steger (2010), S. 116f

werden von Extremszenarien umrissen. Innerhalb dieser Grenzen ist die Wahrscheinlichkeit am höchsten, dass sich die zukünftige Realität abbildet.¹²⁰

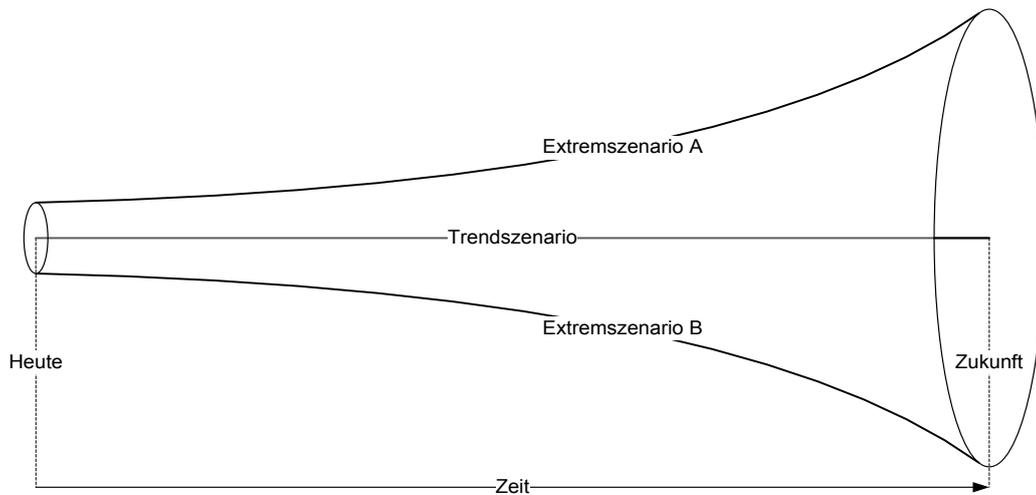


Abbildung 13: Szenariotrichter¹²¹

Sehr häufig wird im Szenariotrichter noch auf unvorhergesehene Ereignisse eingegangen, sodass sich ein Trend eines möglichen Szenarios ändern kann. Diese Diskontinuitäten fließen in der folgenden Betrachtung nicht ein, dafür werden Extremszenarien erstellt und die Kostenelastizität anhand dieser Szenarien berechnet.

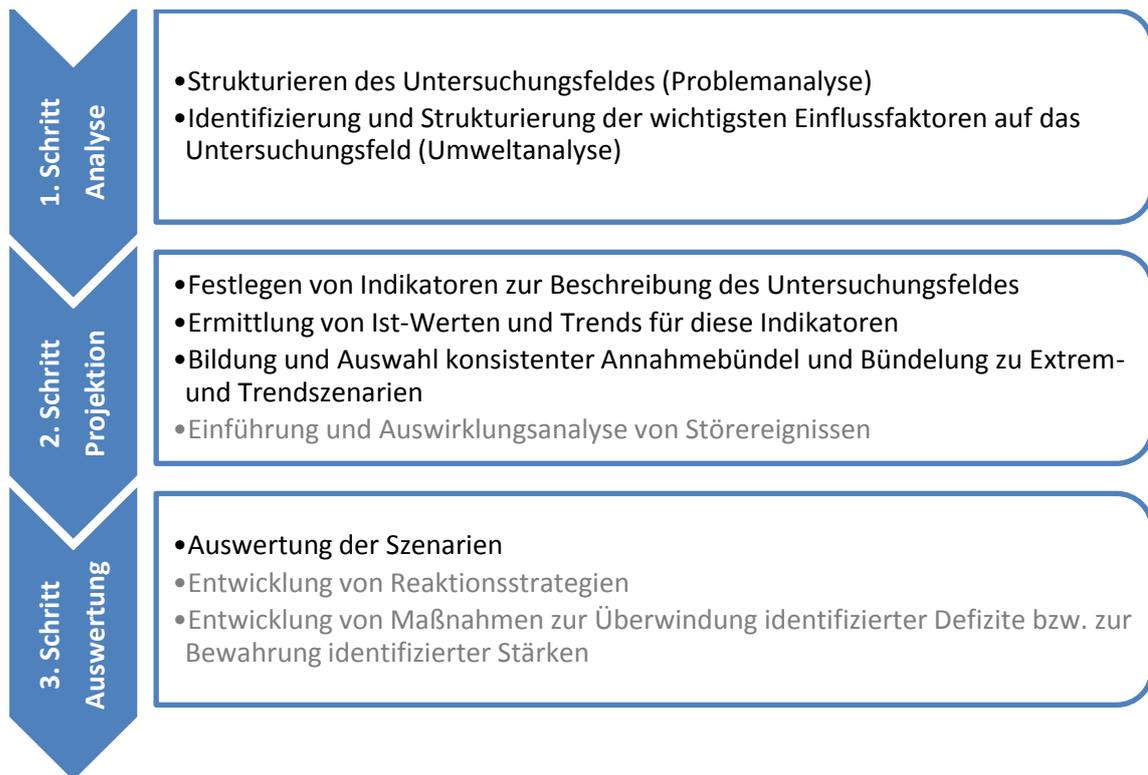
GESCHKA beschreibt in seinen Arbeiten acht Schritte in der Szenariotechnik.¹²² Diese Herangehensweise ist für hohe Analyseanforderungen bei komplexen Systemen durchaus angemessen. In der vorliegenden Arbeit führt eine derartig tiefgreifende Szenarienarbeit zu weit, sodass hier ein vereinfachtes Modell verfolgt wird. Dieses Modell mit den Durchführungsschritten ist in der folgenden Abbildung dargestellt und wird daran anschließend situationsgerecht erläutert.¹²³

¹²⁰ Vgl. Geschka, Schwarz-Geschka (2012), S. 3f

¹²¹ Quelle: Darstellung modifiziert übernommen aus Geschka (2012), S. 4 und Reibnitz (1987), S. 30

¹²² Vgl. Geschka, Schwarz-Geschka (2012), S. 3f

¹²³ Vgl. Maaß (2008), S. 89f

Abbildung 14: Schritte der Szenariotechnik¹²⁴

Im ersten Schritt gilt es das betrachtete System abzugrenzen und zu strukturieren, wobei hier die systemrelevanten Einflussfaktoren herausgearbeitet werden sollen. Bei der Betrachtung von Logistikkonzepten ist der größte beeinflussende Umweltfaktor der Absatzmarkt.

Im zweiten Schritt erfolgt die Festlegung und Abbildung der Szenarien. Dabei werden die Umweltfaktoren auf Indikatoren umgelegt, um das System zu beschreiben. Für diese Indikatoren wird auf Basis der Ausgangssituation ein Zukunftstrend definiert. Bei mehreren Indikatoren werden diese zusammengefasst und so beschrieben, dass sich für die Untersuchung Extremszenarien (die Außenlinien des Szenarientrichters) und ein Trendszenario ergeben. Die Situation des Absatzmarktes spiegelt sich in den geplanten Verkaufszahlen der einzelnen Produkte wider. Somit lassen sich zwei Basisindikatoren für die Szenarienbetrachtung finden. Diese sind einerseits die Verkaufsplanzahl, die sich aus der mengenmäßigen Nachfrage des Marktes ergibt, sowie andererseits die Aufteilung zwischen den Hauptprodukten. Dabei ist je nach Situation zu entscheiden, ob die Veränderung des Produktmixes für den speziellen Fall als relevanter Indikator herangezogen werden kann. Das Trendszenario basiert dabei auf den prognostizierten Zahlen für jedes einzelne Produkt. Störereignisse werden bei der Betrachtung nicht berücksichtigt, da die Daten der Extremszenarien als Analysegrundlage dienen.

Abschließend werden die erarbeiteten Szenarien analysiert. Die Analyse erfolgt mit einer Berechnung der Kostenelastizität bezüglich Änderungen in der Verkaufsplanzahl und, sofern sinnvoll, hinsichtlich Veränderungen im Produktmix. Diese Analyse kann noch durch zusätzliche Elastizitätskalkulationen erweitert werden, wenn sich noch weitere Indikatoren aus der Umweltanalyse finden lassen. Die Entwicklung der Reaktionsstrategie ist hier als eigener Schritt nicht notwendig, da das Ergebnis dieser Auswertung in das Bewertungsinstrument einfließt, mithilfe dessen dann abschließend eine Handlungsempfehlung abgege-

¹²⁴ Quelle: angepasste Darstellung von Maaß (2008), S. 89f

ben wird. Dementsprechend werden auch an dieser Stelle noch keine Maßnahmen zur Festigung der Stärken und Vermeidung der Schwächen erarbeitet.

Die Umweltbedingungen werden auf die Verkaufsplanzahl der einzelnen Produkte umgelegt. Die Abbildung der geänderten Umweltbedingungen erfolgt mittels vereinfachter Szenariotechnik. Ergebnis daraus sind die Kosten pro Produkt in den jeweiligen Szenarien. Anhand der Kosten wird, wie oben beschrieben, für die Extremszenarien die Kostenelastizität für jedes Konzept errechnet.

Wenn sich bei der Kostensimulation der Szenarien die Kosten verringern ist ein möglichst großer Elastizitätskoeffizient erwünscht, genauso ist bei höheren Kosten ein niedriger Elastizitätskoeffizient vorteilhafter. Durch den Vergleich der Elastizitäten wird eine Aussage über die Kostenflexibilität getroffen.

Zusammengefasst beinhaltet der Eckpunkt Flexibilität eine Betrachtung der Kostenreaktion auf geänderte Umweltbedingungen und eine Einschätzung der Bereitschaft zur proaktiven Flexibilität, welche durch die Rahmenbedingungen der einzelnen Logistikkonzepte geschaffen wird. So soll einem ganzheitlichen Verständnis von Flexibilität genüge getan werden.

2.8 Eckpunkt Qualität

Die Qualität stellt einen äußerst wichtigen Eckpunkt in der Bewertung der Logistikkonzepte dar. Die Definition des Begriffes Qualität unterscheidet sich je nach Themengebiet äußerst stark, sodass für die Behandlung des Faktors Qualität eine einfache, zweckmäßige Definition verwendet wird, die als Ausgang für viele unterschiedliche Qualitätsbegriffe verstanden wird. Die Qualität ist in ihrer schlichten Definition das Verhältnis zwischen gegebener Beschaffenheit und der geforderten bzw. erwarteten Beschaffenheit.¹²⁵ Das bedeutet demnach, dass zunächst die geforderte Beschaffenheit und die gewünschten Eigenschaften eines Logistikkonzepts bestimmt werden müssen, um die Qualität angemessen bestimmen zu können. Durch die große Bedeutung der Logistik in der Automobilindustrie sind leistungsfähige Konzepte gefordert. Im Mittelpunkt dieser Konzepte stehen unter anderem die Optimierung von Lagerstrukturen und eine effiziente Gestaltung des Materialflusses in allen Bereichen.¹²⁶ Dies sind richtungsweisende Schlagwörter, die mit einer schlanken Logistik zu verbinden sind. Dabei ist den jeweiligen Grundsätzen des Unternehmens besonderes Interesse zu schenken.

Mit dem Faktor Qualität werden die Eigenschaften des Logistikkonzepts hinsichtlich der Lean Philosophie und besonders der Lean Logistik (jeweils abgeleitet aus übergeordneten Zielen des Produktionssystems) bewertet. Darüber hinaus gibt es beim BPS einen ausführlichen Logistikstandard, der zusätzlich als Maßstab für eine schlanke Logistikabwicklung in der Bewertung der Logistikkonzepte herangezogen werden kann.

Der Kunde eines umgesetzten Logistikkonzepts ist das Unternehmen, sodass die unternehmensinternen Logistikstandards als geforderte Beschaffenheit des Konzepts gelten. Eine Abweichung gegenüber den Logistikstandards bedeutet demnach, dass nicht die gewünschte Qualität erreicht wird. Im Hinblick auf den praktischen Teil der Arbeit gelten die Prinzipien und Richtlinien aus der Lean Logistik, die die Grundlage für den BPS Logistikstandard ist, als der Qualitätsmaßstab für ein Logistikkonzept.

¹²⁵ Vgl. Geiger, Kotte (2007), S. 68f

¹²⁶ Vgl. Sommerlatte (2007), S. 177ff

2.8.1 Lean Logistik

Die Lean-Doktrin beeinflusst die Produktion wie auch die Logistik gleichermaßen, sodass in der Literatur weiterführend von Lean Logistik gesprochen wird. Lean Logistik stellt das Verbindungsglied der kundenorientierten Wertschöpfungsprozesse in einer schlanken Fabrik dar und koordiniert diese. Die Ziele einer schlanken Logistik beschränken sich nicht mehr nur auf die Erfüllung der „6 R der Logistik“, sie sollte darüber hinaus noch Quelle von strategischen Wettbewerbsvorteilen sein, die durch kürzeste Durchlaufzeiten auch hohen Flexibilitätsansprüchen zu genügen hat.¹²⁷

Es lassen sich Grundprinzipien zur Umsetzung einer schlanken Logistik aus einer Vielzahl an Umsetzungsprojekten ableiten, die, trotz verschiedener Ausprägung in der Umsetzung, allgemeine Gültigkeit besitzen. Nachfolgend werden die Grundprinzipien von Lean Logistik nach KLUG, die mit teilweise speziellen Ausprägungen auf den Lean Grundsätzen basieren, genauer beschrieben.¹²⁸

- Synchronisation

Mit Synchronisationen aller Punkte der Fertigung und der synchronen Logistik zwischen diesen Punkten wird eine stabile Versorgung der Produktion gewährleistet. Stabile Versorgung meint in diesem Fall die „6 R“ der Logistik. Durch die Sicherstellung der Produktionsversorgung ist es der Fertigung möglich ihre Aufträge innerhalb der gezielten Zeit und Kosten zu erfüllen. Die Synchronisation muss auf den Kunden abgestimmt sein, sodass sowohl Überproduktion und der Aufbau von Überkapazitäten vermieden werden als auch die Bestände nachhaltig gesenkt werden. Trigger der Synchronisationsprozesse ist das Taktprinzip.

- Takt

Die gesamte Logistikkette hat sich am Takt des Kunden zu orientieren. Aus den Impulsen des Kundentaktes ergibt sich der Fertigungs- und Logistiktakt, der notwendig ist, um die Kundenwünsche zeitgerecht und ohne Überproduktion zu erfüllen. Ist der Produktionstakt kleiner gewählt als der Kundentakt, entsteht Verschwendung durch Überproduktion, bei zu großem Produktionstakt ist der Liefertermin in Gefahr. Der Takt wird periodisch angepasst und flexibel gestaltet, jedoch für kurze Planungszeiträume gleichbleibend gehalten. Diese Planungszeiträume kann man als kurze Perioden ansehen, wie einen Tag oder eine Schicht.

Formel 6: Berechnung des Kundentakts

$$T_{\text{Kunde}} = \frac{t_{\text{Fertigung}}}{n_{\text{Produktion}}}$$

T_{Kunde}	Kudentakt
$t_{\text{Fertigung}}$	zur Verfügung stehende Nettofertigungszeit
$n_{\text{Produktion}}$	Produktionsvolumen

- Fluss

Die permanente Bewegung von Materialien und Fertigprodukten bildet das logistische Flussprinzip, wobei die Prämisse einer genauen Abstimmung zwischen den logistischen Aktivitäten zu erfüllen ist. Zu spät oder zu früh bereitgestelltes Material führt zu Warte-

¹²⁷ Vgl. Klug (2010), S. 254ff

¹²⁸ Vgl. Klug (2010), S. 254ff

zeiten oder Stausituationen, was schlichtweg als Verschwendung gilt. Nur eine Neuausrichtung der Fertigung nach Prinzipien der Fließfertigung ermöglicht eine flussoptimierte Materialbewegung. Dabei gilt es die Werkstruktur nach dem Fluss zu orientieren und nicht umgekehrt. Als Vision des Flussprinzips gilt der One-Piece-Flow, wo keine Bündelung in Losen vorhanden ist und die Einzelstücke zwischen den Arbeitsstationen im Takt permanent weiterbewegt werden. Bei Fertigungslosen werden die Teile zum Transport vereinzelt, um an den jeweiligen Arbeitsstationen, je nach Notwendigkeit, wieder zu Fertigungslosen zusammengeschlossen zu werden. Die nicht umgehbare Voraussetzung dafür sind minimale Rüstzeiten, die als Treiber für die Vergrößerung von Losen angesehen werden können.

- Pull

Der große Vorteil der Pull-Steuerung im Unternehmen ist die Verkleinerung der Bestände zwischen und nach den Fertigungsschritten, da die einzelnen Arbeitsstationen dezentral ihre Bedarfe selbst steuern und nicht zentrale, ungenaue Prognosen herangezogen werden. So kann einerseits Überproduktion vermieden werden und andererseits erhöht dies die Reaktionsfähigkeit auf Änderungen in der Produktion, da wirklich nur das produziert wird, was der nachgelagerte Prozess und, damit am Ende der Kette, der Kunde benötigt. Es liegt auf der Hand, dass eine Produktion nicht vor äußeren, nicht planbaren Einflüssen gefeit ist, sodass Sicherheitsbestände zwingend notwendig sind, um fortwährend die Kundenwünsche mit Sicherheit erfüllen zu können. Dabei ist zu beachten, an welcher Stufe die Bestände aufgebaut werden und wie groß diese Bestände sein müssen.

- Standard

Die Bildung von Standards soll das Auftreten von außerordentlichen Prozessen vermeiden, die im Normalfall einen Mehraufwand bedeuten. Im Zuge des Kaizen-Gedankens, bleiben Standards nie lange gleich, sondern sind einem ständigen Verbesserungswillen unterworfen, der den Standard durchgehend an die Veränderungen der Umwelt anpasst.

- Stabilität

Mit Umsetzung der vorab beschriebenen Prinzipien, wenn diese auch in der Produktion Anwendung finden, wird Stabilität in die logistischen Prozesse kommen, sodass sich die Planbarkeit des Gesamtsystems erhöht. Um Logistik in der ständig volatilen Automobilindustrie wirtschaftlich zu betreiben, müssen die Prozesse stabil ablaufen, wobei dies nicht zu Lasten der Flexibilität passiert. Im weiteren Sinn spricht man hier von Leagile Supply Chain (Neologismus durch die Verbindung der Wörter lean und agile)¹²⁹

- Integration

Unter Integration in Hinblick auf Lean Logistik versteht man den Abbau und die Vermeidung von Schnittstellen. Diese Aufgabe liegt vor allem in der Planung des logistischen Umfelds, da hier die Behälter, Transportarten, Förderwerkzeuge als auch die Art und Weise des Informationsflusses bestimmt werden. Darauf aufbauend muss die Planung, vergleichbar der Planung beim Fließprinzip, prozessorientiert geschehen und darf nicht Prozessabläufe auf technisch vermeidbare Schnittstellen auslegen.

¹²⁹ Vgl. Boschi et. al. (2010), S. 3

- Perfektion

Die perfekte Logistik dient als entfernte Vision, die es stets zu erreichen gilt, in dem man die vorher beschriebenen Prinzipien immer weiter verfolgt und Verschwendung aus den logistischen Prozessen verbannt. Durch die sich ständig ändernden Anforderungen an die Logistik hat die Perfektion, wenn sie denn erreicht wird, nur eine kurze Lebensdauer, wonach gleich wieder Handlungsbedarf entsteht, ganz dem Kaizen-Gedanken entsprechend. Perfekte Logistik ist dann erreicht, wenn durch das Streichen schon einer einzigen Tätigkeit der Kundenwunsch nicht mehr voll erfüllt werden kann.

2.8.2 Qualitätsbewertung eines Logistikkonzepts

Bei der Beurteilung der Logistikkonzepte bezüglich des Eckpunkts Qualität handelt es sich um eine qualitative Bewertung, sodass hier eine Aufstellung von geeigneten Beurteilungsmerkmalen notwendig ist, um schlussendlich zu nachvollziehbaren Resultaten zu gelangen. Die Relevanz von einzelnen Beurteilungsmerkmalen ist davon abhängig wie umfassend die Veränderungen sind, die durch die Implementierung eines neuen oder veränderten Logistikkonzeptes hervorgerufen werden.

In Hinblick auf die Bewertung der Umsetzung der Lean – Grundsätze in der Logistik werden die wichtigsten Prinzipien und Verschwendungsarten aus der Lean Philosophie entnommen und für jedes Konzept beurteilt. Dabei wird offensichtlich, dass einige Verschwendungsarten und Prinzipien wegfallen, da sie nicht durch das zugrunde liegende Konzept sondern durch andere Faktoren beeinflusst werden. Diese Punkte können aus dem Katalog der Bewertungsmerkmale entfallen und werden nicht berücksichtigt. Hierzu zählen zum Beispiel die Verschwendungsarten „Fehler und Defekte“ als auch „ungenützte Initiative und Kreativität der Mitarbeiter“. Demgegenüber werden einige Kernpunkte aus der Lean Philosophie besonders stark von den unterschiedlichen Logistikkonzepten beeinflusst. Aus diesen Punkten setzt sich in weiterer Folge die Bewertung der Qualität der Logistikkonzepte zusammen. Dabei sind die Verschwendungen „Lagerhaltung“, „Transport“ sowie „Fläche“ besonders stark hervorzuheben. Die eigentliche Bewertung der einzelnen Punkte erfolgt in einem einfachen Rahmen, sodass über die Diskussion zu den Beurteilungsmerkmalen ein Ergebnis gefunden wird.

Tabelle 1: Beispiel für Lean Bewertungskatalog¹³⁰

	Kriterien zur Qualitätsbewertung	Alternative A	Alternative B	Alternative C
Verschwendungen	Unnötige & lange Transportwege			
	Unnötige Lagerhaltung			
	Unnötige Bewegungen			
	Wartezeit und Leerlauf			
	Fläche			
Lean Prinzipien	Realisierung des Fließprinzips			
	Wertstromorientierung			
	Umsetzung des Pull-Prinzips			
Lean Logistik	Synchronisation			
	Takt			
	Stabilität			
	Integration			

Bewertungsfelder

In Tabelle 1 sind mögliche Parameter zusammengefasst, die für die Beurteilung von verschiedenen Logistikkonzepten relevant sein können. Im Detail kann die Bewertung nach dem Schulnotensystem oder nach einer alternativen Punktevergabe erfolgen, um zu einem repräsentativen Ergebnis zu gelangen.

Eine positive Benotung bei den Verschwendungsarten kommt dann zustande, wenn durch die Konzeption die jeweilige Verschwendung von sich aus vermieden wird. Die Prinzipien werden dann gut bewertet, wenn durch das Konzept ein Prinzip besonders gefördert wird bzw. wenn es als Voraussetzung für eine Implementierung gilt.

2.9 Eckpunkt Zeit

Die Kriterien im Eckpunkt Zeit spielen im Verhältnis zu Kosten, Flexibilität, Qualität in der Betrachtung verschiedener Logistikkonzepte eine untergeordnete Rolle. Darüber hinaus lassen sich durch den Zukunftsbezug des Konzeptvergleichs nur schwer angemessene Kennzahlen bzw. Bewertungskriterien finden, da zeitbezogene Kennzahlen häufig über Messungen generiert werden. Im Bewertungsinstrument soll der Eckpunkt Zeit als Zünglein an der Waage fungieren und die strategisch langfristige Entscheidung unterstützen. Damit dies möglich ist, wird die dynamische Amortisationsdauer gegenüber einem investitionslosen Konzept errechnet. Ergänzt wird diese Beurteilung mit einer Bewertung der Langfristigkeit der Kapitalbindung, welche mit dem jeweiligen Konzept einhergeht.

¹³⁰ Quelle: eigene Tabelle

Investitionsrechnung – relative Vorteilhaftigkeit

Da die Abschreibungsdauer eines Gebäudes (z.B. Neubau einer Halle) über die Länge des Betrachtungszeitraumes hinaus geht, ist es sinnvoll zudem eine Kalkulation durchzuführen, um zu erkennen, wann der Kapitalwert eines Konzepts relativ zu einem anderen Konzept positiv wird. Diese relative Amortisationszeit (relative Vorteilhaftigkeit) kann ausschlaggebend bei Entscheidungsfindung für oder wider ein Konzept sein. Je länger diese Zeit ist, desto größer wird das Risiko, dass sich ein Konzept mit den getätigten Investitionen, entgegen den Prognosen, nicht amortisiert. Bei kurzer Amortisationszeit verkleinert sich dieses Risiko zusehends.¹³¹ Der relativen Vorteilhaftigkeit gegenüber ist die absolute Vorteilhaftigkeit dann gegeben, wenn der Kapitalwert einer Investition in Zukunft positiv wird.

Der Kapitalwert errechnet sich aus der Summe der Barwerte der einzelnen Perioden und den Investitionsaufwänden zum Anfangszeitpunkt. Die Barwerte ergeben sich aus der Summe der Zahlungen, die zum Anfangszeitpunkt mit dem internen Zinsfuß abgezinst werden.¹³²

Formel 7: Kapitalwert einer Investition zum Anfangszeitpunkt

$$KW_0 = \sum_{t=1}^T \frac{ZS_t}{(1+i)^t} - I_0$$

KW_0	Kapitalwert zum Anfangszeitpunkt
ZS_t	Summe der Zahlungen in der Periode t
T	Letzte betrachtete Periode
i	interner Zinsfuß
I_0	Investitionen zum Anfangszeitpunkt

Investitionen und Projekte können im Normalfall mit dem *status quo* verglichen wird, um zu sehen welche Investitionsalternative die günstigste ist. In Bezug auf die Fallstudie im praktischen Teil der Arbeit besteht immer Handlungsbedarf, sodass die Investitionen im Zuge der Konzeptumsetzung untereinander gegenübergestellt werden müssen. Bei der Berechnung der Konzepte ergeben sich durch die Abgrenzung keine absoluten Kostenwerte, sodass jeweils die Differenz der errechneten Kosten pro Periode abgezinst wird. Dabei wird bei den Kosten, dessen Kapitalwert kalkuliert wird, die Abschreibung der Investition nicht berücksichtigt. Dadurch ergibt sich:

Formel 8: Differenz der Zahlungssummen einer Periode

$$ZS_t = c(A^*)_t - c(B)_t$$

$c(A^*)_t$	Kosten des Konzepts A zum Zeitpunkt t ohne period. Abschreibung
$c(B)_t$	Kosten des Konzepts B zum Zeitpunkt t

Damit ergibt sich folgende Formel zur Berechnung des Kapitalwerts der Variante A im Vergleich zu B:

¹³¹ Vgl. Götze (2008), S. 107ff

¹³² Vgl. Brühl (2009), S. 72ff

Formel 9: Relativer Kapitalwert

$$KW_{(AB)} = \sum_{t=1}^T \frac{c(A^*)_t - c(B)_t}{(1+i)^t} - I(A)_0$$

Um die relative Amortisationszeit der Variante A im Vergleich zur Variante B zu erhalten wird $KW_{(AB)}=0$ gesetzt. Die Suche nach t ist mathematisch nicht einfach lösbar, jedoch erhält man durch einfache Tabellenrechnungen ungefähre Werte. Mit verschiedenen Näherungsverfahren (z. B.: Interpolation) kann man auf sehr genaue Ergebnisse für t kommen, sofern diese Genauigkeit gefordert ist.

Wenn man in einer Tabellenberechnung (z.B. in Microsoft® Excel) den Kapitalwert durchgehend mit der Kostendifferenz pro Periode berechnet, lassen sich die einzelnen Perioden abzählen bis der Kapitalwert erstmals positiv wird.¹³³ So erhält man die Anzahl der Perioden als ganzzahlige Lösung, was bei größeren Unterschieden in der relativen Vorteilhaftigkeit auch ausreichend ist. Zur Bewertung reichen die Unterschiede in ganzzahligen Perioden vollkommen aus.

2.10 Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen

Der oben abgehandelte Teil der vorliegenden Arbeit spannt einen Bogen über die theoretischen Grundlagen, die für die Erstellung des entwickelten Bewertungsinstruments zum Vergleich von alternativen Logistikkonzepten notwendig sind. Die Basis der theoretischen Aufbereitung bildet dabei eine Einleitung in das Thema Logistik und die Erläuterung der für die Arbeit relevanten Logistikprozesse sowie deren spezielle Ausprägung in der Automobilindustrie. Damit wird der Grundstein für die Gesamthematik der Arbeit gelegt, deren Anwendungszweck es ist, einen aussagekräftigen und ganzheitlichen Vergleich von verschiedenen Logistikkonzepten zu ermöglichen. Dazu wird ein Vergleichsinstrument entwickelt, das auf einem erweiterten, triaden Spannungsfeld aufbaut und an den Eckpunkten die vier strategischen Erfolgsfaktoren Kosten, Zeit, Qualität und Flexibilität beinhaltet. Hervorzuheben ist dabei, dass anstelle des Eintragens eines bestimmten Punktes im Spannungsfeld, der keinen aussagekräftigen Vergleich zwischen den einzelnen Logistikkonzepten erlaubt, ein Feld gemäß den Beurteilungen gegenüber jedem Eckpunkt aufgezo-gen wird. Dadurch lassen sich Relativvergleiche zwischen den einzelnen Logistikkonzepten durchführen und eine Entscheidung auf dieser Argumentationsbasis für oder wider ein Logistikkonzept fällen.

Ausgehend von diesem Bewertungsinstrument werden für jeden der vier Eckpunkte die Bewertungsverfahren mit den theoretischen Modellen dahinter näher erläutert. Hierbei liegt der Fokus auf einer ausgeprägten Kostenanalyse, um die Differenzen zwischen den einzelnen Konzepten zu erkennen, sowie auf einer ausgeweiteten Qualitätsbetrachtung. Die Qualität wird dabei stark von der Lean Philosophie und der daraus abgeleiteten Lean Logistik beeinflusst, die gerade in der Automobilindustrie und den dazugehörigen Zulieferfirmen eine ausgeprägte Rolle spielt. Damit wird der theoretische Hintergrund für die nachfolgende praktische Anwendung abgedeckt, bei der logistische Alternativkonzepte eines Automobilzulieferers betrachtet werden. An dieser Stelle sei ausdrücklich erwähnt, dass es noch andere Qualitätsmodelle gibt, die bei der Anwendung des Bewertungsinstruments je nach Anforderung und Branche in Betracht zu ziehen sind. Ein anderes Modell zur Qualitätsbewertung kann zum Beispiel das EFQM Excellence Model (European Foundation for Qua-

¹³³ Vgl. Götze (2008), S. 108

lity Management) sein. Die Beurteilung der Flexibilität der einzelnen Konzepte beruht hauptsächlich auf der Szenariotechnik und spiegelt mit der Berechnung der Kostenelastizität auf geänderte Rahmenbedingungen die reaktive Flexibilität der einzelnen Konzepte wider. Darüber hinaus soll die berechnete reaktive Flexibilität durch eine qualitative Bewertung der proaktiven Flexibilität erweitert werden. Der Eckpunkt Zeit wird im oben beschriebenen Bewertungsinstrument durch die Langfristigkeit der Kapitalbindung bestimmt, wobei auch hier andere Modelle zur Anwendung kommen können. So kann zum Beispiel die Möglichkeit von Simulationen genutzt werden, um Aussagen über die Durchlaufzeit von Aufträgen beginnend beim Wareneingang bis zum Versand zu treffen.

Abschließend sei hier, zur Auswahl der Modelle für die einzelnen Eckpunkte sowie für die Systemabgrenzung einer ganzheitlichen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, gesagt, dass diese auch unter dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit durchzuführen ist. Für die Analyse und den Vergleich von verschiedenen Logistikkonzepten gilt es einen abgesteckten Zeitrahmen und einen vorab definierten Maximalaufwand nicht zu überschreiten, da einerseits die Gefahr besteht größeren Aufwand für die Analyse zu betreiben als schlussendlich durch ein Logistikkonzept gegenüber einem anderen gut gemacht werden kann. Andererseits sind die Rahmenbedingungen der Berechnungen und des betrachteten Systems volatil, sodass die Berechnungen und damit auch die daraus entstehenden Bewertungen nur innerhalb eines begrenzten Zeitfensters aussagekräftig sind. Wenn der Zeitraum für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu großzügig gewählt wird, werden auch zukunftsbezogene Berechnungen und Analysen, die ja schlussendlich von der Ist-Situation ausgehen, wertlos.

3 Fallbeispiel Bosch Mahle Turbosystems

Im praktischen Teil der Arbeit wird auf die konkrete Problemstellung des Unternehmens Bosch Mahle Turbosystems (BMTS) eingegangen. Im Unternehmen stehen drei Logistikkonzepte zur Auswahl, die als langfristige Lösung zur Abwicklung der Logistik angedacht sind. Es gilt diese drei Konzepte zu analysieren und zu vergleichen, um darauf basierend eine Handlungsempfehlung abgeben zu können. Zunächst wird zum besseren Verständnis das Unternehmen genauer beschrieben, um dann detailliert auf die Vorgehensweise und die Situation im Unternehmen einzugehen.

Unternehmensbeschreibung BMTS

Bosch Mahle Turbosystems stellt Abgasturbolader (Otto- und Dieselmotoren) für PKW als auch NKW her. Das Unternehmen wurde 2008 als Joint Venture von Bosch und Mahle gegründet und befindet sich seitdem in einer starken Wachstumsphase. Derzeit gibt es drei Standorte:

- Stuttgart

An diesem Standort befindet sich die Zentrale des Unternehmens. Weiters sind hier die Bereiche Entwicklung, Vertrieb, Produktionsplanung, Einkauf, Prototypenfertigung und Verwaltung angesiedelt. Die fachliche Leitung der einzelnen Unternehmensbereiche befindet sich ebenfalls in Stuttgart. Der Standort Stuttgart für die Firmenzentrale fällt strategisch günstig aus, da auch die Mutterunternehmen ihre Zentrale in Stuttgart haben, ebenso ist die Stadt historisch seit jeher stark mit der Automobilindustrie verwurzelt (Daimler, Porsche).

- Blaichach

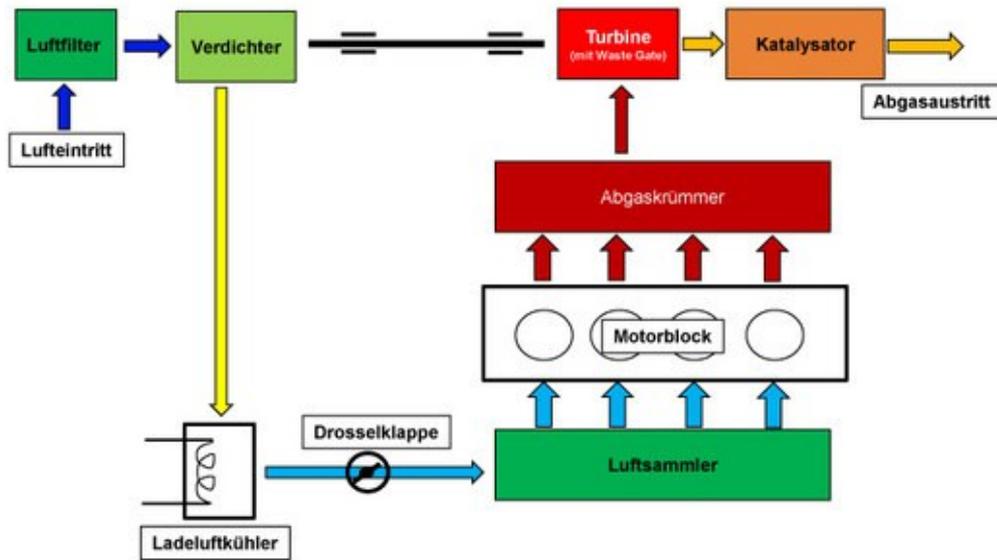
Neben einem bestehenden Bosch Werk steht ein Produktionsbetrieb von BMTS, der Zulieferteile an die Endfertigung in St. Michael bereitstellt. Dabei kann auf die bereits bestehende Infrastruktur sowie auf das technische Know-How im bestehenden Bosch Werk zurückgegriffen werden.

- St. Michael/Bleiburg

In St. Michael/Bleiburg befindet sich die Endfertigung mit der Endmontage der ATL-Komponenten. Die 2008 neu gebaute Produktionshalle ist direkt neben einem großen Mahle Werk situiert, wodurch sich auch hier, ähnlich wie in Blaichach, Potentiale durch Skaleneffekte ergeben. Von St. Michael aus werden die OEMs (Original Equipment Manufacturer) beliefert.

Produktbeschreibung Abgasturbolader

Der ATL leistet einen Beitrag zum Trend des Downsizings bei Verbrennungsmotoren, wobei die Aufladung des Motors zu Kraftstoffeinsparungen führt. Die Aufladung der Luft, die dem Zylinder zur Verbrennung zugeführt wird, erspart dem Kolben Ansaugarbeit und erhöht damit die Effizienz des Motors. Bei der Vorschaltung eines Ladeluftkühlers, kann die Verbrennung mit Luft bei gleicher Temperatur und höherem Druck als bei Saugmotoren stattfinden. Das bedeutet, dass durch das temperaturbedingt niedrigere Volumen des Gases mehr Kraftstoff-Luftgemisch im Zylinder verbrannt werden kann. ATL mit Ladeluftkühler erhöhen sowohl Wirkungsgrad als auch Leistung des Verbrennungsmotors. In Abbildung 15 wird die Arbeitsweise eines ATL schematisch dargestellt.

Abbildung 15: Schematische Darstellung der Arbeitsweise eines ATL ¹³⁴

Vorgehensweise

Ausgehend von der Ist-Situation im Unternehmen werden die drei alternativen Logistikkonzepte vorgestellt, die zur langfristigen Abwicklung der Logistik für das Unternehmen angedacht werden. Als nächster Schritt folgt eine detaillierte Aufbereitung von Daten, die als Basis für zwei zentrale Berechnungswerkzeuge dienen. Die prognostizierten Daten, wie die Verkaufszahl, der Produktmix über die Jahre und die Lieferantenstruktur dienen dabei als Standard- bzw. Trendszenario. Im Zuge der Datenaufbereitung findet auch eine Systemabgrenzung statt, um klar die Umriss der Konzeptbetrachtung abzustecken. Daran anschließend werden zwei Berechnungswerkzeuge erstellt:

- Flächenberechnung

Dieses Werkzeug dient zur Berechnung der notwendigen Fläche und des täglichen Behälterumschlags des Serienbedarfs auf Basis der Materialstückliste der Produkte und der geplanten Verkaufszahl für den Betrachtungszeitraum.

- Kostenberechnung

Mit diesem Berechnungstool werden die Kosten pro Jahr im Betrachtungszeitraum für die einzelnen Logistikkonzepte kalkuliert. Dabei werden, der Systemabgrenzung folgend, keine Gesamtkosten betrachtet, sondern nur diejenigen Kostenblöcke kalkuliert, die sich bei den verschiedenen Konzepten unterscheiden.

Auf Grundlage des vorab definierten Trendszenarios findet der Vergleich hinsichtlich der Konzeptkosten statt, da die Konzepte bei Umsetzung auf die Daten aus dem Trendszenario ausgelegt würden. Auch wenn bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Kosten im Vordergrund stehen, soll die Bewertung der einzelnen Konzepte nicht nur darauf beruhen. Aus diesem Grund wird die Bewertung auf ein Spannungsfeld mit den zusätzlichen Kriterien Zeit, Qualität und Flexibilität ausgeweitet. Das Spannungsfeld zum Vergleich der Konzepte stellt das im theoretischen Teil der Arbeit erläuterte Bewertungsinstrument dar. Hierfür wird auch die Elastizität der einzelnen Konzepte bei veränderten Rahmenbedingungen abweichend vom Trendszenario untersucht. Weiters werden die Konzepte neben

¹³⁴ Quelle: BMTS Firmenpräsentation

anderen Kriterien wie zum Beispiel Umweltbewusstsein auch unter dem Gesichtspunkt der Lean Philosophie durchleuchtet, sodass schließlich eine ganzheitliche Bewertung der verschiedenen Logistikkonzepte erfolgen kann.

Abschließend wird aus den Analyseergebnissen eine Handlungsempfehlung für die konkrete Problemstellung des Unternehmens abgeleitet.

3.1 Ausgangssituation

3.1.1 Ausgangssituation bei Bosch Mahle Turbosystems

BMTS verfügt über eine große Produktionshalle, in der die Maximalkapazität der Produktion nach ursprünglicher Planung Platz finden kann. In einem Teil dieses Gebäudes befinden sich auch Büroflächen für den österreichischen Mitarbeiterstamm. Die Logistik wird seit Beginn der Produktion in einem Teilbereich der Produktionshalle durch einen Logistikdienstleister abgewickelt. Durch den Neuaufbau von weiteren Produktionsanlagen verkleinert sich diese Restfläche zusehends. Durch die Inbetriebnahme von neuen Anlagen erhöht sich darüber hinaus das Materialaufkommen, inbound- als auch outboundseitig. Zusätzlich werden durch die steigende Produktion für andere Abteilungen Flächen benötigt, wie zum Beispiel Sperrfläche und Klärungszone für Qualität oder Bereiche für Ersatzteile und Rüstzeug der Produktionsabteilung sowie Set-Kommissionierung. Die Konsequenz daraus ist, dass die Logistik, in ihrer derzeitigen Form, nicht mehr auf der übrig gebliebenen Teilfläche der Halle durchführbar ist. Durch den Wunsch so lange als möglich mit der Belegung der Hallenfläche flexibel zu bleiben, ist keine leistungsfähige und stark verdichtende Lagertechnik installiert worden. Da sich das Unternehmen im Hochlauf der Produktion befindet und in der ersten Zeit Lieferengpässe von Lieferanten und zu Kunden vermeiden möchte, werden Bestände aufgebaut, um produktions- und lieferfähig zu bleiben. Durch die Summe der beschriebenen Faktoren ist zum Zeitpunkt der Betrachtung die Anmietung eines Außenlagers unumgänglich.

Im Zuge der Umsetzung eines Produktions-Kanban-Systems wird auch der Versuch unternommen zu den A-Lieferanten ein Transport-Kanban-System aufzubauen. Derzeit arbeitet man inbound-seitig nach einem konventionellen Anlieferkonzept, das regelmäßige Qualitätskontrollen pro angelieferter Charge vorsieht, um das Risiko von fehlerhaften Teilen in der hochlaufenden Produktion zu vermeiden. Nach der Anlieferung und dem Wareneingang der Zukaufteile werden die Waren eingelagert und Stichproben davon der Qualitätsprüfung übergeben. Bei positiver Befundung und Bedarf in der Produktion werden die Teile ausgelagert und in Milkrun-Waggons verbracht. Kleinteile für die Montage werden in einen Set-Behälter (1 Set je ATL) kommissioniert und ebenfalls mit Milkruns in die Produktion transportiert.

BMTS sieht aufgrund der derzeitigen Situation akuten Handlungsbedarf beim Betrieb der inboundseitigen Logistik. Im Unternehmen wird eine langfristige Lösung zur Abwicklung der Logistik angestrebt, dazu wurden alternative Konzepte erarbeitet, die im nächsten Abschnitt detailliert erläutert werden.

3.1.2 Alternative Logistikkonzepte

Da sich die Flächensituation in den kommenden Jahren noch weiter verschärfen wird, sucht das Unternehmen nach einer Lösung für die derzeitige, unbefriedigende Situation in der Logistik. Drei Varianten stehen als konzeptionelle Lösungsansätze des Problems zur Auswahl, die nachfolgend beschrieben werden. Die Bezeichnung für das jeweilige Konzept steht unter Anführungszeichen in der dazugehörigen Überschrift.

Neubau einer Halle neben der Produktionshalle – „neue Halle“

Hierbei handelt es sich um eine neugebaute Halle, die auf die Bewältigung der Logistik ausgelegt ist. Dieses Szenario ist seit längerem zur Umsetzung geplant, wobei die Entscheidung zur Investition verschoben worden ist, da die Muttergesellschaften seit der Wirtschaftskrise Investitionen in dieser Größe konservativer planen. Aus diesem Grund wird diese Planung hinterfragt und nach Alternativen gesucht.

Dieses Szenario würde so ausgelegt sein, dass an Frachtkosten eingespart wird indem man durch die vorhandenen Lagerkapazitäten größere Pufferbestände vorhält. Des Weiteren würde damit Platz für die Produktionserweiterung geschaffen.

Das Konzept sieht vor eine neue Halle neben der bestehenden Produktionshalle zu bauen, in der die Logistik inboundseitig abgewickelt wird. Die Versorgung der Produktionslinien erfolgt auch hier mit Milkrun-Zügen. Der Versand der Fertigware bleibt bei Schnellläufern in der Produktionshalle und wird über die derzeit bestehenden Laderampen abgewickelt. Langsamläufer und Leergut werden in der neu entstandenen Logistikhalle bis zum Versand an den Kunden bzw. Reiniger gelagert.

Anpassung der Lieferfrequenz – „hochfrequente Anlieferung“

Bei diesem Logistikkonzept bleibt eine kleine Restfläche in der Produktionshalle bestehen, die mit hochentwickelter Lagertechnik versehen wird, um die Lagerung bestmöglich zu verdichten. Darüber hinaus werden weitere Pufferflächen über den Produktionslinien geschaffen, die für extreme Langsamläufer und Maschinenersatzteile vorgesehen sind. Um die notwendige Fläche vor Ort möglichst gering zu halten, wird die Eindeckzeiten der einzelnen Materialkategorien stark reduziert, parallel die Anlieferfrequenz erhöht. Dieses Konzept baut auch auf eine Reduktion der Produktionstiefe durch die Anlieferung vorgearbeiteter Komponenten und auf eine Fokussierung auf die Fertigmontage und die Logistikprozesse. Dabei gilt es zu beachten, dass dieses Konzept zahlreiche Prämissen voraussetzt, um überhaupt erst umsetzbar zu sein.

Außenlager als permanente Pufferkapazität – „Außenlager“

Mit dem Außenlagerkonzept wird über den gesamten Zeitraum Außenlagerkapazität angemietet. Der Wareneingang und Warenausgang, mit Ausnahme der Fertigware, wird dabei im Außenlager durchgeführt. Die Versorgung der Produktion geschieht über einen Supermarkt mit geringer Reichweite in der Produktionshalle, der per Shuttleverkehr zwischen Außenlager und Produktionshalle bestückt wird. Bei der Rückfahrt des Shuttles von der Produktionshalle zum Außenlager werden die Langsamläufer, Leergut und Fertigware zur Pufferung mittransportiert.

3.1.3 Prämissen der Gesamtbetrachtung

Vor Beginn der Berechnungen und in weiterer Folge der Bewertungen ist es notwendig grundsätzliche Prämissen zu definieren, die als Annahmen für die jeweiligen Berechnungen gelten. Diese Prämissen geben den Berechnungen einen Rahmen, sodass diese in angemessener Zeit möglich sind. Darüber hinaus gelten die nachfolgend beschriebenen Prämissen auch als Berechnungsbasis, da sie gewisse Grunddaten vorgeben (z. B.: max. verfügbare Fläche). Zusätzlich zu den allgemeinen Prämissen werden für die jeweiligen Konzepte noch zusätzliche Annahmen getroffen. Dabei gilt, dass die einzelnen Annahmen in vollem Umfang umgesetzt sein müssen, nur dann sind die Berechnungs- und Bewertungsergebnisse des jeweiligen Konzepts aussagekräftig. Wenn dies nicht der Fall ist, so ist zu erwarten, dass das jeweilige Logistikkonzept nicht wie geplant umgesetzt werden kann. Weiters ist anzunehmen, dass daraus resultierend die erwarteten Ergebnisse (vor allem bei den Kosten) nicht eintreten. Dieses Abweichungsrisiko gegenüber den Berechnungen besteht vor

allem bei den Konzepten „Außenlager“ und „hochfrequente Anlieferung“, da hier bei der Realisierung der Prämissen höhere Anspannung herrscht.

Allgemeine Prämissen

In der Betrachtung und im Vergleich der Logistikkonzepte stehen die Logistikflächen im Vordergrund. Aus diesem Grund werden mögliche zusätzliche Flächenbedarfe durch andere Abteilungen nicht berücksichtigt. Der Konzeptvergleich beschränkt sich in den Berechnungen und in den darauf basierenden Bewertungen rein auf den Logistik-Flächenbedarf aus der Serienproduktion. Man darf nicht außer Acht lassen, dass auch andere Abteilungen durch die Industrialisierung zusätzliche Fläche benötigen. Dieser Bedarf lässt sich jedoch derzeit nur schwer abschätzen, sodass schon an dieser Stelle darauf hingewiesen wird, dass das knappe Flächenangebot bei den Konzepten „Außenlager“ und „Hochfrequente Anlieferung“ ein großes Risiko darstellt. Da aber die Logistik nicht für die Flächen anderer Abteilungen verantwortlich ist, fallen deren Bedarfe aus der Betrachtung. Es ist auch zu erwähnen, dass durch den Neubau einer Halle Potential für eine abteilungsübergreifende Nutzung der neu entstandenen Fläche entsteht.

Als allgemeine Prämisse wird angenommen, dass eine kleine Restfläche in der Produktionshalle, unabhängig vom gewählten Konzept, für die Logistik vorbehalten bleibt. Es handelt sich dabei um eine Fläche von ungefähr 1 200 m². In Abbildung 16 ist ersichtlich wie die Flächen verplant sind. Der grüne Bereich auf der Restfläche von zwei Modulen (ein Modul nimmt ca. 900m² ein) bleibt für die Logistik reserviert. Neben den sechs Produktionsmodulen muss noch die Set-Kommissionierung und die Hartanodisierungsanlage Platz finden.¹³⁵

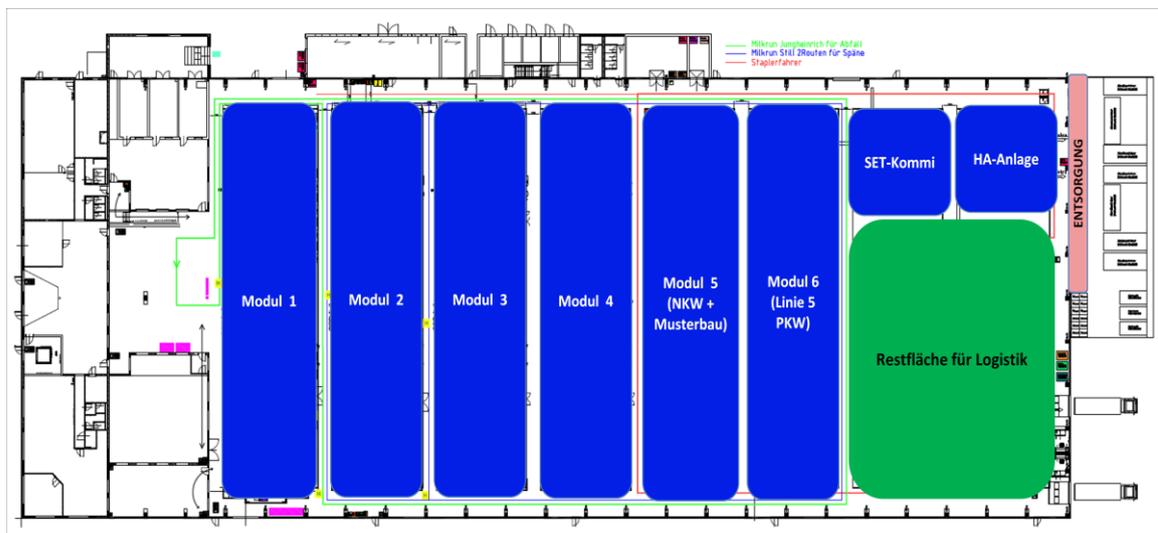


Abbildung 16: Flächenplanung der bestehenden Produktionshalle¹³⁶

Als weitere Voraussetzung für den Vergleich der Logistikkonzepte wird angenommen, dass beim Bezug von Zukaufteilen aus Übersee ein Konsignationslager in örtlicher Nähe als Vorstufe installiert wird. Von diesem Konsignationslager aus wird dann die Produktion über einen Supermarkt mit den Zukaufteilen in kurzem Takt versorgt. Diese Annahme ist dadurch begründet, dass die Kosten des Vorlaufs bis zum Konsignationslager und die Kosten beim Konsignationslager, wie Handlings- und Bestandskosten, gegen die Vergünsti-

¹³⁵ Die Hartanodisierungsanlage dient zur Beschichtung der Verdichterräder, um den Werkstoff des Bauteils mit einer harten Schicht zu überziehen und so vor Rußpartikeln o. ä. im Betrieb zu schützen.

¹³⁶ Quelle: BMTS-internes Dokument

gung bei den Materialeinzelkosten zu rechnen sind. Der Unterschied für die Berechnung der Konzepte besteht darin, dass für diese Teile ein eigener Lieferantenstandort angenommen wird.

Als Bedingung für alle Konzepte gemeinsam wird angenommen, dass die Produktionsversorgung über Milk-Run – Züge passiert, die die Materialien aus einem Supermarkt beziehen, der bedarfsgesteuert wiederbefüllt wird. Die vorlaufenden Prozesse vor Bestückung des Supermarktes unterscheiden sich jedoch in Anzahl und Ausprägung zwischen den einzelnen Logistikkonzepten. Zwischen den einzelnen Konzepten unterschiedlich ist lediglich die Auslegung des Supermarktes.

Prämissen für Konzept „Neubau Halle“

Die wichtigste Grundlage für die Berechnung des Konzepts „Neubau Halle“ ist der Investitionsbetrag. Hierfür dient ein Kostenvoranschlag einer Baufirma für eine Halle, mit ca. 5000 m². Dieses Gebäude hat den gleichen Standard wie das jetzt bestehende Produktionsgebäude. Das heißt, dass bei Erweiterung der Produktion auch dort Anlagen untergebracht werden können. Der Kostenvoranschlag für die Halle umfasst ebenso den Umbau der Außenanlagen sowie Lagertechnik für den Neubau. Zusammengefasst ergibt sich für die Investition ein zu erwartender Betrag von 4 950 000 € für den Hallenbau, Lager- und Haustechnik sowie Außenanlagen. Dieser Betrag dient als Berechnungsbasis für die Investition in eine neue Halle.

Die Abgrenzung des betrachteten Systems, wie in Punkt 3.3.1 beschrieben, erfolgt bei der Bereitstellung der Güter für den Milk-Run, der die Produktion versorgt. In der nachfolgenden Betrachtung des Konzepts spielt dabei die Veränderung der Fahrwege des Milk-Run – Zugs keine Rolle. Diese geringfügige Änderung in den Versorgungszeiten wird im Konzeptvergleich nicht berücksichtigt.

Prämissen für Konzept „Hochfrequente Anlieferung“

Für das Konzept „Hochfrequente Anlieferung“ gilt es eine Vielzahl an Prämissen zu erfüllen, um die Abwicklung der Logistik mit diesem Konzept langfristig gewährleisten zu können.

Eine Grundvoraussetzung für dieses Konzept ist eine Ship-to-Line – Belieferung der Kunden. Derzeit werden die Kundenbelieferungen durch den Kunden organisiert. Dies bringt mit sich, dass die Abrufe der Produkte gewissen Unregelmäßigkeiten unterworfen sind und dass Produkte für mehrere Tage Reichweite im Unternehmen auf Lager liegen. Um die Fläche vor Ort optimieren zu können, ist es unabdingbar, die Erzeugnisse so schnell als möglich nach der Fertigstellung aus dem Unternehmen zu bekommen. Dazu sollen kundennahe Läger täglich beliefert werden, von denen aus die Kunden mit einem Ship-to-Line – Konzept versorgt werden. Die Durchführung dieser Lieferungen obliegt Logistikdienstleistern, die sich in der Nähe von den Automobil- oder Motorenwerken befinden. Damit soll zusätzlich aus dem Potential kompetenter Logistikdienstleister, die sich in kundennahen Industrieparks befinden, geschöpft werden. Die Läger, die durch die Logistikdienstleister bewirtschaftet werden, werden ähnlich einem Konsignationslager geführt.

Bei diesem Konzept wird von einer einwandfrei funktionierenden Produktion ausgegangen, bei der keine Pufferbestände aufgebaut werden. Für diese ist trotz der Installation leistungsfähiger Lagertechnik in der bestehenden Halle kein Platz. Das bedeutet demnach, dass bei Ereignissen, die Pufferbestände verursachen oder notwendig machen, auswärtige Fläche kurzfristig zugemietet werden muss.

Rüstsätze und Ersatzteile für die Anlagen müssen bei diesem Konzept ebenso in der Halle untergebracht werden. Hierbei gilt die Voraussetzung, dass dieser Flächenbedarf über un-

genützte Restflächen abgewickelt wird. Dabei sollen auch derzeit nicht berücksichtigte Kapazitäten über den Anlagen mit Lagertechnik ausgestattet werden. Diese Möglichkeiten werden beim Konzeptvergleich ungeprüft als umsetzbar angenommen. Für Abfälle, Müll, Späne und Gefahrenstoffe ist bei Umsetzung dieses Konzepts ebenso keine Fläche vorhanden, sodass hier in kurzem Takt eine Entsorgung zum Abfall- und Gefahrengutbereich bei Mahle vorgesehen ist.

Bei diesem Logistikkonzept ist darüber hinaus vorauszusetzen, dass bei den derzeitig bestehenden Anlagen im Produktionsbereich Platz für fertigungsnahe Supermärkte geschaffen wird, um den Lagerbereich auf der Restfläche zu entlasten.

Prämissen für Konzept „Außenlager“

Beim Konzept „Außenlager“ gilt eine Bedingung für die maximale Fläche im Außenlager. Das Außenlager wird so lange wie möglich mit der derzeitig zur Verfügung stehenden Fläche betrieben und ist danach einstufig erweiterbar. Diese Annahme entspricht der derzeitig geplanten Umsetzung, ausgehend von der Ist-Situation. Zurzeit wird ein Außenlager mit einer Kapazität von 1 620 m² durch den Logistkdiensleister betrieben. Diese Fläche kann auf 2 570 m² erweitert werden. Diese Zusatzfläche ist auch ausreichend, sofern durch keine andere Abteilungen Zusatzbedarfe gestellt werden. Natürlich ist es möglich diese Kapazität noch zusätzlich über ein weiteres Außenlager zu erweitern. In den Berechnungen findet diese Variante aber keine Anwendung, da sie vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt aus nicht vertretbar ist. Um die vermehrten Transportrelationen zu bedienen, müssen entweder zusätzliche Shuttles installiert oder die Personalbesetzung in den Außenlagern verstärkt werden. Darüber hinaus ist noch zu erwähnen, dass sich die Berechnung des Shuttleverkehrs über mehr als zwei Knoten sehr schwierig gestaltet.

Verpackung und Behälter

Bei BMTS kommen, wie bei Zulieferern der Automobilbranche üblich, Mehrwegbehälter als Verpackung bei den Zukaufteilen zum Einsatz. In Tabelle 2 sind die verwendeten Packstücke aufgeführt. Die Packstücke bilden die kleinste Verpackungseinheit und sie werden nicht in einzelnen Packstücken beschafft. Es bilden immer mehrere Packstücke die minimale Beschaffungsmenge, da die Packstücke auf die Versorgung der Fertigung abgestimmt sind.

Tabelle 2: Verwendete Packstücke¹³⁷

Bezeichnung	Abmessungen (LxBxH in mm)	Möglicher Ladungsträger	Verwendung
VDA RL-KLT 3147	300 x 200 x 147	Europalette	Inbound
VDA RL KLT 4147	400 x 300 x 147	Europalette, Bodenroller	Inbound
VDA RL-KLT 4174	400 x 300 x 174	Europalette, Bodenroller	Inbound
VDA RL-KLT 4280	400 x 300 x 280	Europalette, Bodenroller	Inbound
VDA RL-KLT 6147	600 x 400 x 147	Europalette, Bodenroller	Inbound
VDA RL-KLT 6280	600 x 400 x 280	Europalette, Bodenroller	Inbound

Auf den verschiedenen Ladungsträgern, die in Tabelle 3 beschrieben sind, werden die Packstücke zusammengefasst und transportiert. GLTs bilden dabei eine Ausnahme, da die GLTs keine Packstücke beinhalten, sondern unmittelbar die Produkte. Die Paletten werden

¹³⁷ Quelle: eigene Tabelle, Daten aus BMTS-interne Dokument

nicht für die Produktionsversorgung verwendet, hierbei werden die Packstücke, die auf Paletten von den Lieferanten kommen, vereinzelt. Dabei werden die vereinzelt KLTs in Supermärkte versorgt, von wo aus die Produktionsversorger die Packstücke einzeln entnehmen und damit den Milk-Run – Zug bestücken. Wie die Packstücke und Ladungsträger genau kombiniert werden und welche Materialnummern in welchen Packstücken beschafft werden ist in der Verpackungsvorschrift für die Zukaufteile definiert.

Tabelle 3: Verwendete Ladungsträger mit Umrechnungsfaktor auf Palettenäquivalent¹³⁸

Bezeichnung	Abmessungen (LxBxH in mm)	Stapelbar?	Umrechnungsfaktor
Dolly Bodenroller	600 x 400 x 170	Nur mit Adapterpalette	4
Euro-Flachpalette	1200 x 800 x 150	Abhängig von Transportgut	1
Europalette Kunststoff	1200 x 800 x 150	Abhängig von Transportgut	1
GLT 120x80	1200 x 800 x 600	Ja	1
GLT faltbar 120x80	1240 x 835 x 966	Ja	1
GLT faltbar 80x60	800 x 600 x 835	Ja	2

Abschließend sollen hier noch die Kundengebinde angeführt werden, die zwar in der Beschaffung keine Rolle spielen, jedoch müssen auch diese für die Flächenberechnungen berücksichtigt werden, da einerseits leere Behälter für die Produktionsentsorgung vorgehalten werden müssen und andererseits der Platzbedarf der Fertigware mittels der in Tabelle 4 beschriebenen Behälter berechnet wird.

Tabelle 4: Erzeugnisverpackungen mit Umrechnungsfaktor auf Palettenäquivalent¹³⁹

Bezeichnung	Abmessungen (LxBxH in mm)	Stapelbar?	Anzahl Produkte je Gebinde	Umrechnungsfaktor
MLT „BM70“	1200 x 1000 x 280	Ja	24	1
MLT „BM70 ohne AKM“	1200 x 1000 x 280	ja	36	1
MLT „BM65“	1200 x 1000 x 213	Ja	48	1
GLT „RG“	1200 x 800 x 966	Ja	224	1

Aufbauend auf die einzelnen Konzeptprämissen und die Rahmenbedingungen durch die Verpackung der Behälter gilt es Informationen für die Kalkulationen zu erarbeiten sowie das betrachtete System sinnvoll einzugrenzen.

3.2 Erarbeitung der notwendigen Grundlagen und Daten

In diesem Teil der Arbeit wird beschrieben, wie die Grunddaten erarbeitet und aufgebaut werden um aussagekräftige Logistikkonzepte und Szenarien zu erstellen und in weiterer Folge bewerten zu können. Es ist wichtig diese Grunddaten plausibel zu erarbeiten, da diese Daten und Zahlen belastbar sein müssen. Um angemessenen Aufwand dem Nutzen sinnvoll gegenüberzustellen, ist es notwendig in gewissen Teilbereichen vereinfachende Annahmen zu treffen. Dadurch entfernt man sich immer weiter von der Realität, wobei

¹³⁸ Quelle: eigene Tabelle, Daten aus BMTS-interne Dokument

¹³⁹ Quelle: eigene Tabelle, Daten aus BMTS-interne Dokument

man erhebliche Komplexität einspart. Das Bestreben geht dahin einen Mittelweg zu finden, der zuverlässige Aussagen erlaubt und den Aufwand nicht ins Unermessliche treibt, sodass der Arbeitseinsatz bei repräsentativen Ergebnissen überschaubar bleibt.

Ein wichtiger Punkt in der Aufbereitung der Grundlagen liegt in der fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Abteilungen. Ohne das Mitwirken verschiedenster Bereiche im Unternehmen wäre es nicht möglich gewesen qualifizierte Daten zu erhalten. Dies betrifft allen voran die Verkaufsplanzahl und die Industrialisierung. Bei diesen Themen war die Mithilfe von Vertrieb sowie Forschung und Entwicklung unerlässlich.

3.2.1 Abgrenzung des betrachteten Systems bei Bosch Mahle Turbosystems

Die Abgrenzung hat nun so zu erfolgen, um das System so weit zu vereinfachen, sodass alle Charakteristiken eines Konzepts betrachtet werden, die sich bei Änderung der Logistikkonzepte auch ändern. In erster Linie ist der Zeithorizont abzustecken, wobei im konkreten Fall ein Zeitraum über neun Jahre bis 2021 betrachtet wird, da in neun Jahren, nach derzeitigem Planungsstand, die größte Produktionsmenge zu erwarten ist. Zudem lassen sich über diesen Zeitraum hinaus kaum noch qualifizierte Aussagen über die Verkaufszahlen tätigen, zumal die Entwicklung des Marktes, durch den Eintritt neuer Technologien, sehr schwer abschätzbar ist.

Es erfolgt, gemäß dem im praktischen Teil vorgestellten Prozess, eine Systemabgrenzung für die Flächen- und Kostenberechnung.

- Abgrenzung von System und Umwelt

Die Betrachtung der verschiedenen Konzepte und deren Einflüsse beschränken sich rein auf die Logistikstrukturen und die dazugehörigen Abläufe. Innerhalb des Systems befinden sich nur Elemente in Bezug auf die Serienfertigung von PKW, NKW und Rumpfguppen ohne Musterbau, Vor- und Kleinserienproduktion. Die wichtigsten Eingangsgrößen für das System sind einerseits das durch die Kalkulationswerkzeuge zu simulierende Konzept und andererseits die Verkaufsplanzahl, die anschließend unter Punkt 3.2.2 erläutert wird. Auf der Ausgangsseite werden die Größen Flächenbedarf für Serienmaterial und Differenzkosten zwischen einzelnen Logistikkonzepten definiert.

- Ermittlung der Beziehungen zwischen Betrachtungssystem und Umweltsystemen

Wie nachfolgend in Abbildung 20 ersichtlich wurde das System, wenn man die beiden Berechnungswerkzeuge in Summe als Black Box sieht, auf die Input- und Outputgrößen untersucht. Diese Inputparameter und –daten sowie die Outputs bestimmen die Wechselwirkungen des betrachteten Systems mit seiner Umwelt.

- Analyse der Systemeigenschaften auf Makroebene

Hierbei werden die Systemeigenschaften als Ganzes untersucht, so wie es bei der Verkaufsplanzahl passiert ist. Dabei ist die genaue Ausprägung dieses Inputs betrachtet worden bzw. ist erörtert worden, welche Ausprägungen und Vereinfachungen diese Kenngröße besitzen darf, sodass sie für die Systemanalyse sinnvoll verwendet werden kann. So passiert eine Zuteilung von zukünftigen Produkten auf derzeitige Produkte, die repräsentativ als Berechnungsgrundlage dienen. Ebenso wurde die Outputseite untersucht, wobei hier zum Beispiel bei den Kosten die relevanten Kostenblöcke definiert wurden. Diese Kostenblöcke sind im speziellen Fall Flächenkosten, Investitionsaufwände, Frachtkosten, Handlingskosten und kalkulatorische Bestandskosten.

- Erfassung der relevanten Systemelemente

Hier werden alle Systemelemente ausgeschleust, die in der Berechnung nicht weiter berücksichtigt werden sollen. Dabei handelt es sich um Systemelemente, die keinen oder nur geringen Einfluss auf die letztendlichen Outputgrößen haben. Dabei handelt es sich zum Beispiel um die Produktionsversorgungsprozesse, die nur in Abhängigkeit der Produktionszahl stehen und sich zwischen den Logistikkonzepten nur geringfügig verändern.

- Ermittlung der Beziehungen zwischen den Systemelementen auf Mikroebene

In diesem Schritt werden die Kalkulationswerkzeuge detailliert aufgebaut und die Zwischenergebnisse werden untereinander in Beziehung gesetzt, sodass zum Beispiel Ergebnisse aus dem Flächenberechnungstool Kostentreiber für die Handlingskostenberechnung sein können. Die Ergebnisse aus diesem Schritt sind in der genauen Erläuterung der zwei Berechnungswerkzeuge in Kapitel 3.3 aufgeführt.

- Darstellung der Analyseergebnisse

Parallel zum vorigen Punkt werden einfache Darstellungen des betrachteten Systems erstellt und zwar für jedes Logistikkonzept für sich, da sich bei den alternativen Logistikkonzepten die Prozesse und Systemelemente teils stark unterscheiden. Diese Darstellungen sind aufgrund ihres Umfangs im Anhang der Arbeit zu finden.

3.2.2 Verkaufsplanzahl (VPZ)

Als Grundlage für den zeitlichen Verlauf bzw. auch für eine mengenmäßige Betrachtung dient die Verkaufsplanzahl. Sie gibt die geplante Produktionszahl der einzelnen Produkte über einen Zeitraum von neun Jahren wider.

Das Produkt Abgasturbolader ist ein technisch aufwendiges Produkt, das auf den jeweiligen Motor, bei dem er zum Einsatz kommt, abgestimmt ist. Dabei gehen Motor- und ATL-Entwicklung Hand in Hand, sodass es zu langen Vorlaufzeiten von ungefähr zwei Jahren kommt, bis das Produkt in Serie gefertigt wird. Aufgrund dieser ausgedehnten Vorlaufzeit sind die geplanten Verkaufszahlen (VPZ) für die nächsten Jahre mit großer Sicherheit zu prognostizieren. Dieser Zeitraum betrifft momentan die VPZ bis 2016. Darüber hinaus dienen die Zahlen des Vertriebs, der die strategische Marschroute für die VPZ vorgibt. Bei auslaufenden Produkten wird dabei zumeist angenommen, dass es eine ähnlich große Akquisition für ein Produkt der Folgegeneration gibt. Zusätzlich gibt es, bis inklusive 2015, noch eine erhebliche Steigerung der VPZ aufgrund der Industrialisierung der Produktionshalle in St. Michael, die nach momentaner Planung mit Ende 2015 abgeschlossen sein wird. Danach sind nur mehr kleine Steigerungen der Produktionszahl vorgesehen. Diese sind aufgrund von geplanten Optimierungen und Lernkurveneffekten bei den bestehenden Maschinen zu erwarten.

Alle Produkte wurden insgesamt drei Produktklassen zugeteilt, deren Stücklisten als repräsentativ gelten. Daneben werden noch ATL für den Nutzfahrzeugsektor produziert, die der Stückliste BM70 mit Abgaskrümmersmodul zugeordnet werden. Weiters werden Rumpfguppen (ohne Gussteil über Verdichter- und Turbinenrad) gefertigt, die dann zur kompletten Endmontage nach China geliefert werden.

BM65

Dabei handelt es sich um einen kleineren ATL mit einfachen Gehäusen um Verdichter- und Turbinenrad. Dieser ATL ist für kleinere Motoren oder als Zusatz-ATL bei Bi- oder Tri-Turbomotoren entwickelt. Ein Einsatzgebiet für diesen ATL ist ein benzinbetriebener

Dreizylindermotor mit 1,2 Litern Hubraum vom Volkswagenkonzern. Der ATL für Volkswagen wird bereits in Serie produziert und bei VW eingebaut.

Ähnliche ATL, die dieser Stückliste zugeteilt werden, sind in Entwicklung und werden demnächst in Serienproduktion übergehen. Hauptausschlaggebend für die Zuteilung zu dieser Produktgruppe sind der einfache Aufbau und die kleinen Gesamtausmaße durch das Fehlen einer variablen Turbinengeometrie (VTG) und eines großen Abgaskrümmersmoduls.¹⁴⁰

BM70 mit Abgaskrümmersmodul

Dabei handelt es sich um einen etwas größeren ATL mit einem aufwendigeren Gussteil über dem Turbinenrad. In diesem Gussteil, das direkt auf den Motor aufgeflanscht wird, ist die Zusammenführung der Abgasstränge enthalten, wodurch es in der Kundenverpackung sehr viel Platz einnimmt. Der BM70 wird derzeit für 2,0 Liter Vierzylinder-Dieselmotoren von VW produziert. Der ATL zeichnet sich durch eine VTG am Turbinenrad aus, die bei großen Produktionszahlen nur bei ATL für Dieselmotoren eingebaut wird, da bei Ottomotoren die Temperaturen zu hoch sind.

Zu dieser Stückliste werden die ATL für mittelgroße bis große Dieselmotoren als auch alle NKW-ATL gezählt.

BM70 ohne Abgaskrümmersmodul

Dieser ATL ist bis auf das Fehlen des AKM baugleich mit dem BM70. Charakteristisch für die Berechnungen ist, dass seine Ausmaße als Fertigteil in etwa zwischen den Ausmaßen von BM65 und BM70 liegen.

Rumpffgruppe

In der Rumpffgruppe werden nach derzeitigem Planungsstand BM65 – Teile verbaut. Es handelt sich dabei um Teile für den asiatischen Markt. Die fehlenden Gussteile über Verdichter- und Turbinenrad werden nicht über den europäischen Markt sondern in China beschafft. In Europa wird nur der technisch aufwendigste Teile, das Lagergehäuse mit Verdichterrad und Läufer (Welle mit Turbinenrad), gefertigt und montiert.

Tabelle 5: Verkaufsplanzahl der Produkte von 2013 bis 2021¹⁴¹

Produkt / Jahr	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
BM65	184 135	442 872	749 042	809 104	758 032	773 463	795 133	940 924	965 886
BM70 ohne AKM	-	-	25 027	70 634	96 491	112 849	755 742	175 794	113 075
BM70 mit AKM	218 257	496 780	832 231	968 675	1 059 135	1 270 118	1 448 188	1 343 255	1 472 688
Rumpffgruppe	-	82 922	405 562	622 562	744 787	743 279	550 937	490 027	398 351
NKW	4 554	47 567	66 412	88 801	90 837	97 131	127 850	174 135	180 000

In Tabelle 5 sind die prognostizierten Verkaufsplanzahlen detailliert ersichtlich, wobei schon eine Zuteilung zu den repräsentativen Stücklisten stattgefunden hat. Durch den Aufbau im Zuge der Industrialisierung steigen die VPZ bis 2016 sehr stark und danach stetig bis zu einem Maximum im Jahr 2021 an. Die sinkende Anzahl an geplanten Rumpffgruppen von 2017 bis 2021 lässt sich so erklären, dass für dieses Produkt neben einer eigenen Rumpffgruppen-Anlage die Restkapazitäten der anderen Anlagen verwendet werden.

¹⁴⁰ Die variable Turbinengeometrie verändert den Strömungswinkel des Abgases auf das Turbinenrad um den Luftstrom abhängig von der momentanen Motordrehzahl anzupassen. Dies steigert die Effizienz des ATL und trägt zur Überbrückung des „Turbo Lochs“ bei.

¹⁴¹ Quelle: eigene Tabelle, Daten aus BMTS-internem Dokument

3.2.3 Stückliste der Serienprodukte

Der Flächenberechnung für das Serienmaterial liegen die Stücklisten für BM65 und BM70 zugrunde. Die Stückliste enthält neben der Materialnummer für jede Position alle grundlegenden Daten für die weiteren Kalkulationen, wie zum Beispiel Einsatzmenge je ATL, Materialkosten, Verpackungsvorschrift. Die Materialnummer dient dabei als Identifikationsmerkmal bei der Verknüpfung von Datensätzen. Der genaue Dateninhalt, der bei den Berechnungen Verwendung findet, ist in Tabelle 6 zu erkennen. In der Stückliste dient die Materialnummer als eindeutige Identifikationsnummer, anhand derer Zuweisungen stattfinden können. Zahlreiche weitere Daten dienen zur Kategorisierung und weiteren Zuweisung der Daten, um die Berechnungen in Berechnungstabellen, wie Microsoft® Excel, zu erleichtern. Die Spalten „Packstück“, „Je Pstk“ (je Packstück), „Ladungsträger“ und „Je LT“ (je Ladungsträger) sind die Packvorschrift eines Materials, die unabdingbar für die Flächen- und Kostenberechnungen ist. Die Zuteilung zu den Materialkategorien „A“, „B“ oder „C“ erfolgt unter Punkt 3.2.4. In dieser Stückliste ist auch der Hauptlieferant angeführt. So ist es möglich, den einzelnen Lieferanten alle Materialien zuzuordnen, die von diesem Lieferanten bezogen werden. Über diese Zuordnung ist es in weiterer Folge möglich die Frachtkosten zu kalkulieren.

Tabelle 6: Daten der Materialstückliste mit notwendigen Daten (mit Beispieldaten) ¹⁴²

Mat.-Nr	Preis	Projekt	Kat.	Lieferant	Packstück	Je Pstk	Ladungsträger	Je LT	Je ATL
40001178	30,15	1.2I	A	BMTS Bh	RL-KLT 4174	24	Bodenroller 60x40	240	1
40001089	0,89	1.2I	B	Cogeme	RL-KLT 3147	2 160	Europalette	34 560	2
40000163	34,13	2.0I	A	HJ Küpper	GLT faltbar 120x80	60	GLT faltbar 120x80	60	1

Die Stückliste des BM65 hat 33 und die des BM70 48 Materialpositionen, wobei sich die beiden Hauptprodukte nur 2 Komponenten teilen. Die Materialien von diesen Stücklisten werden von 31 verschiedenen Lieferanten geliefert. Hier gilt als zusätzliche Prämisse, dass die Lieferanten dieser Stücklisten als repräsentativ für etwaige andere Lieferanten gelten. Der Grund liegt darin, dass die meisten Lieferanten in Deutschland bzw. in anderen Nachbarländern Österreichs beheimatet sind, sodass sich die Transportraten kaum unterscheiden. In Zukunft werden Gussteile aus China bezogen werden, sofern die entsprechende Qualität geliefert werden kann und die zusätzlichen Logistikkosten nicht die Einsparungen bei den Materialkosten übertreffen. Diese Teile werden so behandelt als würden sie von einem Pufferlager in Slowenien geliefert werden. Die zusätzlichen Logistikkosten des Vorlaufs zur Überwindung der Strecke von China bis zu diesem Lager werden in der Betrachtung zu den Materialkosten gezählt.

3.2.4 ABC-Analyse der Stücklisten und Lieferanten

Um die Arbeit und die Berechnungen der Daten zu erleichtern, ist es notwendig die zugekauften Teile als auch die Lieferanten zu kategorisieren. Durch die Einteilung der Zukaufteile und der Lieferanten ist es nicht mehr erforderlich die Parameter für Teile einzeln zu definieren, es genügt den einzelnen Klassen repräsentative Parameter zuzuteilen. Die Einteilung der Teile passiert in einer ersten Grobbetrachtung mittels der ABC-Analyse und in einer Feinbetrachtung werden die Teile noch nach Art der Ladungsträger unterschieden.

¹⁴² Quelle: eigene Tabelle, Daten aus BMTS-interne Dokument

Die Kategorie als auch die Art des Ladungsträgers bestimmen die Eindeckzeit der Teile vor Ort im Lager. Dabei handelt es sich um eine positionsbezogene Analyse je Produkt.

Die Lieferanten werden ebenso einer ABC-Analyse unterzogen um ihnen kategorisch Anlieferkonzepte zuzuteilen. Die Anlieferkonzepte haben in weiterer Folge Einfluss auf den Zuliefertakt und somit in weiterer Folge auf die Frachtkosten eingangsseitig. Auch diese Analyse ist eine positionsbezogene Analyse.

Analyse der Zulieferteile

Die Pareto-Analyse wird aufbauend auf die Dummy-Stücklisten durchgeführt. Ziel dieser Analyse ist eine Kategorisierung der Materialien anhand ihres Wertinflusses auf das Fertigprodukt als auch auf den Volumsbedarf im Lager. Weiters sind nur die zwei Dummy-Stücklisten aus dem vorigen Kapitel der Arbeit analysiert worden, da diese repräsentativ für alle weiteren Produkte herangezogen werden. In der Analyse werden Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Werkzeuge und anderes Nichtproduktivmaterial nicht berücksichtigt. Diese Materialien haben in der weiteren Betrachtung lediglich einen untergeordneten Stellenwert, da bei der Simulation der verschiedenen Szenarien keine markante Hebelwirkung durch diese Zukaufteile zu erwarten ist.

Die Betrachtung des Wertinflusses geschieht ohne Berücksichtigung der Wertschöpfung im Unternehmen, da bei dieser Analyse der gelagerte Bestandwert der Teile im Fokus ist. Die Analyse nach Wertinfluss gestaltet sich einfach, da hierfür die aktuellen Preise aus dem ERP-System (Enterprise Resource Planning – System) entnommen werden können.

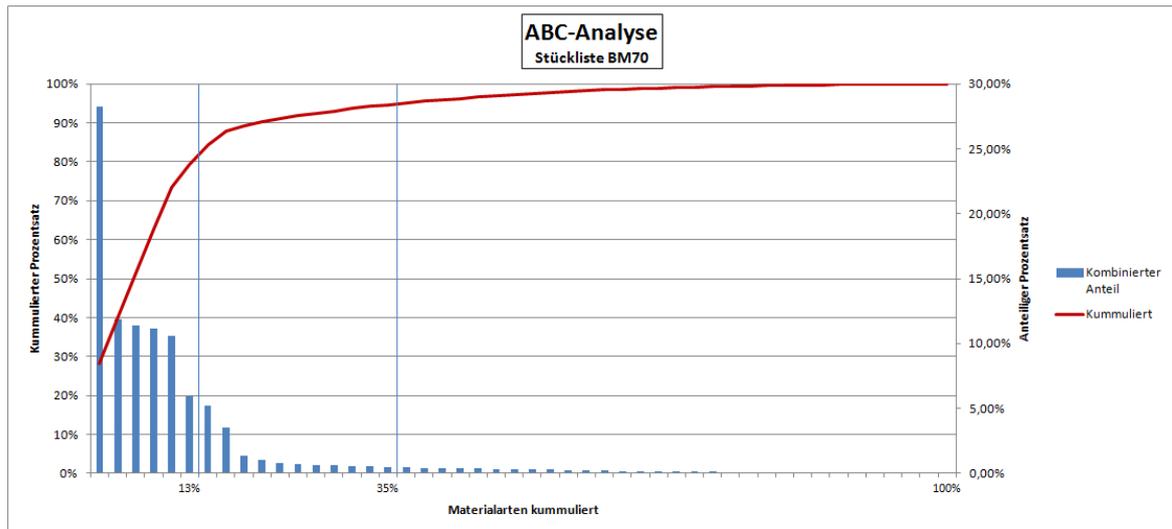
Die Analyse nach Volumsbedarf ist aufwendiger durchzuführen, da hier die einzelnen Packvorschriften der Zukaufteile berücksichtigt werden müssen. Hier muss die Vielzahl der Varianten an Behälter und Ladungsträger genau betrachtet werden. Für die Durchführung der Analyse ist es notwendig die Aussage treffen zu können, welche Fläche durch ein Material für die Produktion einer Fertigung beansprucht wird. Dazu errechnet man sich zunächst den Behälteranteil je Material, woraus in weiterer Folge der Ladungsträgeranteil kalkulierbar ist. Da es Ladungsträger mit verschiedener Grundfläche gibt müssen diese auf einen normierten Wert umgelegt werden. Hierzu dient das „Palettenäquivalent“ (Umrechnung siehe Tabelle 3). Nachdem aus der Normierung der Werte vergleichbare Zahlen kommen, lässt sich auch die Pareto-Analyse nach Volumsbedarf durchführen.

Die Verknüpfung der beiden ABC-Analysen erfolgt durch die Berechnung des Durchschnitts der anteiligen Prozentsätze aus den einzelnen Analysen:

Formel 10: Kombination anteiliger Prozentsätze zur Kombination von ABC-Analysen

$$p_{Kombi} = \frac{p_{Wertanteil} + p_{Volumsbedarf}}{2}$$

In der Literatur finden sich für die Kombination von mehreren ABC-Analysen keine mathematischen Formeln. Eine Multiplikation der Grundwerte (Palettenäquivalent*Wert) ist nicht zielführend, da es große, teure Teile stark überproportioniert.

Abbildung 17: Pareto-Analyse der Stücliste für BM70¹⁴³

In Abbildung 17 ist das Ergebnis der Pareto-Analyse für die Stücliste des BM70 dargestellt, wobei die Markierungen die Abgrenzungen des A- und B-Bereiches verdeutlichen. Beim BM70 bilden 13 % der Materialnummern die A-Gruppe, beim BM65 sind es 12 %. Durch die Analyse der zugekauften Teile erhält man eine Kategorisierung nach A, B und C. In der Berechnung der Fläche und der Bestände werden diesen Kategorien jeweils eigene Parameter zugeteilt, um die Berechnungen zu vereinfachen. Diese Kategorisierung hat ebenso Einfluss auf das Anlieferkonzept der Teile, wobei bei den A-Teilen eine weitere Unterteilung nach Art des Ladungsträgers vorgenommen wird. A-Teile, die auf Bodenrollern kommen, können schneller in einen Versorgungs-Supermarkt eingelagert werden und kommen mit geringerem Handlingsaufwand über eine Milkrun-Versorgung in die Fertigung. Durch diese schlanke Prozesskette vom Wareneingang in die Produktion ist es möglich bei diesen Zukaufteilen geringere Reichweiten einzuhalten.

Analyse der Lieferanten

Um die Analyse für die Lieferanten durchzuführen, werden für jeden Lieferanten, die von ihm gelieferten, Materialnummern zusammengefasst. Hier wird die gleiche Vorgehensweise wie bei der Bewertung der Teile angewandt. Es wird sowohl der, vom Unternehmen zugekaufte, Wert als auch der Volumsbedarf der Zukaufteile je Lieferant betrachtet. Nach Abschluss der ABC-Analysen nach Wert und Volumsbedarf wird auch hier der Durchschnittswert für jeden Lieferanten errechnet, um eine zusammengefasste Analyse zu erhalten.

Je nach Kategorie des Lieferanten werden Anlieferkonzepte zugewiesen. Für die Anlieferkonzepte zählt in erster Linie die Lieferantenkategorie des Zukaufteils und in zweiter Linie erst die Klassifizierung des Teils. Der Grund liegt darin, dass manche Lieferanten viele verschiedene Materialnummern aus dem C-Segment liefern, sodass in Summe die bezogene Menge vom Lieferanten große Bestände ausmacht und hohen Platzbedarf ausweist. So ist ein C-Teile Lieferant für Kunststoffstopfen (mehrere Materialnummern pro Produkt) in Summe ein B-Lieferant, da die Teile viel Platz benötigen. Somit wird den Produkten dieses Lieferanten in der weiteren Betrachtung ein Anlieferkonzept zugewiesen, das einem B-Lieferanten entspricht.

¹⁴³ Quelle: eigene Darstellung

Durch die Betrachtung der Dummy-Stücklisten ist die Anzahl der Lieferanten eingeschränkt und kann so keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Da sich die Lieferantenstandorte hauptsächlich in Deutschland befinden ist die Berechnung dennoch über diesen Weg zulässig. Einerseits sind kaum neue Lieferanten bei den zukünftigen Produkten geplant und andererseits ist zu erwarten, dass zusätzliche Lieferanten ebenso aus bereits bekannten Großregionen stammen. Für den Bezug von Teilen aus anderen Kontinenten gilt die Prämisse, dass ein Konsignationslager in Europa als Lieferantenstandort fungiert, von dem aus Direktlieferungen zu BMTS vorgenommen werden. Es handelt sich dabei Großteils um Lieferungen von Gussteilen aus Asien.

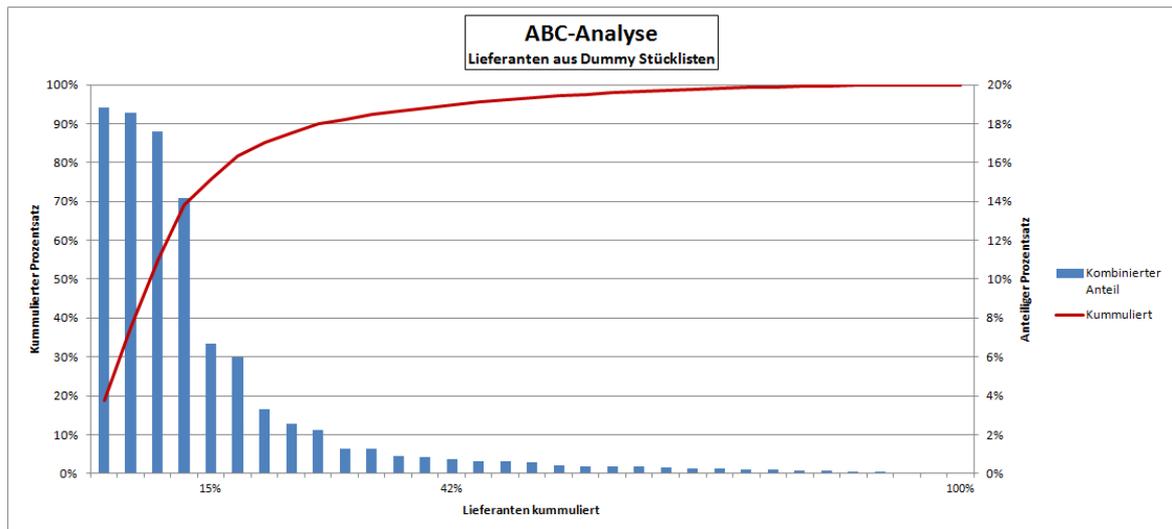


Abbildung 18: Ergebnis der Pareto-Analyse der Lieferanten¹⁴⁴

Die oben stehende Abbildung zeigt das Ergebnis der Pareto-Analyse für die Lieferanten, wobei 15 % der Lieferanten nach Kosten und Transportvolumen zu den A-Lieferanten zählen.

Die oben durchgeführten Pareto-Analysen sind ein notwendiger Grundstein für die Erstellung der nachfolgend beschriebenen Kalkulationen. Die Zuteilung der Daten zur jeweiligen Kategorie erlaubt in den Berechnungen eine unterschiedliche Behandlung für die unterschiedlichen Bestands- und Lieferantenkategorien, ohne weiteren Mehraufwand zu verursachen.

3.3 Erstellen der Kalkulationen

Beim Aufbau der Logistikkonzepte wird immer ein ganzes Jahr im Schnitt betrachtet. Während der Zeit der meisten Industrialisierungstätigkeiten (2013, 2014, 2015) wird das letzte Quartal repräsentativ für das jeweilige Jahr angesehen. Dies geschieht, um der aufwendigen Berechnung ein wenig die Komplexität zu nehmen. Bei der Vorgabe die größte Anspannung eines Jahres in den Berechnungen der Konzepte abzubilden ist die Betrachtung der letzten Quartale vollkommen ausreichend, da in den Abschlussmonaten durch den steten Anstieg der Produktionszahlen die größte Anspannung eines Jahres zu erwarten ist.

Für die nachfolgend beschriebenen Berechnungen wurde Microsoft® Excel verwendet. Vorteile dieses Programmes sind die weitgestreute Anwendung, da es bei allen Rechnern im Unternehmen installiert ist, sowie das weit verbreitete Wissen um Lösungsansätze. Bei

¹⁴⁴ Quelle: eigene Darstellung

Problemen oder nicht üblichen Anforderungen reicht meistens eine Frage an Mitarbeiter vor Ort oder ein kurzer Blick ins Internet, um eine zufriedenstellende Lösung zu finden. Da bei jedem Mitarbeiter Excel installiert ist, ist es möglich nach Abschluss der Arbeit und Fertigstellung der Berechnungswerkzeuge die Kalkulationswerkzeuge jedem Mitarbeiter zugänglich zu machen.

3.3.1 Einfluss der Anlieferkonzepte

Je nach Teilekategorie kommen verschiedene Anlieferkonzepte zu tragen. Das Anlieferkonzept ist, wie bereits im theoretischen Teil der Arbeit erläutert, von vielerlei Faktoren abhängig, wie die Entfernung des Lieferanten zum Unternehmen, die Nähe zu anderen Lieferanten, die verwendeten Transportbehälter und Ladungsträger, das Transportaufkommen und die Stabilität von Produkt und Prozessen.

Das Anlieferkonzept beeinflusst sehr stark die minimale Eindeckzeit (=Reichweite) der einzelnen Teile auf Lager. Die Eindeckzeit wird gewöhnlich in Tagen gemessen. Ein Tag Eindeckzeit bedeutet, dass bei geplanter Produktion ohne erneute Anlieferung das Material nach einem Tag vollständig verbraucht ist. Die Ausprägung des Anlieferkonzepts gibt vor, in welchem Rahmen sich die Eindeckzeiten und die Mindestreichweite der einzelnen Bestandskategorien bewegen können. Dabei gilt es besonderes Augenmerk auf die A-Teile zu legen, da diese die größten Treiber für die Bestandskosten als auch den Flächenbedarf sind.

In Abbildung 19 werden entsprechend der theoretischen Erläuterung in Kapitel 2.1.1 der Arbeit die Anlieferkonzepte für die jeweilige Bestandskategorie mittels eines morphologischen Kastens dargestellt. Bei den A-Teilen gibt es mehrere Anliefervarianten, die im Einsatz sind und für die Kalkulationen als Grundlage dienen. B- und C-Teile werden gewöhnlich über Sammelverkehr abgewickelt und zum Außenlager angeliefert, wobei von diesem Konzept Teile ausgenommen sind, deren Lieferant auch A-Teile liefert bzw. wenn sich der Lieferant in unmittelbarer Nähe zu einem A-Teilelieferanten befindet. Bei den A-Teilen kommen verschiedene Konzepte zum Einsatz, wobei hier grundsätzlich zwischen Teilen von Lieferanten vom europäischen Festland und von Übersee unterschieden wird. Derzeit werden alle Zukaufteile von Lieferanten am europäischen Kontinent bezogen, jedoch sollen in Zukunft auch vermehrt Gussteile chinesischer Lieferanten verbaut werden. Das Konzept hierzu sieht so aus, dass BMTS direkt von einem Hub bezieht, das als Puffer und Umpackstation dient. Der notwendige Ausgleichsbestand befindet sich in diesem Hub, der durch bedarfsgesteuerte Transporte aufrecht erhalten wird. BMTS wird von diesem Hub mit kurzen Eindeckzeiten beliefert, sodass im Unternehmen ähnlich große Bestände notwendig sind, wie wenn der Lieferant auf dem Kontinent situiert wäre. Das Hub zur Umpackung und zur Pufferung der Zukaufteile aus Asien wird mit einem Standort in Slowenien angenommen. Durch dieses Anlieferkonzept ist es möglich die Lieferungen aus Asien ähnlich den anderen Transporten zu behandeln, da die Kosten der vorlaufenden Transporte bis zum Hub, sowie der Bestand dessen nicht in die Kalkulation einfließen. Diese Kosten werden in Bezug auf den Vergleich der Logistikkonzepte nicht berücksichtigt, da sie den Vorteilen in den Materialeinzelkosten gegenüberzustellen sind. Darüber hinaus ist die Entscheidung für ein Logistikkonzept unbeeinflusst von den Lieferungen aus China und deren Abwicklung im Speziellen. Bei A-Teilen aus Europa wird derzeit eine Verbrauchssteuerung umgesetzt, die auf alle A-Teilelieferanten ausgeweitet werden soll. Diese Verbrauchssteuerung wird je nach Entfernung des Lieferanten zum Unternehmen mit Milkruns oder Direkttransporten abgewickelt. Dabei werden bei den Lieferanten aus der Nähe die Teile in den Supermarkt zur Produktionsversorgung verbracht, sodass hier sehr niedrige Mindestreichweiten möglich sind, die langfristig so tief gehen können, dass der Supermarkt nur den Inhalt für einen Schichtbedarf beinhaltet. Bei Lieferanten mit größerer Entfernung zu BMTS werden die Waren über eine Lagerstufe zur Produktionsversorgung bereit gestellt.

Diese Lagerstufe ist derzeit noch das Außenlager, auf der Restfläche der Produktionshalle haben die Supermärkte lediglich einen Tag auf Lager. Was allen A-Teilen aus dem europäischen Lieferantenmarkt gemein ist, ist die Umsetzung von verringerten Wareneingangsprüfungen. Dabei werden nicht mehr bei jeder Lieferung repräsentativ Teile entnommen und geprüft, sondern Lieferchargen übersprungen (Skip-Lot). Bei der traditionellen Wareneingangsprüfung dürfen die Teile erst nach einem positiven Bescheid verwendet und verbaut werden, wogegen beim Skip-Lot die Qualitätsprüfung nur sichernden Charakter besitzt. Sollte etwas von den Ansprüchen und Konstruktionszeichnungen abweichen, werden die Teile genauer untersucht. Mit Zunahme der Produktionszahl und damit auch des Materialaufkommens auf der Inbound-Seite, ist es nicht mehr möglich den Aufwand für eine gewöhnliche Wareneingangsprüfung zu stemmen.

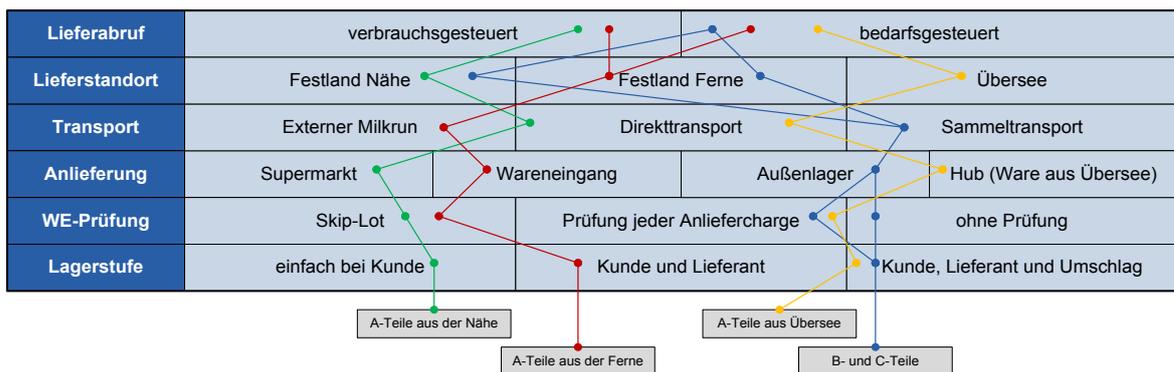


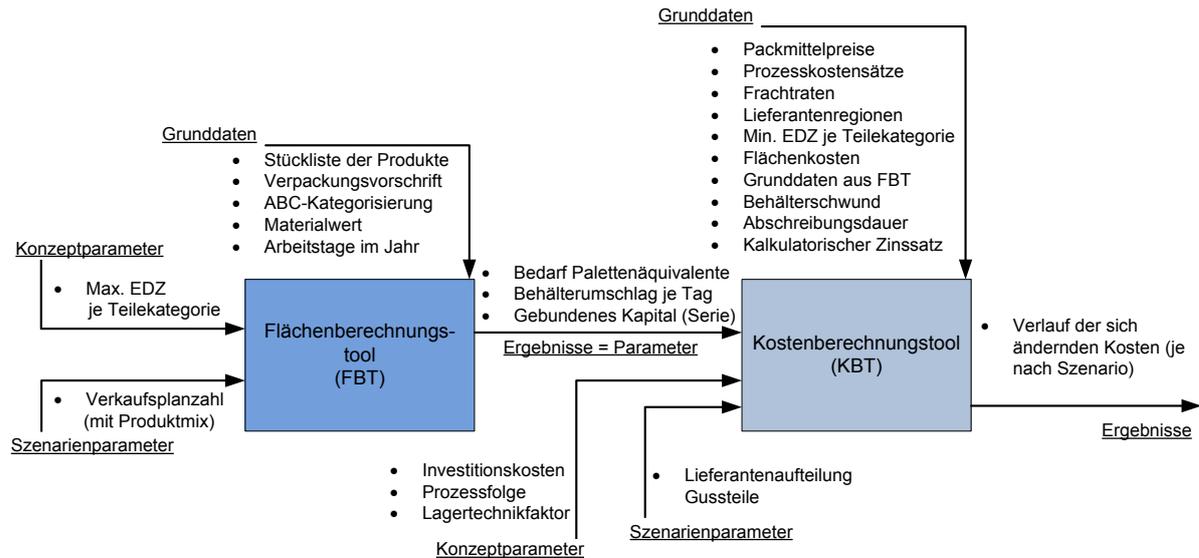
Abbildung 19: Ausprägung der Anlieferkonzepte bei BMTS¹⁴⁵

Neben den Eindeckzeiten hat das Anlieferkonzept auch noch großen Einfluss auf die Ausprägung der Handlingsprozesse. Je nach Bedarf von Lagerstufen ergeben sich auf den verschiedenen Varianten der Anlieferung notwendige Prozesse zur Einlagerung, Auslagerung und Kommissionierung. Dabei handelt es sich um Prozesse, die bei direkten Bestückung von Supermärkten wegfallen.

3.3.2 Zusammenhang zwischen den Berechnungswerkzeugen

Anhand der folgenden Abbildung lassen sich die Zusammenhänge der beiden Berechnungstools genauer erschließen.

¹⁴⁵ Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Klug (2010), S. 290

Abbildung 20: Zusammenhang der Berechnungswerkzeuge¹⁴⁶

In Abbildung 20 werden die Berechnungstools zunächst als Blackbox definiert und die Parameter, notwendigen Grunddaten als auch die gewünschten Ergebnisse festgelegt.

Die drei Eingabekategorien sind:

- Grunddaten

Dabei handelt es sich um die Datenbasis, die bei der Kalkulation von unterschiedlichen Konzepten oder Szenarien nicht verändert werden. Teilweise gibt es für diese Werte auch fixierte Vorgaben aus dem Unternehmen, wie zum Beispiel beim kalkulatorischen Zinssatz oder bei der Abschreibungsdauer. Andere Grunddaten benötigen Vorarbeit, wie die ABC-Kategorisierung von Lieferanten und Teilen.

- Konzeptparameter

Konzeptparameter werden dem jeweiligen Logistikkonzept angepasst und spiegeln dessen Eigenschaften wieder. Die Konzeptparameter sind grundsätzlich auf das Trendszenario ausgelegt.

- Szenarienparameter

Diese Eingabeparameter werden nur bei der Simulation unterschiedlicher Szenarien verändert. Sie bilden das Umfeld, das sich über die Zeit verändert.

3.3.3 Flächenberechnungswerkzeug

Hauptgrundlage für dieses Berechnungswerkzeug bildet eine Abwandlung des „Plan for every Part“ (PFEP). Der PFEP ist ein Standardtool von Bosch zur Visualisierung, Planung und Berechnung von Materialströmen von Beschaffung bis zur Distribution. Die Möglichkeiten dieses Tools decken ein breites Spektrum für die Planung und Simulation in der Materialwirtschaft ab. Durch dieses Berechnungswerkzeug ist es möglich die notwendigen Anlieferfrequenzen bei Zulieferteilen zu bestimmen, weiters lässt sich die Größe der produktionsversorgenden Supermärkte sowie die Milkruns in der Produktion berechnen. Die notwendige Informationsbasis ist daher äußerst umfangreich, da nur dann sichergestellt

¹⁴⁶ Quelle: eigene Darstellung

werden kann, dass der PFEP sinnvoll für die Wertstromplanung verwendet werden kann. Im betrachteten Fall gehen diese Funktionen weit über die gewünschten Ergebnisse hinaus. Zudem sind nicht alle Informationen für die Eingangsparameter verfügbar, da noch nicht alle zukünftigen Produkte im Detail bekannt sind. Zukünftige Stücklisten von einzelnen Produkten sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht absehbar, sodass man über die einzelnen Materialnummern keine eindeutige Aussage treffen kann. Für die Betrachtung der Logistikkonzepte werden keine Ergebnisse in Bezug auf die firmeninterne Logistik benötigt. Es ist für die konkrete Betrachtung vollkommen ausreichend, den täglichen Umschlag der Behälter, die Anzahl an eingelagerten Palettenäquivalenten in Abhängigkeit der Eindeckzeit und das gebundene Kapital durch den Bestand von Serienmaterial zu kalkulieren.

Dafür reicht die Erstellung eines relativ einfachen Berechnungswerkzeuges aus, das nachfolgend genauer erläutert wird.

Aufbau der Kalkulation

Abbildung 21 beschreibt die Kalkulation des notwendigen Platzbedarfs für das Serienmaterial und für die Berechnung des Bestandswerts an Serienmaterial. Hier werden mehrere Daten als Grundlage benötigt. An der Markierung lässt sich erkennen, ob es sich bei den Berechnungsparametern um Grunddaten, Konzeptparameter oder Szenarienparameter handelt. In dieser Abbildung sind ebenso die Zwischenergebnisse beschrieben, sodass hier die „Black Box“ aus Abbildung 20 entschlüsselt wird.

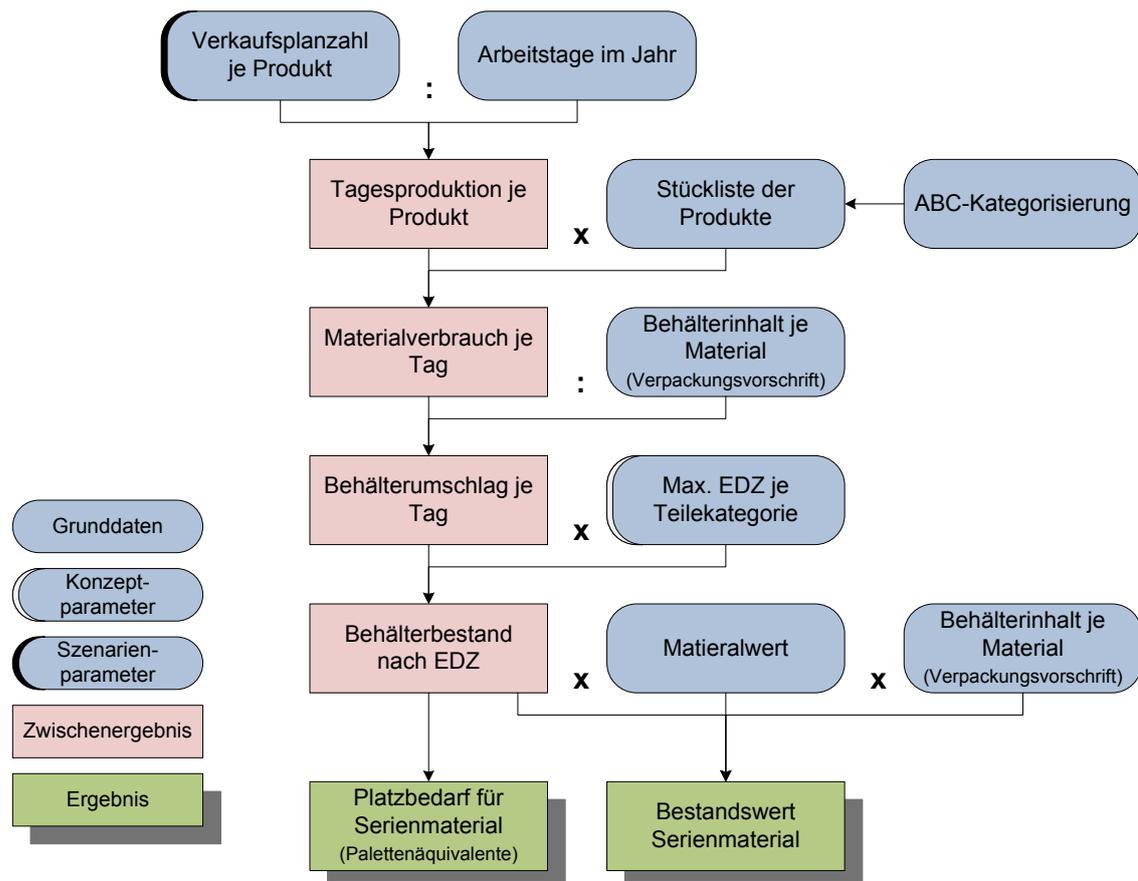


Abbildung 21: Aufbau des Flächenberechnungswerkzeugs¹⁴⁷

¹⁴⁷ Quelle: eigene Darstellung

Die Berechnung hat die geplante Verkaufszahl der jeweiligen Produkte als Ausgangsbasis, wie sie in Kapitel 3.2.2 beschrieben wird. Mit den geplanten Arbeitstagen dividiert, ergibt sich so die Tagesproduktionsmenge je Produkt. Multipliziert man die Tagesproduktionsmenge mit der Verbaumenge aus der Stückliste des jeweiligen Produkts, so erhält man die Mengen der einzelnen Komponenten, also den täglichen Materialbedarf. Die Stückliste ist davor schon um eine ABC-Kategorisierung erweitert worden, sodass im Materialverbrauch bei den einzelnen Komponenten bereits diese Kategorisierung zur weiteren Berechnung als Unterscheidungsmerkmal mitgezogen wird. Nachfolgend wird auf den Materialverbrauch die Verpackungsvorschrift angewandt, wodurch man vom Materialverbrauch auf den täglichen Behälterumschlag kommt. Hochgerechnet mit den Eindeckzeiten für jede Teilekategorie gelangt man zur gelagerten Anzahl an Gebinden. Durch die Anwendung des Umrechnungsfaktors für Behälter auf Palettenäquivalent kommt man zum Ergebnis des Platzbedarfs für das Serienmaterial in Palettenäquivalenten. Die Behälter nach Eindeckzeit sind auf volle Behälter gerundet, sodass im nachgehenden Schritt noch über die Verpackungsvorschrift und den Materialwert der Bestandswert errechnet werden kann. Dabei handelt es sich um den maximalen Bestandswert.

Mit diesem Kalkulationswerkzeug ist es möglich den Platzbedarf von Serienmaterial zu errechnen, wobei die Verkaufsplanzahl und die Eindeckzeit in der folgenden Betrachtung noch verändert werden. Je nach Logistikkonzept ist es nötig die maximalen Eindeckzeiten der Bestandskategorien so zu wählen, dass die Maximalkapazität des Lagers unter Berücksichtigung einer Sicherheit nicht überschritten wird. Zur Simulation von verschiedenen Szenarien kann die VPZ nach Wunsch angepasst werden.

Die Kalkulation ist in Tabellen aufgebaut, sodass für jedes Jahr eine eigene Kalkulationstabelle besteht, die aus einer Parametertabelle die Daten für die Produktionszahlen als auch die Eindeckzeiten bezieht. Die Ergebnisse von jeder Seite werden dann wieder in einem Ergebnistabellenblatt zusammengefasst. Durch den Aufbau eines Kalkulationsblatts für jedes Jahr ist es möglich die Ergebnisse der Kalkulation mit einfachen Änderungen in den Parametern zu erhalten, ohne über weiterführende Programmierkenntnisse verfügen zu müssen.

3.3.4 Kostenberechnungswerkzeug

Als zweites zentrales Berechnungswerkzeug wird eine Kalkulation für die Kosten aufgebaut. Dabei werden verschiedene Kostenblöcke genauer betrachtet, bei denen zu erwarten ist, dass sie sich zwischen den einzelnen Konzepten markant unterscheiden. Wie schon im theoretischen Teil der Arbeit dargestellt, handelt es sich dabei um Investitionsaufwände, Frachtkosten, kalkulatorische Bestandskosten, Prozesskosten des Handlings und Flächenkosten.

Diese Kalkulation baut auf den errechneten Zahlen der Flächenberechnung auf und führt so die Berechnung weiter. Das Ziel dieses Berechnungswerkzeuges ist, einerseits die Basis für den Eckpunkt Kosten im Bewertungsinstrument zu liefern und darüberhinaus den Kostenverlauf über die Jahre zu zeigen. Dies hat den Sinn weiterführende Interpretationen zur Trendentwicklung der Kosten zu erlauben. Durch die durchgehende Entwicklung der Verkaufsplanzahl lässt sich aus dem zeitlichen Kostenverlauf auch der Kostenverlauf mit der Produktionszahl ablesen ohne neuerliche Eingaben der Parameter.

Aufbau der Kalkulation

Wie bei der Flächenberechnung werden in Abbildung 22 und Abbildung 23 die Kalkulationen für die Kosten bildlich dargestellt, wobei hier schon auf den ersten Blick ersichtlich ist, dass sich die Berechnung der Kosten erheblich aufwendiger und komplexer gestaltet. Die

jeweiligen Kostenblöcke werden in der Berechnung einzeln für sich betrachtet und dann für das Ergebnis auf Jahresbasis aggregiert, sodass sich daraus der zeitliche Kostenverlauf erstellen lässt. Wie auch schon bei der Flächenberechnung werden hier die Berechnungen durchwegs für die jeweiligen Jahre durchgeführt. Dabei wird für die Berechnung eines Jahres immer das letzte Quartal als Basis angesetzt, da auch bei der Flächenberechnung das letzte Quartal herangezogen wurde und so die größte Anspannung in den Jahren, in denen die Produktionszahlen stark steigen, simuliert wird.

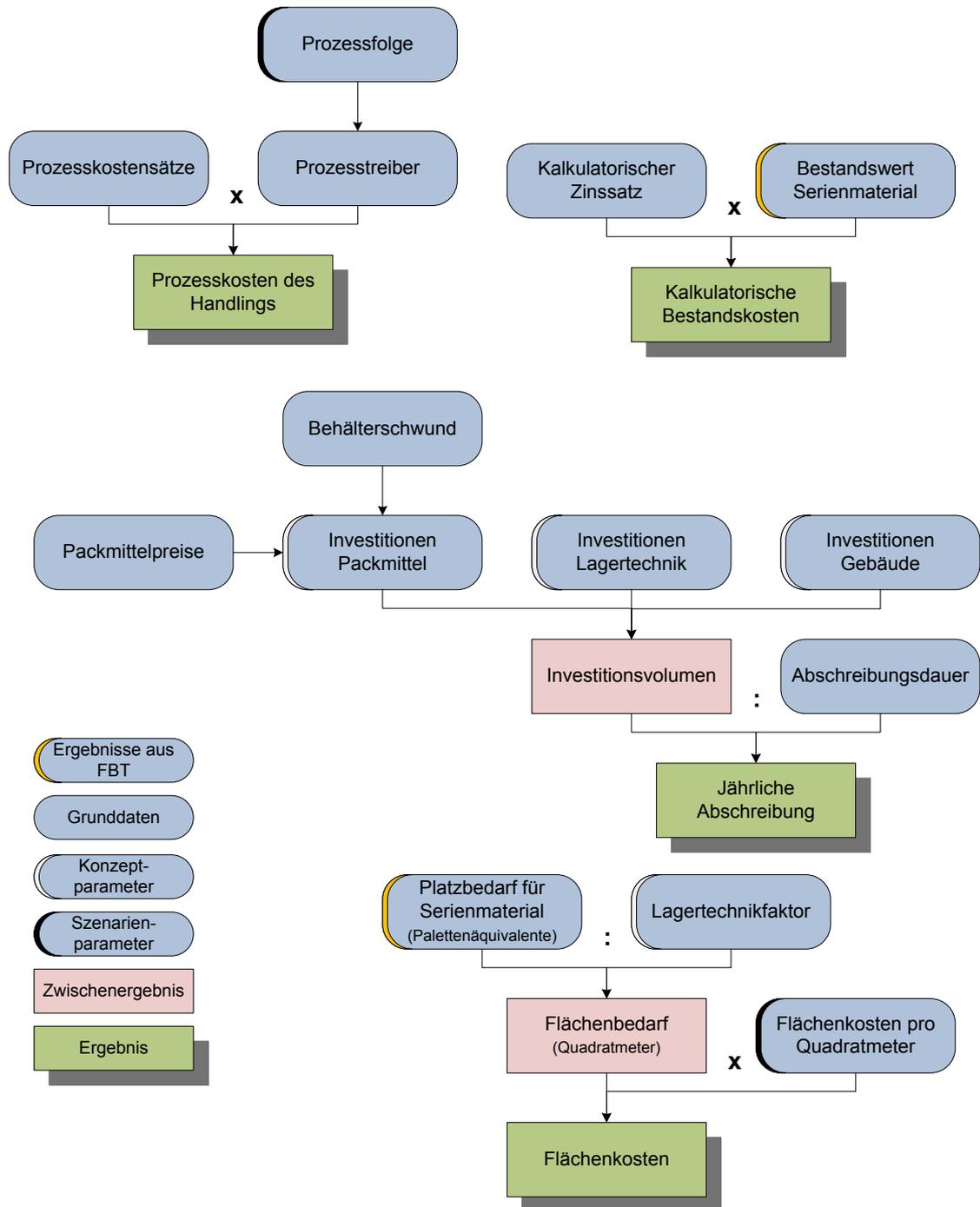


Abbildung 22: Kostenberechnung für Fläche, Handling, Abschreibung und Bestand¹⁴⁸

¹⁴⁸ Quelle: eigene Darstellung

- Prozesskosten des Handlings

Die Handlingskosten sind stark abhängig vom gewählten Konzept, sodass hier eine Unterscheidung in der Prozessfolge getroffen werden muss. Für die Prozesskostensätze sind durch frühere Prozesskostenansätze im Unternehmen bereits Daten vorhanden, sodass jetzt nur mehr die Anzahl der einzelnen Prozesstreiber gefunden werden muss. Typische Unterschiede zwischen den Konzepten sind zum Beispiel die verminderte Anzahl an Einlagerungsvorgängen beim Konzept „Hochfrequente Anlieferung“, da hier die meisten Materialien direkt in einen Supermarkt für die Milkrun-Züge versorgt wird. Demgegenüber stehen aber vermehrte Prozesskosten beim Wareneingang durch häufigere LKW-Steuerung.

- Kalkulatorische Bestandskosten

Bei der Berechnung der kalkulatorischen Bestandskosten wird als Basis der Bestandswert des Serienmaterials herangezogen. Dieser Wert hat seinen Ursprung in der Flächenberechnung und gibt den Maximalbestand des Serienmaterials wieder. Durch die Zusammenführung der einzelnen Stücklisten der jeweiligen Produkte auf die repräsentativen Dummy-Stücklisten wird dieser Wert als geeigneter betrachtet, da gerade die einzelnen Materialien der NKW-Produkte deutlich höhere Materialwerte aufweisen. Als kalkulatorischer Zinssatz wird der betriebsübliche Satz von 5 % herangezogen. Da die verschiedenen Konzepte unterschiedliche Eindeckzeiten für das Zukaufmaterial vorsehen handelt es sich beim Bestandswert des Serienmaterials um einen Parameter, der vom jeweils gewählten Konzept abhängig ist.

- Abschreibungsaufwände aus Investitionen

Zur Bemessung der Investitionsaufwände wird die jährliche, bilanzielle Abschreibung herangezogen. Je nach Investitionsgut werden verschiedene Abschreibungszeiträume angesetzt. Für Behälter wird ein Abschreibungszeitraum von fünf Jahren angenommen, wobei zusätzlich zum normalen Behälteraufkommen noch ein Schwund von 5 % angesetzt wird. Bei Lagertechnik wird die Abschreibungsdauer mit zehn Jahren angenommen, wie bei Anlagen und Maschinen üblich. Der eventuelle Hallenbau wird über 25 Jahre abgeschrieben, wobei es sich hierbei um die normale Abschreibungsdauer für Gebäude handelt. Bei allen drei Investitionsaufwänden – für Packmittel, Lagertechnik und Gebäude – handelt es sich um konzeptabhängige Parameter.

- Flächenkosten

Die Flächenkosten werden durch das Produkt aus Flächenkostensatz und der benötigten Fläche berechnet. Dabei wird die benötigte Fläche durch die verwendete Lagertechnik und durch den Platzbedarf des Serienmaterials bestimmt. Der Lagertechnikfaktor trifft eine Aussage über die Anzahl an Paletten, die auf einem Quadratmeter eingelagert werden können. Hierbei gilt aber auch zu unterscheiden um welches Gut es sich handelt. Erzeugnisse in der Kundenverpackung können verdichtet im Blocklager bis zum Warenausgang aufbewahrt werden, wogegen Zukaufteile auf Bodenroller in Durchlaufregalen nicht derartig stark verdichtet werden können. Der Flächenkostensatz setzt sich aus den Betriebskosten und den konzeptabhängigen Mietkosten zusammen. Betriebseigene Fläche weist anstelle von Mietkosten Abschreibungskosten auf, die aber bei der Fläche der bestehenden Halle eingerechnet und nicht über die Investitionsaufwände berücksichtigt werden. Beim Bau der Halle wird die Abschreibung gesondert unter den Investitionsaufwänden ausgewiesen.

Es stellt sich heraus, dass sich die Kosten aus der maximalen Eindeckzeit, der benützten Lagertechnik und der Fläche in einem labilen Gleichgewicht befinden (Abbil-

24). Dieses labile Gleichgewicht wird nach der Beschreibung der Frachtkostenkalkulation genauer erläutert.

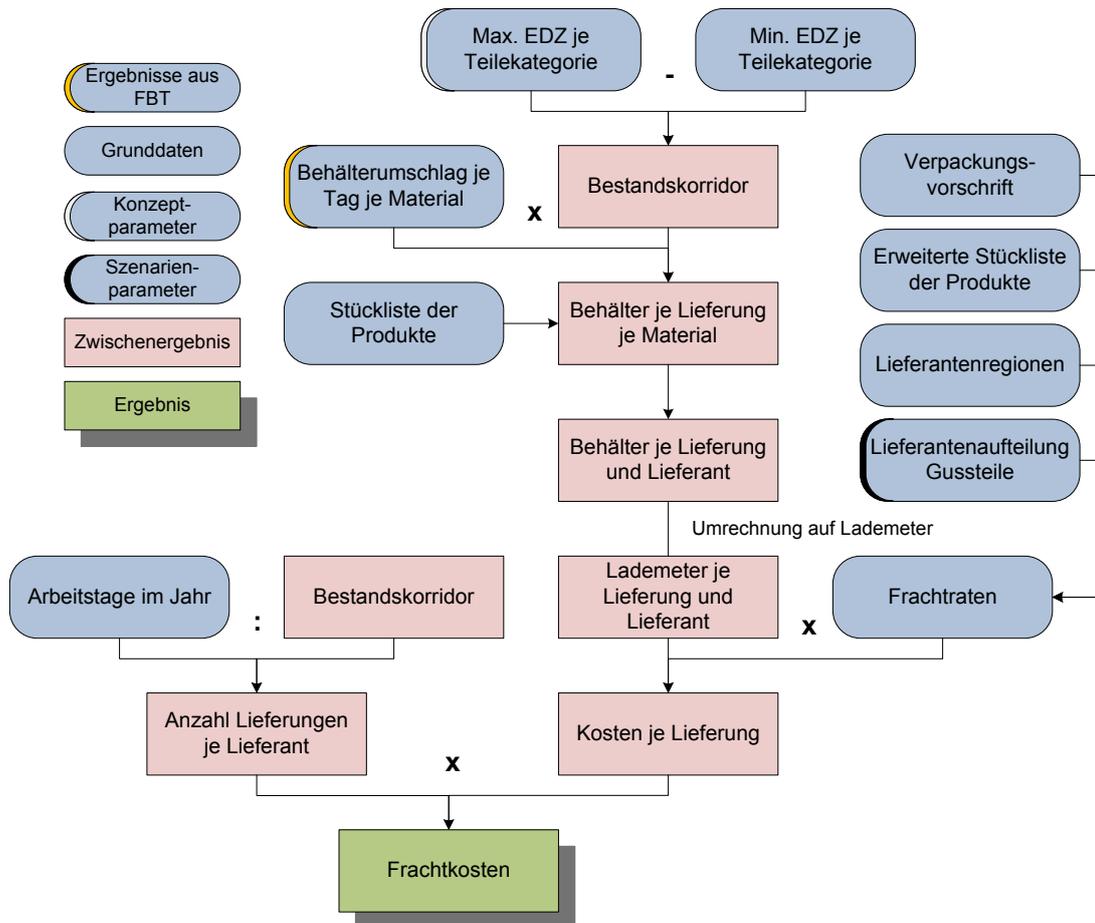


Abbildung 23: Aufbau der Kostenberechnung für Frachtkosten¹⁴⁹

▪ Frachtkosten

In Abbildung 23 wird der Weg von den Parametern zu den Frachtkosten dargestellt. Bei der Berechnung der Frachtkosten wird vom bestehenden Frachtkonzept ausgegangen. Mit Zunahme der Transportmenge und Zunahme der Lieferhäufigkeit lassen sich einige Kostenpotentiale heben, diese werden durch die Kalkulation nicht gesondert ausgewiesen. Bei der genauen Analyse der Kosten wird der Einfluss von Optimierungspotentialen noch genauer betrachtet.

Durch die Definition von maximaler und minimaler Eindeckzeit ergibt sich ein Bestandskorridor für jede Materialkategorie. Dabei ist die minimale Eindeckzeit mit dem Sicherheitsbestand gleichzusetzen, der nie unterschritten werden darf. Eine Lieferung beinhaltet, definiert durch den Bestandskorridor, immer genau diese Menge, die nötig ist, um vom Sicherheitsbestand auf den Maximalbestand zu kommen. Nach der Zusammenfassung von Gleichteilen aus den verschiedenen Stücklisten wird auf ganze Behälter und in weiterer Folge über die Verpackungsvorschrift auf ganze Ladungsträger gerechnet. Danach erfolgt eine Umrechnung auf Lademeter, die die Grundlage für die Frachtkostenberechnung pro Fahrt ist. Über die erweiterte Stückliste, in der die Materialien den Hauptlieferanten zugeordnet sind, erhält man die Ladungsträger je Lieferung

¹⁴⁹ Quelle: eigene Darstellung

und Lieferant. Die Lieferanten sind den jeweiligen Lieferantenregionen zugeteilt. Für die einzelnen Lieferantenregionen werden nun die Frachtraten auf die vorher errechneten Lademeter angewandt. Nachdem die Anzahl der Lieferungen pro Jahr kalkuliert sind lassen sich die jährlichen Frachtkosten ermitteln.

Durch die statische Annahme des bestehenden Frachtkonzepts werden hier etwaige Optimierungspotentiale nicht berücksichtigt. Diese Potentiale lassen sich auch nur äußerst schwer beziffern, in der abschließenden Gesamtbetrachtung der Kosten sollten sie aber zumindest erwähnt werden und so Einzug in die Bewertung finden.

Wie schon vorab angedeutet, lässt sich bei den Kosten von Eindeckzeit, Lagertechnik und Fläche ein labiles Gleichgewicht erkennen, das durch die Ausprägungen der jeweiligen Konzepte als auch der Verkaufsplanzahl von außen beeinflusst wird. Dies wird anhand der folgenden Abbildung genauer beschrieben.

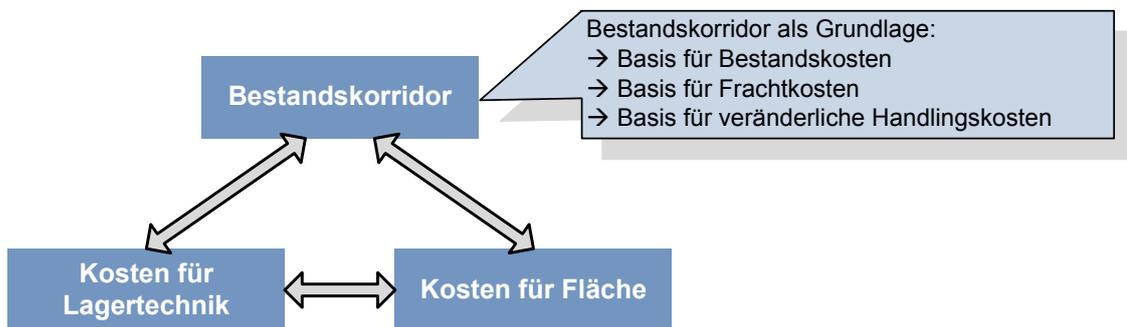


Abbildung 24: Labiles Gleichgewicht von Eindeckzeit, Lagertechnik und Fläche¹⁵⁰

Die drei Faktoren Lagertechnik, Fläche und der Bestandskorridor (Differenz aus maximaler Eindeckzeit und minimaler Eindeckzeit) bestimmen alle veränderlichen Kostenbestandteile, die in die Betrachtung einfließen. Es ist festzustellen, dass eine Kostenverminderung eines Faktors eine Kostenerhöhung in den anderen Faktoren zur Folge hat. Diese Verschiebung der Kosten ist in Grenzen zu beobachten, bei extremen Veränderungen der Faktoren trifft diese Aussage nicht mehr zu. Je nach VPZ und Konzept gilt es hier eine gute Kombination zu erzielen.

Wenn der Bestand auf niedrigem Niveau gehalten wird und damit der Bestandskorridor klein ist, sind die Bestandskosten und die Flächenkosten (Investition in Fläche und Betriebskosten der Fläche) sowie die Investition in Lagertechnik gering, jedoch erhöhen sich die Frachtkosten und die Handlingskosten, die in Abhängigkeit zur Lieferfrequenz stehen. Demnach wird durch höhere Investitionen in Lagertechnik und damit höhere Verdichtung des gelagerten Materials weniger Fläche benötigt. Dies gibt einen vergrößerten Spielraum beim Bestandskorridor, sodass dabei kosteneffizienter geliefert werden kann. Weiters hat eine größere Fläche den gleichen Effekt wie Investitionen in Lagertechnik, wobei dabei die Verdichtung des Lagers durch höher entwickelte Lagertechnik nicht nötig ist.

3.4 Analyse und Bewertung der Logistikkonzepte

Nach der Aufbereitung der Daten werden die Konzepte erarbeitet. Dabei ist es wichtig die Konzepte hinsichtlich der Parameter in Zahlen auszudrücken, um die Berechnungen, die als realistische Grundlage der Bewertung dienen sollen, durchführen zu können.

¹⁵⁰ Quelle: eigene Darstellung

Die Analyse und Bewertung der einzelnen Logistikkonzepte erfolgt anhand des im praktischen Teil erarbeiteten Bewertungsinstruments. Im anschließenden Kapitel dieser Arbeit werden dabei die Ergebnisse der einzelnen Faktoren im Bewertungsinstrument zusammengefasst und dadurch ein ganzheitlicher Vergleich ermöglicht. Zunächst werden nachfolgend die einzelnen Faktoren – also die Eckpunkte der Bewertung – für sich getrennt betrachtet, wobei bei jedem Faktor nochmals zusammengefasst wird, welche Indikatoren speziell für diesen Fall bewertet wurden. Bei der getrennten Betrachtung sollte vor allem der Kostenaspekt in den Vordergrund treten, da diese Facette der Bewertung nach allgemeinem Empfinden den stärksten Einfluss auf die Entscheidung hat.

3.4.1 Kosten

Wie im praktischen Teil beschrieben wurden die verschiedenen Logistikkonzepte hinsichtlich ihrer Kosten analysiert. Durch die Erstellung des Kostenberechnungswerkzeuges ist es möglich den Kostenverlauf der Konzepte über die Jahre zu erkennen. Die einzelnen Jahre spiegeln auch, wie schon oben erläutert, die Produktionszahlen (Tabelle 4) wider. Die Kostenentwicklung der einzelnen Konzepte wird in Abbildung 25 veranschaulicht. Für die Kostenbetrachtung gelten die Voraussetzungen, dass mit dem Jahr 2015 das neue Gebäude für das Konzept „neue Halle“ fertiggestellt und bezogen ist. Die Umsetzungsphase für das Konzept „hochfrequente Anlieferung“ ist bis Ende des Jahres 2015 begrenzt, sodass ab diesem Zeitpunkt der alleinige Betrieb der Logistik im bestehenden Gebäude angenommen wird. Bis zu diesen Zeitpunkten gilt die Annahme, dass das Außenlager mit betrieben wird. So lassen sich die stark abfallenden Kosten der grünen Linie von 2014 auf 2015 und der blauen Linie von 2015 auf 2016 erklären. Die Jahreskosten sind durch die Jahresproduktionszahlen dividiert, sodass die Kurven die Kosten pro Turbolader repräsentieren. Hierbei ist zu beachten, dass es sich nicht um Logistikgesamtkosten handelt, sondern nur um die Teilkosten, die sich zwischen den Konzepten merklich unterscheiden. Dadurch ist die Aussagekraft der Graphik nicht im absoluten Betrag zu suchen sondern in den Differenzen der einzelnen Kurven.

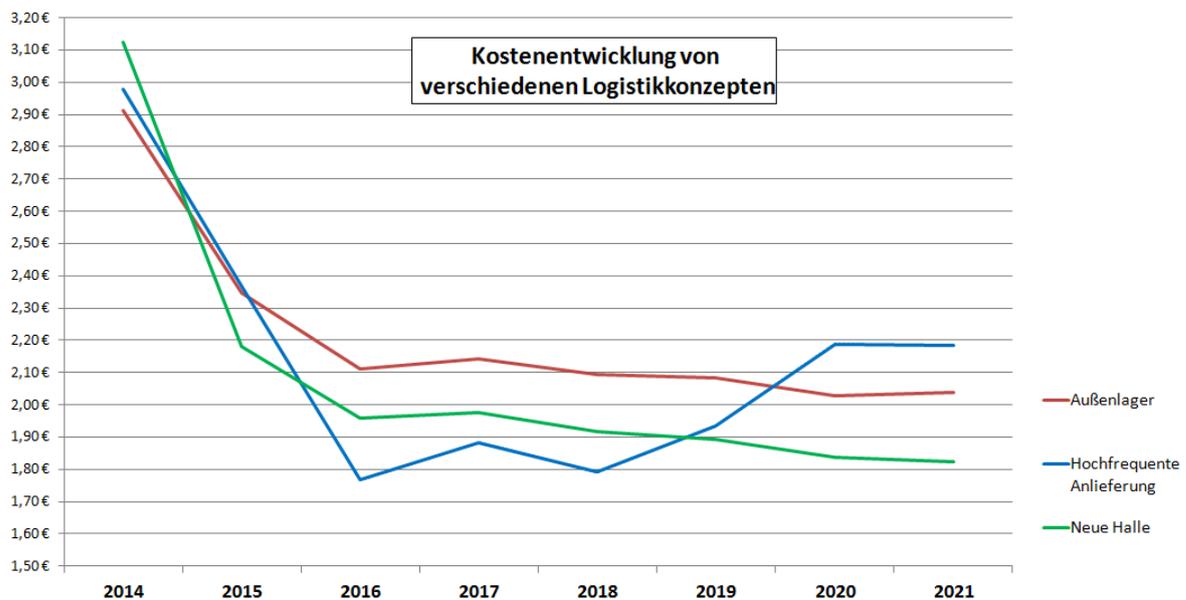
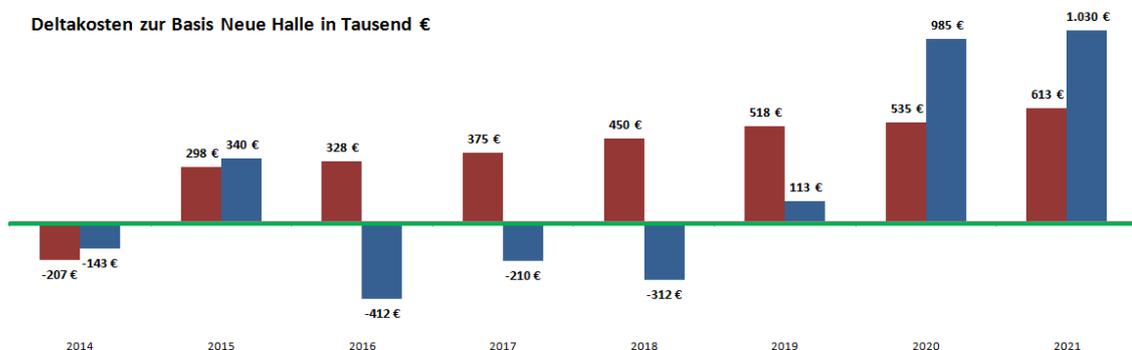


Abbildung 25: Kostenentwicklung über den Betrachtungszeitraum¹⁵¹

¹⁵¹ Quelle: eigene Darstellung

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass das Außenlagerkonzept durchgehend über dem Kostenniveau des Konzepts „neue Halle“ liegt, sobald es vollständig umgesetzt ist. Die über den gesamten Zeitraum durchgehenden und vergleichsweise hohen Kosten beim Außenlagerkonzept ergeben sich durch den Shuttleverkehr zwischen Außenlager und Produktionshalle. Das Versorgungsshuttle zwischen dem Außenlager und BMTS muss bei höher werdender Stückzahl immer häufiger kursieren, weswegen die Kostenschere zwischen diesen beiden Logistikkonzepten mit den Jahren und den ansteigenden Produktionszahlen größer wird. Demgegenüber ist das Konzept „hochfrequente Anlieferung“ bei den Produktionszahlen in den Jahren von 2016 und 2018 am günstigsten. Die Abschreibung der Lagertechnik fällt hier nicht so stark ins Gewicht, da durch die Direktversorgung von Supermärkten ohne zusätzliche Lagerstufe Handlingskosten, Flächenkosten und Bestandskosten eingespart werden. Ab den Stückzahlen von 2019 steigen die Frachtkosten, ausgehend vom derzeitigen Frachtkonzept, überproportional stark an, sodass dieses Konzept zusehends ungünstiger wird. Die begrenzte Fläche vor Ort kann nicht mehr so hohe Reichweiten der Zukaufteile beherbergen, sodass häufiger am Tag angeliefert werden muss. Diese Entwicklung vermindert die Kapazitätsauslastung der Direkt- und Milkrun-Transporte des derzeitigen Frachtkonzepts, die zwischen Lieferanten und BMTS fahren, sodass die Fahrten immer unwirtschaftlicher werden. Dieser starke Anstieg der Kosten ist nicht im vollen Ausmaß anzunehmen, da mit der Einführung des Konzepts „hochfrequente Anlieferung“ auch eine permanente Überwachung und Infragestellung des sich im Einsatz befindlichen Frachtkonzepts nötig ist. Dabei müssen alternative Ansätze für die Fracht gewählt werden, die die Auslastung der Einzeltransporte erhöhen. So kann es von Vorteil sein, die Direktlieferungen auf Sammelverkehr umzustellen oder die Materialien gemeinsam mit einem anderen nicht ausgelasteten unternehmensfremden Regelverkehr zu transportieren, der dadurch eine bessere Auslastung erzielen kann. Nach Abschätzung eines Logistikberaters, der vom Unternehmen beschäftigt wird, sollten die Frachtkosten bei diesem Konzept in den Jahren mit höchster Verkaufsplanzahl nur bis zu 15 % über dem Niveau der anderen Konzepte liegen.

In der nachfolgenden Abbildung lassen sich die gesamten Deltakosten der Konzepte „hochfrequente Anlieferung“ und „Außenlager“ zur Basis „neue Halle“ für die einzelnen Jahre im Betrachtungszeitraum erkennen. Diese Darstellung der Kosten untermauert, dass die Kostenschere zwischen Außenlager- und Hallenkonzept über die Jahre mit zunehmender Produktionszahl zunimmt. Ebenso lässt sich klar erkennen, dass die Kosten mit „hochfrequenter Anlieferung“ über den Betrachtungszeitraum niedriger oder zumindest vergleichbar hoch sind, wenn man die Anpassungen des Frachtkonzepts als großes Kostensenkungspotential ansieht.

Abbildung 26: Deltakosten der Alternativkonzepte von 2014 - 2021¹⁵²¹⁵² Quelle: eigene Darstellung

Bei der Betrachtung der berechneten Kostenblöcke aus der Simulation (Tabelle 7) lässt sich feststellen, welche Kosten durch die verschiedenen Konzepte verstärkt verursacht werden.

Tabelle 7: Betrachtete Kostenblöcke der einzelnen Logistikkonzepte¹⁵³

Kostenblöcke \ Konzepte	Neue Halle	Hochfrequente Anlieferung	Außenlager
Frachtkosten	14 361 819 €	18 009 266 €	14 361 819 €
Investitionen	3 510 514 €	2 085 493 €	1 926 514 €
Handlingskosten	4 548 839 €	4 942 574 €	8 812 537 €
Flächenkosten	627 729 €	600 288 €	858 072 €
Bestandskosten	4 329 663 €	3 123 901 €	4 329 663 €
Summe	27 378 564 €	28 761 522 €	30 288 605 €

Die Handlingskosten und Investitionsaufwände sind dabei die größten Hebel, wenn man dabei die große Differenz der Frachtkosten außen vorlässt. Unter der Annahme das inboundseitige Transportkonzept nicht zu verändern, findet man das zweitgrößte Delta zwischen den Logistikkonzepten bei den Frachtkosten mit ungefähr 3,7 Millionen € über den Zeitraum von 2014 bis 2021. Die Handlingskosten beim Außenlagerkonzept sind im Vergleich zu den anderen Konzepten äußerst hoch, da hier die Kosten für Transport und Handling des notwendigen Shuttles für den Transport zwischen Außenlager und BMTS beinhaltet sind.

Abschließend lässt sich feststellen, dass bei den Kosten zwar Unterschiede auszumachen sind, diese jedoch, über den gesamten Zeitraum betrachtet, nicht den Ausschlag für oder wider ein Konzept geben dürfen. Der Grund liegt darin, dass die Kostendifferenzen zwischen den Logistikkonzepten gemäß der Kostensimulation zwar in einem durchaus spürbaren Bereich liegen, diese aber bezogen auf die Gesamtkosten der Logistik nur eine geringfügige Rolle spielen. Allein durch verschiedene Optimierungsmaßnahmen, die auf die jeweiligen Konzepte abgestimmt sind, ließen sich Potentiale heben, die die Differenz zu anderen Konzepten ausgleichen können. In weiterer Folge bedeutet das, dass der strategischen Ausrichtung des Unternehmens größere Bedeutung in der Entscheidung für ein Logistikkonzept beizumessen ist als den Kosten.

3.4.2 Zeit

Beim Faktor Zeit ist die Kapitalbindung und ihre Langfristigkeit ausschlaggebend, wobei vorrangig nach der Abschreibungsdauer einer Investition unterschieden wird. Die längste Kapitalbindung findet sich beim Bau einer neuen Halle, da hier eine 25jährige Abschreibungsdauer zu Buche steht. Dem entgegen fließt in die Bewertung die relative Amortisationszeit gegenüber dem Außenlagerkonzept positiv ein. Kürzere Kapitalbindung herrscht beim Konzept der hochfrequenten Anlieferung, wobei hier mit einer zehn Jahre dauernden Abschreibung für die Anlagen und die Lagertechnik gerechnet wird. Ausgehend von der derzeitigen Situation, sind die minimale, vertragliche Bindungsdauer und damit die Kapitalbindung des Außenlagers mit einem Jahr beschränkt. Durch die kurzfristige Bindung und die zeitliche Flexibilität des Kapitaleinsatzes beim Außenlagerkonzept, wird dieses am besten bewertet.

¹⁵³ Quelle: eigene Tabelle

Tabelle 8: Relative Vorteilhaftigkeiten der Konzepte¹⁵⁴

Gegenübergestellte Konzepte	Relative Amortisation ohne Konzeptanpassung
„Neue Halle“ gegenüber „Außenlager“	im 13. Jahr
„Hochfrequente Anlieferung“ gegenüber „Außenlager“	im vierten Jahr

Die Bewertung dieses Punktes basiert auf einer quantitativ bestimmten Basis. Durch diese Bestimmung des Eckpunkts kommt es zu einer annähernden Gleichverteilung der Resultate über die Bewertungsachse beim Eckpunkt Zeit. Um hervorstreichen, dass das Außenlagerkonzept keine Amortisation gegenüber den anderen Konzepten aufweist nimmt es nicht den möglichen vollen Wert im Bewertungsinstrument ein. Genauso werden die Konzepte „neue Halle“ und „hochfrequente Anlieferung“ etwas besser bewertet, da sie sich gegenüber dem Außenlagerkonzept noch in einem angemessenen Zeitraum amortisieren (s. Tabelle 8). Bei der Betrachtung der relativen Vorteilhaftigkeiten wurden etwaige Konzeptanpassungen bei „hochfrequente Anlieferung“ dahingehend berücksichtigt, dass die stark steigenden Kosten des Konzepts „hochfrequente Anlieferung“, die sich in den Jahren 2020 und 2021 deutlich über dem Kostenniveau von „Außenlager“ befinden, nicht in die Rechnung mit eingebunden worden sind.

3.4.3 Qualität

Die Qualität eines Konzepts wird durch die Umsetzungsstärke bzw. durch den Umsetzungszwang von Lean Prinzipien und Methoden definiert und für das Bewertungsinstrument qualitativ bewertet. Einfluss haben alle oben erwähnten Prinzipien und Leitlinien der Lean Philosophie, die im praktischen Teil der Arbeit beschrieben und erläutert wurden. Vorrangig wird die Bewertung von den Prinzipien der Lean Logistik umrahmt. In Bezug auf die Verschwendungen aus dem TPS und dem BPS kommt den Verschwendungsarten unnötige und lange Transportwege, Lagerhaltung, Fläche, unnötige Bewegungen sowie Wartezeit besondere Bedeutung in der Bewertung der Konzepte hinsichtlich ihrer Ausprägung gemäß der Lean Philosophie zu. Besondere Beachtung bei der Qualitätsbeurteilung wird den Prinzipien Fließprinzip, Wertstromorientierung und Perfektionsstreben geschenkt, da diese außerhalb der Produktionsprozesse durch die Logistik und dessen Konzeption gewichtig beeinflusst werden. Aus der Lean Logistik gehen bei der Beurteilung die Punkte Synchronisation, Stabilität und Integration in die Bewertung ein. Wobei hier erwähnt werden soll, dass die Stabilität der Logistik starken Einfluss auf die Stabilität der Produktion hat. Erst durch stabile, beherrschte Prozesse in der Logistik ergibt sich die Möglichkeit schlanke Prozesse in der Produktion umzusetzen.

¹⁵⁴ Quelle: eigene Tabelle

Tabelle 9: Qualitätsbewertung der Alternativkonzepte¹⁵⁵

	Kriterien zur Qualitätsbewertung	Neue Halle	Hochfrequente Anlieferung	Außenlager
Verschwendungen	Unnötige & lange Transportwege	++	o	o
	Lagerhaltung	o	++	o
	Unnötige Bewegungen	+	+	o
	Wartezeit und Leerlauf	+	++	o
	Fläche	o	++	+
Lean Prinzipien	Fließprinzip	+	++	o
	Wertstromorientierung	+	+	o
	Streben nach Perfektion	+	++	o
Lean Logistik	Synchronisation	+	++	o
	Stabilität	++	+	+
	Integration	++	++	o
Umweltbewusstsein		+	o	+

Der Versuch die Bereiche Logistik und Produktion getrennt voneinander zu verschlanken wird auf Dauer nicht zielführend sein. Zusätzlich zu den oben genannten Kriterien der Lean Philosophie wird noch der Reifegrad der Anlieferkonzepte aus den Logistikstandards des BPS für die einzelnen Logistikkonzepte berücksichtigt. Darüber hinaus wird auch das einhergehende Umweltbewusstsein der Konzepte beurteilt, da gerade die Schonung der Umwelt und die Reduktion des Kohlendioxidausstoßes in den Unternehmensleitlinien verankert sind. Die Einschätzung der Ausprägung dieses Eckpunkts wird rein qualitativ durchgeführt. Die Rücksichtnahme auf die Umwelt wird danach auf die Bewertung der Lean-Umsetzung aufgeschlagen. Der Neubau einer Halle neben dem bestehenden Gebäude wird im Vergleich zur Vielzahl an Transporten bei der hochfrequenten Anlieferung und beim Außenlagerkonzept umweltschonender bewertet. Das Konzept „neue Halle“ wird aufgrund des langfristigen und Transporte einsparenden Konzepts positiv bewertet. Dem gegenüber stehen negative Beurteilungen der anderen beiden Konzepte aufgrund von übermäßigem Shuttleverkehr und häufigen Transporten, die beim alternativen Konzept mit einem Hallenbau minimiert werden.

3.4.4 Flexibilität

Der Punkt für die Flexibilität wird durch eine quantitative Beurteilung der Kostenelastizität, wie unter Kapitel 2.7.1 beschrieben, bestimmt und wird erweitert durch eine qualitative Einschätzung der räumlichen Flexibilität beim jeweiligen Konzept. Die Kostenelastizität wird durch die Kostenveränderung kalkuliert, die sich durch Veränderungen der Verkaufsplanzahl und der Zusammenstellung des Produktmixes ergeben. Dabei wird die Verkaufsplanzahl einmal über den Betrachtungszeitraum um 25 % erhöht und erniedrigt, somit er-

¹⁵⁵ Quelle: eigene Tabelle

gibt sich auch durch den durchgehenden Anstieg der Produktion bis 2021 eine immer stärker werdende Abweichung zum Trend. Neben diesem Positiv- und Negativszenario wird noch eine „seitliche“ Abweichung zum Trendszenario mit einer jeweils 33 %-Verschiebung der beiden großen Produktkategorien angenommen. Bildlich im Szenariotrichter dargestellt handelt es sich bei der Änderung der Verkaufsplanzahl um vertikale Abweichungen und der Simulation des Positivszenarios und des Negativszenarios. Dem gegenüber stellt die Änderung des Produktmixes die horizontalen Abweichungen im Trichter dar, sodass sich die simulierten Szenarien nicht nur auf die reine Verkaufsplanzahl und damit auf die vertikale Achse beschränken.

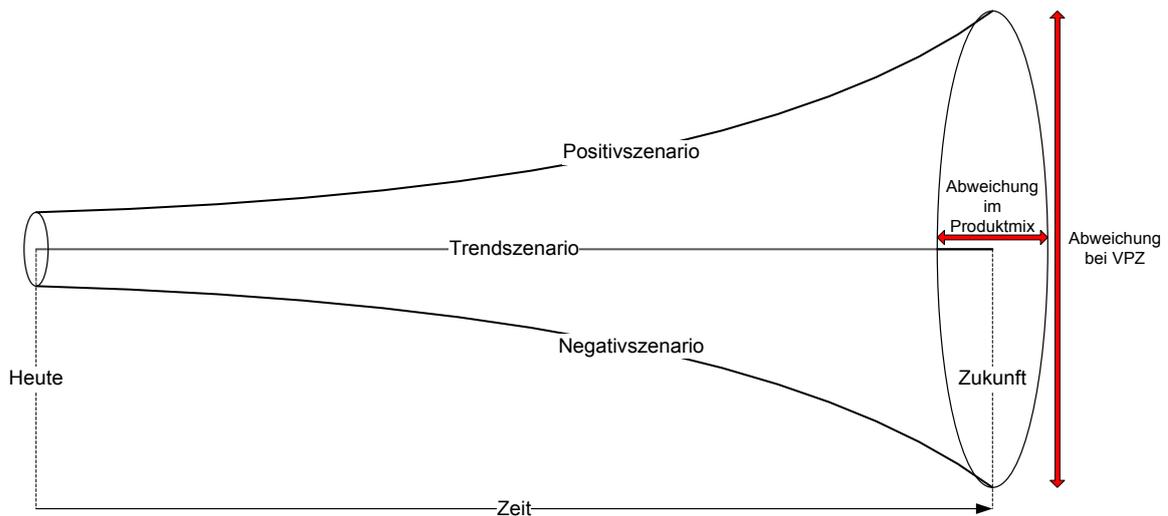


Abbildung 27: Szenariotrichter mit definierten Abweichungen¹⁵⁶

Die Reaktion der Kostensimulation auf die zwei Szenarien bei Veränderung eines Parameters hat je eine Kostenerhöhung und eine Kostenverminderung zur Folge. Das Verhältnis von positiver zu negativer Kostenelastizität der Szenarien wird für die weiterführende Bewertung herangezogen. Wenn das Verhältnis im Vergleich zu den Alternativkonzepten besser ist, so ergibt sich daraus eine bessere reaktive Flexibilität des Konzepts.

Neben der Bewertung der Kostenelastizitäten wird hier noch die räumliche Anpassungsfähigkeit der einzelnen Konzepte abgeschätzt, sodass auch hierbei eine qualitative Bewertung angewandt wird. Die Beurteilung der räumlichen Flexibilität ist erforderlich, da durch die Entwicklung und Einführung ständig neuer Produkte Kapazitäten vor Ort gebildet werden müssen, um Puffer für die anlaufende Produktion zu schaffen. Die Erfahrung der letzten Produktionsanläufe von neuen Erzeugnissen hat gezeigt, dass die Produktion als auch die Kundennachfrage stärker ansteigt als die Kapazität bei den Lieferanten, wodurch einseitig Pufferbestände aufgebaut werden, um die Produktion in der Anlaufphase zu sichern. Kundenseitig kann es ebenso nötig sein Bestände aufzubauen, um durchgehend lieferfähig zu bleiben. Ein Grund dafür sind die Betriebsruhen im Sommer und im Winter zu Weihnachten, wofür vorab Fertigwarenbestände aufgebaut werden, aus denen die Kundenabrufe in der arbeitsfreien Zeit bedient werden.

¹⁵⁶ Quelle: angepasste Darstellung von Geschka (2012), S. 4 und Reibnitz (1987), S. 30

Tabelle 10: Kostenelastizitätskoeffizienten und Elastizitätsverhältnis der Konzepte¹⁵⁷

Szenario / Logistikkonzept		Neue Halle	Hochfrequente Anlieferung	Außenlager
vertikale Szenarien	VPZ + 25%	0,6719	0,4824	0,7231
	VPZ- 25%	-0,5870	-0,3872	-0,5987
horizontale Szenarien	33% von 1.2 auf 2.0	0,1272	0,1301	0,1603
	33% von 2.0 auf 1.2	-0,1972	-0,1062	-0,1995
Verhältnis vertikal		1,1446	1,2459	1,2078
Verhältnis horizontal		0,6450	1,2250	0,8035

Das Verhältnis der Kostenelastizitäten aus der Simulation der jeweiligen Szenarien (Tabelle 8) hat zum Ergebnis, dass die Konzepte „neue Halle“ und „Außenlager“ etwas besser abschneiden als das Konzept „hochfrequente Anlieferung“. Hinzu kommt, dass bei den beiden erstgenannten Logistikkonzepten Flächenbedarfe in angemessenen Zeitraum für Pufferbestände und kurzfristige Erweiterung der Flächen gedeckt werden können. „Hochfrequente Anlieferung“ hat dabei im Vergleich zu den alternativen Varianten eine bedeutend niedrigere Maximalkapazität. Anmietungen von zusätzlichen Flächen in Außenlagern gestalten sich darüber hinaus schwierig, da die für den Betrieb notwendige Rahmenbedingungen, wie organisierter Shuttleverkehr, Außenlagerpersonal, vertragliche Vereinbarungen, erst geschaffen werden müssen.

3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nach der Ausarbeitung der Einzelergebnisse für jeden Faktor im Spannungsfeld werden die Ergebnisse zusammengeführt, sodass ein anschaulicher und ganzheitlicher Vergleich der einzelnen Konzepte als Entscheidungsbasis ermöglicht wird. Dies geschieht mit dem im praktischen Teil vorgestellten Bewertungsinstrument. Dabei werden die Ergebnisse der einzelnen Konzepte auf unsichtbaren Achsen für jeden Eckpunkt aufgetragen. Durch die Zusammenführung der einzelnen Ergebnisse und Beurteilungen lassen sich die Konzepte hinsichtlich ihrer Ausprägung bei jedem der vier betrachteten Faktoren vergleichen.

Dies hat im speziellen Fall besondere Bedeutung, da der Kostenunterschied zwischen den einzelnen Konzepten sehr gering ausfällt.

3.5.1 Ergebnisdarstellung mittels Bewertungsinstrument

In der folgenden Abbildung sind die Ergebnisse der drei Logistikkonzepte über den gesamten Betrachtungszeitraum im Bewertungsinstrument zu sehen. Durch das Aufspannen von Feldern erhält man schon auf den ersten Blick einen Eindruck welches Konzept mehrere Kriterien gut abdecken kann, wie es im speziellen Fall „neue Halle“ und „hochfrequente Anlieferung“ können.

¹⁵⁷ Quelle: eigene Tabelle

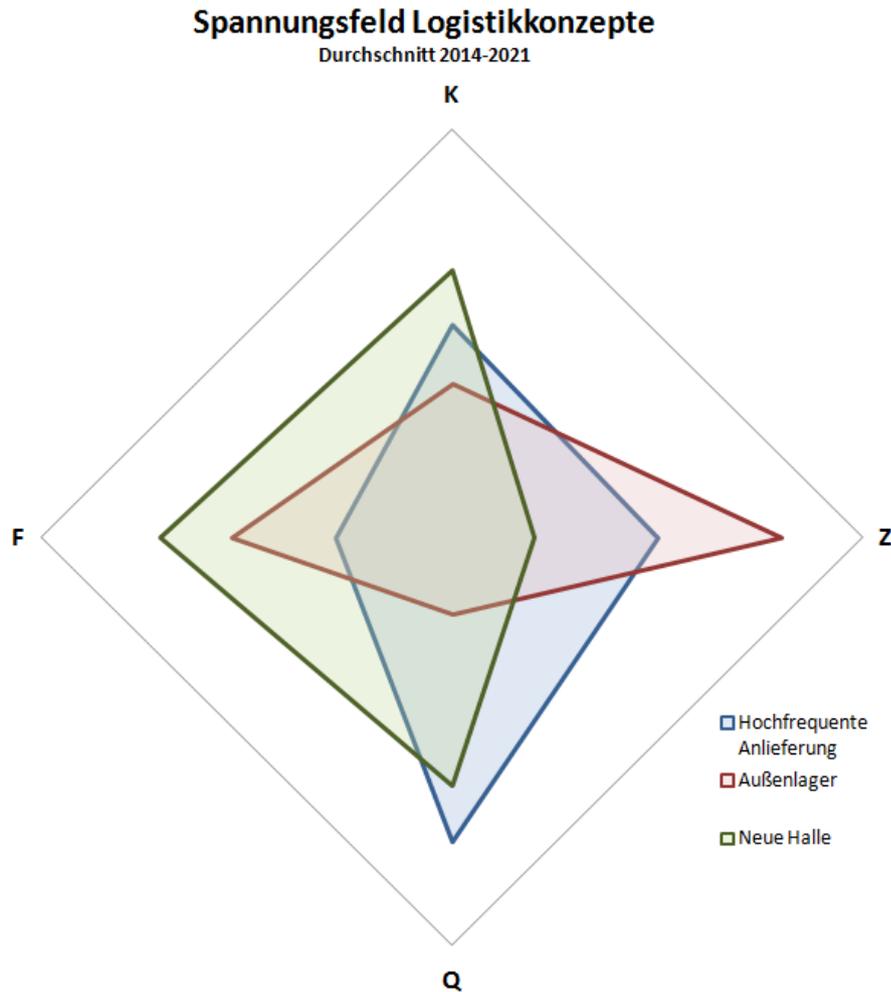


Abbildung 28: Gesamtvergleich der Logistikkonzepte mittels Bewertungsinstrument¹⁵⁸

Konzept „Außenlager“

Es lässt sich schnell erkennen, dass das Außenlagerkonzept längerfristig nicht wirtschaftlich zu betreiben ist und dass auch die Kosten, sowie die Qualität des Konzepts nicht mit den alternativen Varianten mithalten können. Da für das Außenlager keine großen Investitionen zu tätigen sind, wird auch kein Kapital langfristig gebunden, wodurch sich das Konzept einzig und allein durch die Kurzfristigkeit der Kapitalbindung auszeichnet. Dem gegenüber stehen hohe Kosten während des Betriebs des Außenlagers, was vor allem am Shuttlebetrieb liegt, der mit zunehmender Produktionszahl höhere Frequenz aufzuweisen hat. Die Bewertung der Qualität fällt für dieses Logistikkonzept bei weitem am schlechtesten aus, da es sehr viele Verschwendungsarten forciert und zahlreichen Lean Prinzipien und Leitlinien widerspricht, was den Betrieb von schlanker Logistik verunmöglicht. Mit Blick auf den BPS-Reifegrad verstärkt sich dieser Eindruck, da bei der Außenlagervariante eine Lagerstufe zwischen dem Wareneingang und der Produktionsversorgung erzwungen wird. Neben der Lagerung im Außenlager kommt es zusätzlich noch zu einer Lagerung im Supermarkt in der Produktionshalle, von wo aus erst die Anlagen beliefert werden. Durch die variablen Kosten der Fläche reagiert dieses Konzept angemessen gut auf veränderte Umweltbedingungen, wodurch die Flexibilität durchaus gut in die Beurteilung einfließt.

¹⁵⁸ Quelle: eigene Darstellung des erweiterten Spannungsfelds

Konzept „hochfrequente Anlieferung“

Dieses Logistikkonzept weist im Vergleich zu „Außenlager“ eine deutlich größere Fläche im Bewertungsinstrument auf, wodurch sich schnell erkennen lässt, dass es die Faktoren Kosten, Zeit, Qualität und Flexibilität in Summe etwas besser abdeckt. Die größte Stärke dieses Konzepts liegt in der Qualität, was in der weitreichenden Umsetzung der Lean Prinzipien und Leitlinien fußt. Einerseits werden durch dieses Konzept zahlreiche Verschwendungen, wie Fläche, Zeit, Lagerbestand und Transporte vermieden und andererseits müssen einige Lean Prinzipien erfüllt sein, um dieses Konzept überhaupt umsetzen zu können. Dadurch wird ein erhöhter Druck auf die Verschlankeung der Logistik gelegt, der mit der vollen Umsetzung des Konzepts in einer schlanken, flussorientierten und leistungsfähigen Logistik gipfeln soll. Durch die knappe Bemessung der zur Lagerung nutzbaren Fläche ist dieses Konzept hinsichtlich der Flexibilität für Pufferflächen und anderweitigen Flächenbedarfe nicht gerüstet. Hinzu kommt noch eine sehr schlechte Kostenelastizität bei Schwankungen der Produktionszahlen. Erhöhungen der Verkaufsplanzahl kann dieses Konzept nur durch höchste Anspannungen in der Eindeckzeit der Zukaufteile bewältigen. Dadurch wird der Bestandskorridor eingeengt, was zu vermehrten Anlieferungen führt. In den letzten Jahren des Betrachtungszeitraums ist eine Erhöhung der geplanten Verkaufszahl ohne externe Pufferflächen nicht möglich, da dabei die Anlieferfrequenz höher als drei Mal pro Tag ausfällt. Bei Erniedrigung der Verkaufsplanzahl wird in der Simulation der Szenarien wenig Elastizität aufgezeigt. Hierbei gilt es auch zu beachten, dass die Transporte anhand ihres Füllgrades permanent zu untersuchen sind und dass bei Unterschreiten einer bestimmten Auslastung das Frachtkonzept zu überarbeiten ist. Wie schon anhand der Kostenkurve in Abbildung 25 zu erkennen ist, ist das Logistikkonzept „hochfrequente Anlieferung“ bei voller Umsetzung der oben beschriebenen Voraussetzungen bis zu einer jährlichen Stückzahl von 2,2 Mio. ATL und 740 000 Rumpffgruppen die günstigste Alternative. Durch den starken Anstieg der Kosten bei höheren Stückzahlen ist das Konzept „neue Halle“ über den Betrachtungszeitraum durchschnittlich um knapp 1,4 Mio. € günstiger. Wie schon zuvor erwähnt ist hier zu beachten, dass bei den leicht ansteigenden Stückzahlen von 2018 bis 2019 durch Überarbeiten des Frachtkonzepts die jährlichen Kosten deutlich verringert werden können, da gerade der Frachtkostenanteil der größte Hebel bei der Kostenkalkulation ist. Durch die Investition in Lagertechnik ist die zeitliche Kapitalbindung in die Investition mit zehn Jahren noch in einem überschaubaren Ausmaß, wodurch dieses Konzept deutlich besser abschneidet als der Neubau einer Halle.

Konzept „neue Halle“

Der Neubau einer Halle verursacht über den Betrachtungszeitraum gesehen die niedrigsten Kosten im Vergleich zu den Alternativkonzepten, jedoch geht man mit dem Bau einer Halle die langfristige Kapitalbindung ein. Bei einer genauen Bewertung der Kosten dieses Konzeptes sind die sich ändernden Kosten für die Handlings zur Produktionsversorgung zu beachten, wobei anzunehmen ist, dass diese über dem Niveau der Alternativkonzepte liegen, da längere Wege mit dem Milkrun-Zug zurückzulegen sind. Im Unternehmen werden Gebäude mit einer Abschreibungsdauer von 25 Jahren angeschlagen. Dem entgegen wirkt die Amortisationszeit gegenüber dem Außenlagerkonzept. Je nach Verkaufsplanzahl und abhängig vom Frachtkonzept tritt gegenüber „hochfrequente Anlieferung“ keine Amortisation ein. Das Konzept der „neuen Halle“ bietet dem Unternehmen die Möglichkeit ohne hohem Druck an der Umsetzung der Lean Prinzipien in der Logistik zu arbeiten und diese nach und nach umzusetzen. Die Umgehung der Lagerstufe für Zukaufteile wird hier nicht vorausgesetzt, jedoch liegt hier großes Potential. Eine zusätzliche Halle bietet die Möglichkeit das Transportkostenoptimum zu suchen, da genügend Pufferfläche vor Ort zur Verfügung steht. Dementsprechend wird die Qualität dieses Konzepts noch besser bewertet, da durch die geringen Transportfahrten auf der Inboundseite der Schadstoffaus-

stoß gegenüber den anderen Logistikkonzepten am geringsten ausfällt. Die berechneten Kostenelastizitäten fallen trotz der erhöhten Fixkosten, die durch die Abschreibung der Investition verursacht werden, sehr positiv aus. Der Grund liegt darin, dass die variablen Kosten bei Senkung der Stückzahlen sich ebenfalls sehr stark senken. Dieser Trend lässt sich eingeschränkt auch beim Außenlagerkonzept erkennen, da die kalkulatorischen Bestandskosten hierbei einen nicht unbeachtlichen Hebel ausmachen. Hinzu kommt noch die Möglichkeit, für die Logistik und die anderen Abteilungen freie Flächenkapazitäten zu nutzen, die sich durch den Neubau der Halle ergeben. Diese Zusatzflächen können eine wesentliche Rolle in der Entscheidung einnehmen, wenn es um die zukünftige Ausrichtung der Produktion geht. Davon abhängig ist die strategische Entscheidung, ob die Fertigungstiefe verringert wird, gleich bleibt oder ob sogar zusätzliche Fertigungsprozesse im Unternehmen integriert werden. Im Vergleich dazu setzt das Konzept mit hochfrequenter Anlieferung eine Neuorientierung der Anlagenauslegung voraus, wobei die Fertigungstiefe vor Ort auf die Montage und die Fertigung weniger Kernelemente ausgerichtet ist. Dagegen ist es durch den Bau einer neuen Halle möglich mit der dadurch erlangten Zusatzfläche kritische Produktionsprozesse von Lieferanten in das Unternehmen zu integrieren und somit die direkten Einflussmöglichkeiten in die Qualität der Produkte auszuweiten.

Interpretation

Zusammenfassend lässt sich mit Blick auf die von den verschiedenen Konzepten angespannten Flächen erkennen, dass zwischen den einzelnen Lösungen nur geringfügige Unterschiede zu erkennen sind. Wenn man den Kosten zusätzliche Bedeutung beimisst, scheidet das Außenlagerkonzept aus der Auswahl aus. Bei diesem Logistikkonzept entstehen durch die vermehrten Handlings- und Transportkosten zahlreiche Kosten, die ohne Umschweife als Verschwendung definiert werden können und wertlos sind. Der Betrieb der Logistik über ein Außenlager soll anhand der durchgeführten Bewertung nur als Notfalllösung und als kurzfristige Kapazitätserweiterung umgesetzt werden, jedoch nicht als langfristige Lösung zur Abwicklung der Logistik.

Die beiden anderen Konzepte unterscheiden sich nur geringfügig bei den Kosten, wenn man das Potential durch Anpassungen des Frachtkonzepts bei „hochfrequente Anlieferung“ ebenso wie das Risiko der leicht steigenden Kosten durch die längeren Wege der Produktionsversorgung bei „neue Halle“ berücksichtigt. Dadurch ergibt sich die Chance ein Logistikkonzept auszuwählen, das der strategischen Ausrichtung des Unternehmens entspricht. Wenn die Unternehmung sich zum Ziel setzt ein Benchmark-Betrieb im Bereich der Logistik zu werden und es schafft die Voraussetzungen für „hochfrequente Anlieferung“ in angemessener Zeit umzusetzen, macht es Sinn die Logistik dahingehend zu konzipieren. Dabei muss vor allem die Strategie der Produktion berücksichtigt werden, da nur mit der Anpassung der Anlagenauslegung dieses Konzept überhaupt ermöglicht wird. Wenn andererseits die zukünftigen Anlagen dem jetzigen Konzept folgen, so wird der Neubau einer Halle neben der bestehenden Halle langfristig nötig sein, um den Logistikbetrieb über ein Außenlager zu vermeiden, da die Anlagen zunehmend Fläche einnehmen, sodass in der bestehenden Halle für die Logistik nicht mehr ausreichend Platz zur Verfügung steht. Dabei bietet das neue Gebäude auch für andere Abteilungen die Möglichkeit zusätzliche Flächen zu beanspruchen, die ansonsten unabhängig von der Logistikabteilung externe Flächenkapazität schaffen müssten.

3.5.2 Handlungsempfehlung im speziellen Fall

Die Handlungsempfehlung für die Aufgabenstellung von Bosch Mahle Turbosystems, die dieser Arbeit zugrunde liegt, berücksichtigt über die Prämissen hinaus, mit denen die gesamten Kalkulationen durchgeführt worden sind, auch noch das Gesamtbild des Unter-

nehmens und dessen Entwicklungsmöglichkeiten in der Zukunft. Da die Kalkulationen, um sie in einem abgesteckten Zeitrahmen zielführend durchführen zu können, unter vereinfachenden Prämissen durchgeführt worden sind, kann davon ausgehend nicht auf die tatsächliche Realität geschlossen werden. Dennoch ermöglichen die Berechnungsergebnisse und die Beurteilung der Konzepte mit dem Bewertungsinstrument zahlreiche Grundaussagen. Auf diesen Grundaussagen basierend, wie sie im Kapitel 3.4 für die Erfolgsfaktoren Kosten, Zeit, Qualität und Flexibilität erläutert werden, ist es möglich Handlungsempfehlungen aufzubauen. Es lassen sich nun abhängig von der für die Zukunft einzuschlagenden Strategie zwei Handlungsempfehlungen ableiten.

Handlungsempfehlung bei Weiterführung der bestehenden Anlagenauslegung

Wenn das Unternehmen auch in Zukunft die derzeitige Bauweise der Anlagen für die anfallende Kapazitätserweiterung der Produktion verwendet, dann ist in naher Zukunft vorauszusehen, dass die Fläche in der bestehenden Halle, auch mit Ausstattung von leistungsfähiger Lagertechnik, zu klein ist, um die Logistik über diese Fläche abwickeln zu können. Da das Außenlager als keine sinnvolle, langfristige Lösung angesehen werden kann, stellt ein Hallenbau anschließend an die bestehende Produktionshalle eine gute Alternative dar. Dabei macht es durchaus Sinn, das neue Gebäude technisch so auszustatten, dass darin die Produktion ausgeweitet werden kann. Die Anlagen, die derzeit knapp beieinander stehen und unvorteilhaft ausgerichtet sind, sollen langfristig flussorientiert neu aufgebaut werden. Diese Maßnahme soll zur Verschlinkung der Intralogistik beitragen und zu ungekreuzten Prozessen bei der Produktionsver- und -entsorgung führen. Dabei ist es wichtig, nahe den Verbrauchsorten, also den Maschinen, kleine Supermärkte zu installieren, sodass die aufwendigen Fahrten mit den Milkrun-Zügen besser ausgelastet und gesteuert werden können. Darüber hinaus eröffnen sich durch den Neubau eines Gebäudes zahlreiche weitere Nutzungsmöglichkeiten, die durch die derzeitige Anspannung in der Flächensituation verhindert werden. So kann bei der Investition in den Gebäudebau auch eine Erweiterung der Büroflächen für die Zukunft angedacht werden, sodass sich die jetzige Platzsituation in den bestehenden Büroräumen deutlich entspannt. Zusätzlich können auch andere Abteilungen die neu geschaffenen Kapazitäten nutzen. Neben der notwendigen Fläche für die Logistik sind in naher Zukunft auch noch Flächenbedarfe für ein Analysezentrum der Qualitätsabteilung sowie eine E-Werkstatt und Technikräume zu decken. Diese Abteilungen müssen ansonsten externe Flächen mieten oder kaufen, um ausreichend Platz für die notwendigen Tätigkeiten und Materialien zu schaffen.

Handlungsempfehlung bei Reduktion der Fertigungstiefe

Wenn jedoch in Zukunft mit dem Ausbau der Produktion auch die Fertigungstiefe reduziert werden soll und die vorbereitenden Fertigungsschritte zum Lieferanten vergeben werden können, ist die Handlungsempfehlung das Konzept „hochfrequente Anlieferung“. Logistik muss dabei eine deutlich hervorgehobene Stellung im gesamten Unternehmen einnehmen und zu einer Kernkompetenz ausgebaut werden, die als Benchmark in diesem Bereich gilt. Nach der Umsetzung werden von Lieferanten vorbearbeitete Teile geliefert, die an einer vorgelagerten Stelle oder im Schwesternwerk Blaichach zu einem Set kommissioniert werden und in der Endmontage in St. Michael nur mehr endmontiert werden. In der Produktion vor Ort werden dabei nur die Einbauteile gefertigt, die höchste technische Ansprüche haben und in denen die stärksten Kernkompetenzen des Unternehmens zu finden sind. Auf der Restfläche der bestehenden Halle wird leistungsfähige Lager- und Umschlagtechnik installiert, wobei die A-Teile nie den Boden verlassen, um Handlingszeit und damit verbundene Kosten einzusparen. Die A-Teile und Materialien in KLTs werden über Durchlaufregale den produktionsversorgenden Milkrun-Zügen bereitgestellt. Auf der untersten Ebene der Lagertechnik befinden sich Durchlaufregale für die GLT als auch für

die Bodenroller. Darüber sind zwei Durchlaufregale für KLTs angeordnet, in denen eine für C-Teile ausreichende Reichweite eingelagert werden kann. Dieses Lager verfügt über mehrere Gassen, wobei die Beschickung vom Wareneingang zum Durchlaufregal in getrennt zu den vom Milkrun-Zug befahrenen Gassen stattfindet. Dies ermöglicht zusätzlich zu einem kreuzungsfreien Verkehr auch noch die Sicherstellung der First-in-first-out - Regel. B-Teile werden in der Regaltechnik über den Durchlaufschienen eingelagert und zeitgemäß durch Flurförderfahrzeuge dem Milkrun zur Abholung hingestellt. Für äußerst langsamdrehende Güter stehen die Stellplätze in den Milkrun-Gassen zur Verfügung, sodass nur in Ausnahmesituationen Flurförderfahrzeug und Milkrun-Zug die gleiche Gasse benutzen. Das Frachtkonzept auf der Inbound-Seite unterliegt einer periodischen Überprüfung, wobei immer darauf zu achten ist, dass bei niedrigen Füllmengen von Direkt- und Milkrun-Transporten das Anlieferkonzept verändert wird. Alternativen dazu sind regionale Sammelspediteure, die über einen Hub Sammeltransporte durchführen als auch die Beiladung von nicht komplett ausgelasteten Transporten auf sogenannten „Rennstrecken“.¹⁵⁹

3.5.3 Mögliche Quickwins

Neben der Erarbeitung der Kalkulationen war es auch möglich einige kurzfristige Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren, deren Umsetzung es erlaubt Potentiale hinsichtlich Flächeneinsparung, Kosteneinsparung und Verschlankung von Prozessen zu heben. Die wichtigsten „Quickwins“ werden an dieser Stelle kurz angeführt werden:

- Flächeneinsparungen durch externe Unterbringung der Hartanodisierungsanlage

Die Verdichterräder für Dieselmotoren werden zur Verbesserung der Haltbarkeit hartanodisiert. Diese Beschichtung ist notwendig, da durch die Abgasrückführung, die zur Reduktion von Schadstoffen beiträgt, Rußpartikel mit sehr hohen Geschwindigkeiten und Temperaturen auf das Verdichterrad treffen. Das Verdichterrad ist durch die natürliche Oxidschicht nur geringfügig gegen diese Einwirkungen geschützt, weswegen durch die Hartanodisierung die natürliche Oxidschicht des Aluminiums verstärkt wird. Eine Hartanodisierungsanlage ist in der bestehenden Produktionsfläche aufgebaut worden, diese steht an einem Platz der für den Betrieb der Logistik entscheidend sein kann.

Die Verdichterräder werden im verketteten Modul gefertigt, müssen aber danach ausgeschleust werden, damit sie bei der Hartanodisierungsanlage weiter bearbeitet werden können. Danach werden sie zeitversetzt wieder im Modul für die Endfertigung eingeschleust.

Bei den Berechnungen zum Flächenbedarf der einzelnen Materialien ist deutlich geworden, dass der notwendige Transport- und Handlingsaufwand für die beschichteten Verdichterräder überschaubar ist und dass dieser durch eine Verlegung der Hartanodisierungsanlage auf eine externe Fläche nicht übermäßig negativ beeinflusst wird. Dies legt nahe die Hartanodisierungsanlage aus der bestehenden Produktionshalle abzuziehen und auf eine kleine gemietete oder zugekaufte Fläche zu stellen. Diese Maßnahme würde für die Logistik Fläche frei machen, die die stark angespannte Flächensituation entschärft und einen zeitlichen Puffer zur Entscheidungsfindung für ein Logistikkonzept schafft.

- Reduktion von Handlings- und Transportaufwand durch andere Verpackung

Der fertig produzierte Abgasturbolader besitzt zahlreiche Öffnungen, um ihn an die Öl- und Wasserkreisläufe zur Kühlung und Schmierung sowie an den Frischluft- und Abgas-

¹⁵⁹ Unter „Rennstrecken“ werden Streckenverbindungen verstanden, auf denen sich sehr viele Ziele befinden, die häufig angefahren werden. Diese sind vorzugsweise Direkttransporte zwischen regionalen Hubs von Logistikdienstleistern oder Spediteuren. Rennstrecken befinden sich zumeist zwischen großen Städten und/oder Industriegebieten

strang anzubinden. Diese Öffnungen werden mit Kunststoffstopfen verschlossen, sodass Verunreinigungen im ATL während der Lagerung und des Transports zum Kunden ausgeschlossen werden können. Durch die stark unterschiedlich großen Öffnungen werden zahlreiche Varianten an Stopfen verwendet, wobei die Verschlusssteile für den Frischluft- und Abgasstrang ob ihrer Durchmesser von bis zu zehn Zentimeter verhältnismäßig zu ihrem Wert sehr viel Raum benötigen.

Derzeit werden die Stopfen in KLTs mit Kunststoffsäcken als Innenverpackung verpackt, die auf Paletten angeliefert werden. Die KLTs werden für die Produktionsversorgung einzeln und dann mittels Milkrun-Zug, der aus dem Supermarkt versorgt wird, in die Produktion geliefert. In den Behältern für die größten Stopfen finden 90 Teile Platz, was bedeutet, dass alle eineinhalb Stunden ein neuer Behälter für die verbauende Linie nötig wird. Das bedeutet, dass das Leergut sehr viel Platz im Lager einnimmt und dass die Reinigung mit dem dazugehörigen Handling vermeidbare Kosten aufweist.

Eine mögliche Verbesserung bei den Stopfen kann durch eine Umstellung der Verpackung erreicht werden. Dabei werden die Säcke mit den Stopfen in Großladungsträger angeliefert, wodurch Verpackungsmaterial, Handlingsaufwand und Reinigungskosten eingespart werden. Die Säcke müssen dabei nicht verändert werden, sodass beim Hersteller kein erhöhter Aufwand in der Produktion notwendig wird. Die gleichbleibende Verpackungsgröße hat darüber hinaus auch den Vorteil, dass die Prozesse in der Produktion keinen Veränderungen unterliegen müssen. Durch die Umverpackung in einen GLT weisen die Stopfen eine stark erhöhte Verdichtung auf, wodurch der Transport- und Handlingsaufwand stark reduziert wird.

Für die Zukunft ergibt sich daraus auch eine Aufgabe für die Abteilungen Entwicklung als auch für die Verpackungsplanung, die die Auslegung der Stopfen definieren. Dabei kann zusätzliches Potential gehoben werden, wenn es möglich ist die Anzahl an verschiedenen, variabel einsetzbaren Stopfenvarianten möglichst klein zu halten, sodass die einzelnen Produktionslinien aus wenigen verschiedenen GLTs gespeist werden können.

4 Abschluss und Ausblick

Zum Abschluss der Arbeit erfolgt noch eine kritische Analyse des Bewertungsinstruments, wobei besonders auf die Fähigkeit der Anwendung des Instruments für die konkrete Problemstellung bei Bosch Mahle Turbosystems eingegangen wird. Ziel dabei ist es, weiterführend zu hinterfragen, ob das entwickelte Bewertungsinstrument in dieser Art und Weise allgemein als ein Modell zur Entscheidungsfindung für oder wider ein Logistikkonzept bzw. zur Basislegung dieser dienen kann.

Thematischer Ursprung dieser Arbeit war die Aufgabenstellung von Bosch Mahle Turbosystems für die mittel- bis langfristige Werksentwicklungsplanung ein sinnvolles, zukunfts-taugliches Logistikkonzept auszuwählen. Ausgehend von der Erläuterung logistischer Grundlagen wird das entwickelte Vergleichsinstrument vorgestellt, das auf dem triaden Spannungsfeld basiert. Die Eckpunkte werden von den strategischen Erfolgsfaktoren Kosten, Zeit, Qualität und Flexibilität besetzt. Den jeweiligen Erfolgsfaktoren liegen quantitative und qualitative Bewertungsmodelle zugrunde, die zur Gesamtbewertung aggregiert werden und es den jeweiligen Logistikkonzepten erlauben eine spezifische Fläche im erweiterten Spannungsfeld einzunehmen. Dies ermöglicht einen relativen Vergleich der verschiedenen Konzepte zueinander. Einerseits kann dabei die absolute Flächengröße verglichen werden, die eine Aussage über die allgemeine Kriterienerfüllung erlaubt und andererseits kann die Ausrichtung der Fläche analysiert werden, die darüber informiert, welche strategischen Erfolgsfaktoren durch das jeweilige Konzept besser abgedeckt werden. Diese Illustration der Beurteilung und Analyse der Konzepte soll als Diskussions- und Entscheidungsgrundlage für Entscheidungsträger im Unternehmen dienen.

Kritische Betrachtung des Bewertungsinstruments

Das im theoretischen Teil der Arbeit entwickelte Bewertungsinstrument soll als eine fundierte Grundlage für Entscheidungen zwischen alternativen Logistikkonzepten dienen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Entscheidung nicht allein aufgrund von Kostenvorteilen eines Konzepts gegenüber einem anderen Konzept gefällt werden soll. Mit dieser Vorgabe ist es nötig eine Beurteilung zu finden, die über die alleinige Betrachtung der Kosten hinaus geht und eine ganzheitlichere Sicht auf die alternativen Möglichkeiten bietet. Mit der Berücksichtigung von zahlreichen, thematisch weitgestreuten Bewertungsmodellen für verschiedene strategische Erfolgsfaktoren soll dieses Ziel erreicht werden. Nach der Anwendung dieses Bewertungsinstruments für die konkrete Problemstellung von Bosch Mahle Turbosystems lassen sich neben den Vorteilen, die sich aus dem Einsatz der beschriebenen Bewertung ergeben, auch Nachteile bzw. Verbesserungsvorschläge erkennen.

Es ist festzuhalten, dass der grundsätzliche Anspruch an das Bewertungsinstrument, eine allgemeine Sicht auf das Problem zu erzeugen und die Konzepte ganzheitlich zu vergleichen, erfüllt wurde. Gerade durch die Verbindung von quantitativen und qualitativen Bewertungen wird der Blickwinkel von einer reinen Zahlenfokussierung bei den Kosten auf eine viel allgemeinere Betrachtungsweise ausgeweitet. Das war im konkreten Fall durchaus relevant, da nach den Berechnungen der Kostenunterschied zwischen den Alternativkonzepten geringer als erwartet ausfällt. Dadurch ist eine Entscheidung für ein Konzept nicht vollständig auf Basis der Kosten argumentierbar. Dazu benötigt es noch den Hintergrund der anderen Faktoren, die im Bewertungsinstrument aufgezeigt werden. Ein weiterer Vorteil des Bewertungsinstruments liegt in der Ergebnisdarstellung durch die aufgespannten Flächen. Dadurch lassen sich die verschiedenen Konzepte relativ zueinander gegenüberstellen. Bei einer Veranschaulichung im traditionellen Spannungsfeld wäre ein solcher Vergleich durch die Punkt-Darstellung nicht aussagekräftig, da dabei nur das Verhältnis der

Faktorausprägungen für ein einzelnes Konzept dargestellt wird. Als positiv erachtet wird der variable Einsatz der verschiedenen Bewertungsmodelle für die Erfolgsfaktoren, die je nach Wunsch verändert werden können, sollte dafür Bedarf bestehen. Diese Flexibilität des Instruments erlaubt auch eine allgemeine Anwendung in anderen Bereich, die nichts mit Logistik zu tun haben.

Beim vorgestellten Bewertungsinstrument handelt es sich nicht um ein rein quantitatives Instrument, sodass durch die qualitativen Einflüsse bei der Beurteilung die letztendlichen Ergebnisse subjektiv eingefärbt sein können. Dieses Problem kann dadurch umgangen werden, dass bei der qualitativen Bewertung mehrere Mitarbeiter einbezogen werden, die sich mit der Materie und der Problemstellung auseinandersetzen, sodass schon in der Beurteilung und Ergebnisaufbereitung im Zuge des Bewertungsinstruments unter diesen Mitarbeitern ein gewisser Konsens gefunden werden muss. Um diesen Punkt in Zukunft zu umgehen, ist die Erstellung eines Bewertungsschemas für die qualitativen Beurteilungen sinnvoll. So lassen sich, ähnlich einem Schulnotensystem, Punkte oder Noten für die qualitativ bewerteten Bereiche des Instruments vergeben. Das daraus entstehende Beurteilungsschema beinhaltet dabei für jede Note eine Liste an Charakteristiken, anhand derer die Konzepte benotet werden. Eine Voraussetzung für den zielführenden Einsatz des Bewertungsinstruments ist, dass die Mitarbeiter, die mit der Anwendung betraut werden, fundiertes Fachwissen für die jeweiligen Bereiche aufweisen. Nur so kann für das schlussendliche Ergebnis Aussagekraft garantiert und der eigentliche Zweck des Instruments erfüllt werden. Darüber hinaus ist auch ausgiebiges Methodenwissen für die Erstellung der Kalkulationen notwendig, die ohne Tabellenrechnungsprogramme, wie im speziellen Fall Microsoft® Excel, in dieser Form und Zeit nicht annähernd möglich gewesen wären. Weiters soll hier auch angeführt werden, dass solche Berechnungen und Analysen von möglichen, zukünftigen Varianten nur unter einem Bündel von Annahmen passieren können, die einerseits die Aussagekraft der Ergebnisse einschränken, jedoch andererseits durch die Komplexitätsreduzierung des Gesamtsystems solche Bewertungen überhaupt erst ermöglichen. Hier ist es äußerst wichtig, wie schon in Kapitel 2.5 erwähnt, einen Mittelweg zwischen Aufwand und Komplexitätsreduzierung zu finden, der dem Thema angemessen erscheint.

Abschließend lässt sich sagen, dass das entwickelte Bewertungsinstrument mit der dazugehörigen Visualisierung der Ergebnisse gut dazu geeignet ist alternative Logistikkonzepte zu vergleichen. Durch die Anpassungsfähigkeit auf die jeweiligen Gegebenheiten und Ansprüche ist das Instrument für den vielseitigen Einsatz gerüstet und kann auch in anderen Unternehmensbereichen neben der Logistik verwendet werden. Zu beachten gilt es nur, dass die subjektive Einflussnahme von einzelnen Mitarbeitern in Grenzen gehalten wird und dass die Mitarbeiter, die die Berechnungen und Bewertungen durchführen über qualifiziertes Wissen und belastbare Daten verfügen.

Zukünftig ist es sinnvoll, die Ausprägung und Modelle der einzelnen Eckpunkte des Bewertungsinstruments je nach Anforderung zu überdenken und situativ anzupassen. So ist es auch zweckmäßig Simulationsmöglichkeiten durch Unternehmenssteuerungsprogramme, sofern im Unternehmen vorhanden, zu nutzen. Damit lässt sich der Berechnungsaufwand verringern, wie zum Beispiel bei der zeitintensiven Kostenberechnung des Handlings, und eine einheitliche Datenbasis im Unternehmen ist somit ebenso garantiert.

Wenn man im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit die Systemabgrenzung bei der Kostenberechnung nicht wie beschrieben durchführt, lässt sich die Kalkulation mit angemessenem Aufwand so ausweiten, dass damit für die Logistik absolute Ergebnisse errechnet werden können. Dies führt dazu, dass für die einzelnen Konzepte vollständige Kostenblöcke kalkuliert werden, anhand derer die gesamten Logistikkosten verglichen werden können. Die Aussagekraft für den Vergleich von alternativen Logistikkonzepten würde deshalb zwar

nicht verbessert werden, jedoch können diese Ergebnisse für andere Problem- und Aufgabenstellungen relevant sein.

Ausblick

Die Aufbereitung von zuverlässigen Daten als Hilfestellungen für strategische Entscheidungen in Bezug auf die Logistik und die Supply Chain, in der ein Unternehmen eingebunden ist, ist und bleibt auch zukünftig eine wichtige Aufgabe. Die vorliegende Arbeit bietet eine Erweiterung zu bestehenden Bewertungsinstrumenten, wie zum Beispiel dem triaden Spannungsfeld, und führt bekannte Modelle von Logistikplanungsinstrumenten aus der Automobilindustrie durch die Einbindung mehrerer strategischer Erfolgsfaktoren in ein ganzheitlicheres System.

Das in der vorliegenden Arbeit entwickelte und angewandte Bewertungsinstrument für alternative Logistikkonzepte leistet einen weiteren Beitrag zu den Gestaltungsmöglichkeiten einer leistungsfähigen Supply Chain. Die Analysen und Bewertungen von Wertschöpfungsketten sollen dabei nicht nur auf die einfachen Beziehungen zwischen Lieferant und Kunde beschränkt bleiben, sondern weiterführend auch auf die gesamte Wertschöpfungskette in schrittweiser Entwicklung ausgeweitet werden und somit einen Beitrag zur globalen Optimierung beitragen. Bei einer derartigen Ausweitung des betrachteten Systems und der damit einhergehenden Erhöhung der Komplexität ist es zunehmend wichtig die qualitativen Analysen zu verstärken und weiter auszubauen, da bei stark verketteten Systemen Berechnungsversuche und –simulationen zusehends ungenauer werden. Die Komponente der strategischen Ausrichtung und die Verschlankung der Supply Chain gewinnen dafür an Relevanz.

Je nach Branche und Produktverteilung des Unternehmens spielen die Philosophien von Lean oder Agile eine tragende Rolle. Die aus diesen Philosophien entstandenen Prinzipien und Leitgedanken müssen abhängig der Branchenausprägung stärker in den Fokus gerückt werden. In Zukunft ist auch die bewusste Kombination dieser Philosophien eine wahrzunehmende Aufgabe, wobei es darum geht die teils konkurrierenden Ziele dieser beiden Philosophien in Einklang zu bringen. Als übergeordnetes Ziel ist dabei eine höchst flexible Supply Chain, die in kürzester Zeit auf Änderungen der Umwelt und des Kundenwunsches reagiert und die dennoch niedrigste Kosten in Produktion und Logistik aufweist. In Bezug auf die Planung von Logistikketten gilt es hierfür geeignete Kriterien und Modelle aufzustellen, anhand derer es möglich ist leistungsfähige Konzepte aus den verschiedenen Gestaltungsalternativen der Logistik auszuwählen und umzusetzen.

Literaturverzeichnis

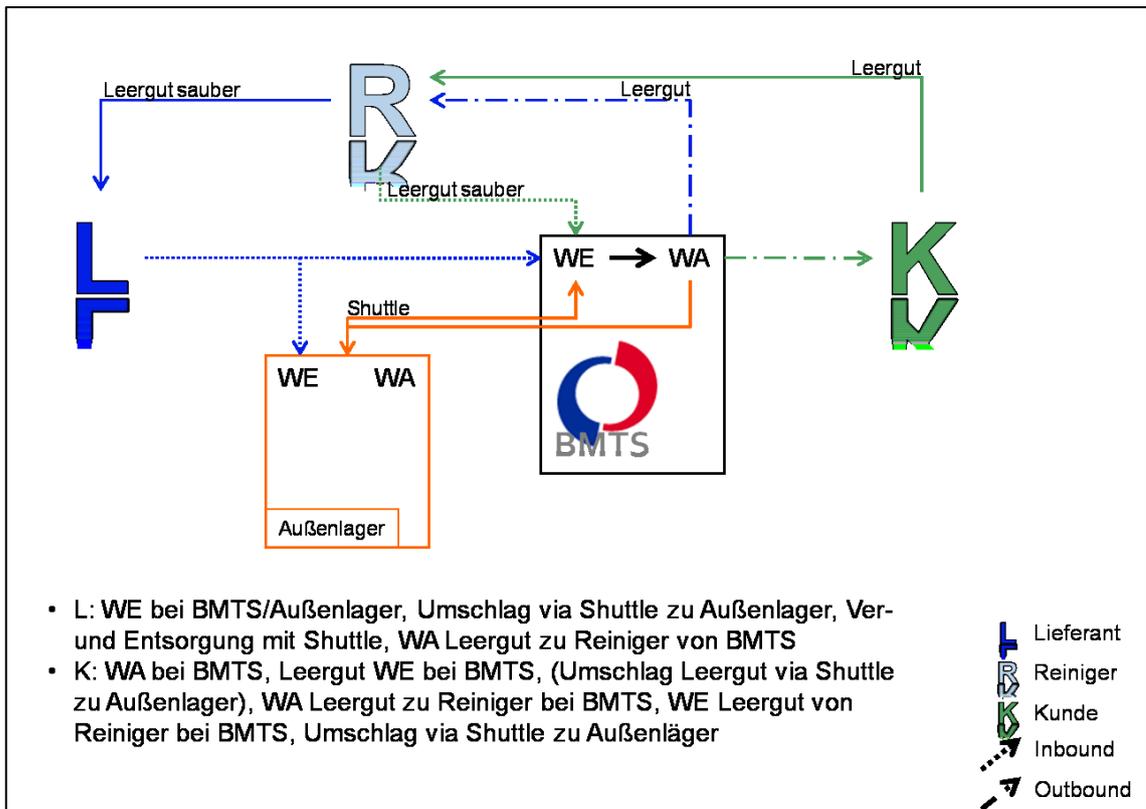
- Arnold, Dieter; Furmans, Kai (2009): Materialfluss in Logistiksystemen. 6. Auflage, Heidelberg: Springer. ISBN 978-3-642014055.
- Bogensberger, Stefan (2006): Kostenrechnung: eine praxis- und beispielorientierte Einführung. 3. Auflage, Sollenau: grellenk. ISBN 9783940205527.
- Böhm, Rolf (2002): Systementwicklung in der Wirtschaftsinformatik. 5. Auflage, Zürich: vdf Hochschulverlag. ISBN 978-3-728127625.
- Bosch Mahle Turbosystems GmbH & Co KG (o. J.): Firmenbroschüre – Bosch Mahle Turbosystems. Stuttgart: Bosch Mahle Turbosystems GmbH & Co KG.
- Boschi, Alexandre Arnaldo; Raymundo, Julio Cesar; Fusco, José Paulo Alves (2010): Le-agile Supply Chain – Modelling the new paradigm. In: 15th Cambridge International Manufacturing Symposium – Symposium Proceedings, 2010.
- Braun, David (2011): Von welchen Supply-Chain-Management – Maßnahmen profitieren Automobilzulieferer?: Eine wertorientierte Analyse an der Schnittstelle zwischen Zulieferer und Automobilhersteller. Heidelberg: Springer. ISBN 978-3-834971784.
- Brühl, Rolf (2009): Controlling: Grundlagen des Erfolgscontrollings. 2. Auflage, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486587500.
- Boyanova, Boyana (2007): Analyse und Bewertung der industriellen Methoden zur Artikelsegmentierung für die Materialwirtschaft. Norderstedt: Grin. ISBN 978-3-638694988.
- Brunner, Franz J. (2008): Japanische Erfolgskonzepte. München: Hanser. ISBN 978-3-446415270.
- Dickmann, Philipp (2009): Schlanker Materialfluss: Mit Lean Production, Kanban und Innovation. 2. Auflage, Berlin: Springer. ISBN 978-3-540795148.
- Doblhofer, Stefan (2008): Management-Navigator: Managementtheorien im Praxis-Check. Wien: Goldegg. ISBN 978-3-901880254.
- Erlach, Klaus (2010): Wertstromdesign – Der Weg zur schlanken Fabrik. 2. Auflage, Berlin: Springer. ISBN 978-3-540898672.
- Finkeissen, Alexander (2000): Prozess – Wertschöpfung. Book on Demand. ISBN 978-3-898114356.
- Fortmann, Klaus Michael; Kallweit, Angela (2007): Logistik. 2. Auflage, Stuttgart: W. Kohlhammer Verlag. ISBN 978-3-17098326.
- Geiger, Martin Josef; Kleine, Andreas (2011): Business Excellence in Produktion und Logistik. Berlin: Springer. ISBN 978-3-834966889.
- Geiger, Walter; Kotte, Willi (2007): Handbuch Qualität: Grundlagen und Elemente des Qualitätsmanagements: Systeme – Perspektiven. 5. Auflage, Berlin: Springer. ISBN 978-3-834894298.
- Geschka, Horst; Schwarz-Geschka, Martina (2012): Einführung in die Szenariotechnik. Darmstadt: Geschka & Partner.

- Götze, Uwe (2008): Investitionsrechnung: Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben. 6. Auflage, Heidelberg: Springer. ISBN 9783540788720.
- Gudehus, Timm (2012): Logistik 1. 4. Auflage, Berlin: Springer. ISBN 978-3-642293597.
- Horstmann, Jörg (2007): Operationalisierung der Unternehmensflexibilität: Entwicklung einer umwelt- und unternehmensbezogenen Flexibilitätsanalyse. Berlin: Springer. ISBN 978-3-170198326.
- Jüneman, Reinhardt (1989): Materialfluss und Logistik – Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen. Berlin: Springer. ISBN 978-3-54051225X.
- Jung, Hans (2006): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 10. Auflage, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486580495.
- Kalenberg, Frank(2004): Grundlagen der Kostenrechnung: eine anwendungsorientierte Einführung. München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486576016
- Kaluza, Bernd (2005): Erfolgsfaktor Flexibilität: Strategien und Konzepte für wandlungsfähige Unternehmen. Berlin: Erich Schmidt Verlag. ISBN 978-3-503083671.
- Kletti, Jürgen; Schumacher, Jochen (2011): Die perfekte Produktion: Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SI). Berlin: Springer. ISBN 978-3-642138454.
- Klug, Florian (2010): Logistikmanagement im Automobilbau: Grundlagen der Logistik im Automobilbau. Heidelberg: Springer. ISBN 978-3-642052934.
- Krallmann, Hermann; Frank, Helmut; Gronau, Norbert (2002): Systemanalyse im Unternehmen: Vorgehensmodelle, Modellierungsverfahren und Gestaltungsoptionen. 4. Auflage, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486272031.
- Kühn, Wolfgang (2006): Digitale Fabrik. München: Hanser. ISBN 978-3-446403193.
- Kühner, Michael (2005): Ein Verfahren zur Analyse prozessualer Logistikleistung auf Basis der Data Envelopment Analysis. Helmsheim: Jost Jetter.
- Langebeck, Jochen (2008): Kosten- und Leistungsrechnung – Grundlagen, Vollkostenrechnung, Teilkostenrechnung, Plankostenrechnung, Prozesskostenrechnung, Zielkostenrechnung, Kosten-Controlling. Herne: Verlag Neue Wirtschafts-Briefe. ISBN 978-3-482586712.
- Langley, C. John; Gibson, Brian J.; Novack, Robert A.; Bardi, Edward J. (2008): Supply chain management: a logistics perspective. 8. Auflage, Mason, OH: South-Western Cengage Learning. ISBN 978-0-324376920.
- Liker, Jeffrey K. (2013): Der Toyota Weg: Erfolgsfaktor Qualitätsmanagement. 8. Auflage, München: FinanzBuch. ISBN 978-3-862484454.
- Maaß, Christian (2008): E-Business – Management: Gestaltung von Geschäftsmodellen in der vernetzten Wirtschaft. Stuttgart: Lucius & Lucius. ISBN 978-3-825229917.
- Mathar, Hans-Joachim; Scheuring, Johannes (2009): Unternehmenslogistik – Grundlagen für die betriebliche Praxis mit zahlreichen Beispielen, Repetitionsfragen und Antworten. Zürich: Compendio Bildungsmedien AG. ISBN 978-3-715593470.
- Meissner, Jörg-D. (2004): Statistik verstehen und sinnvoll nutzen: Anwendungsorientierte Einführung für Wirtschaftler. München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486200355.

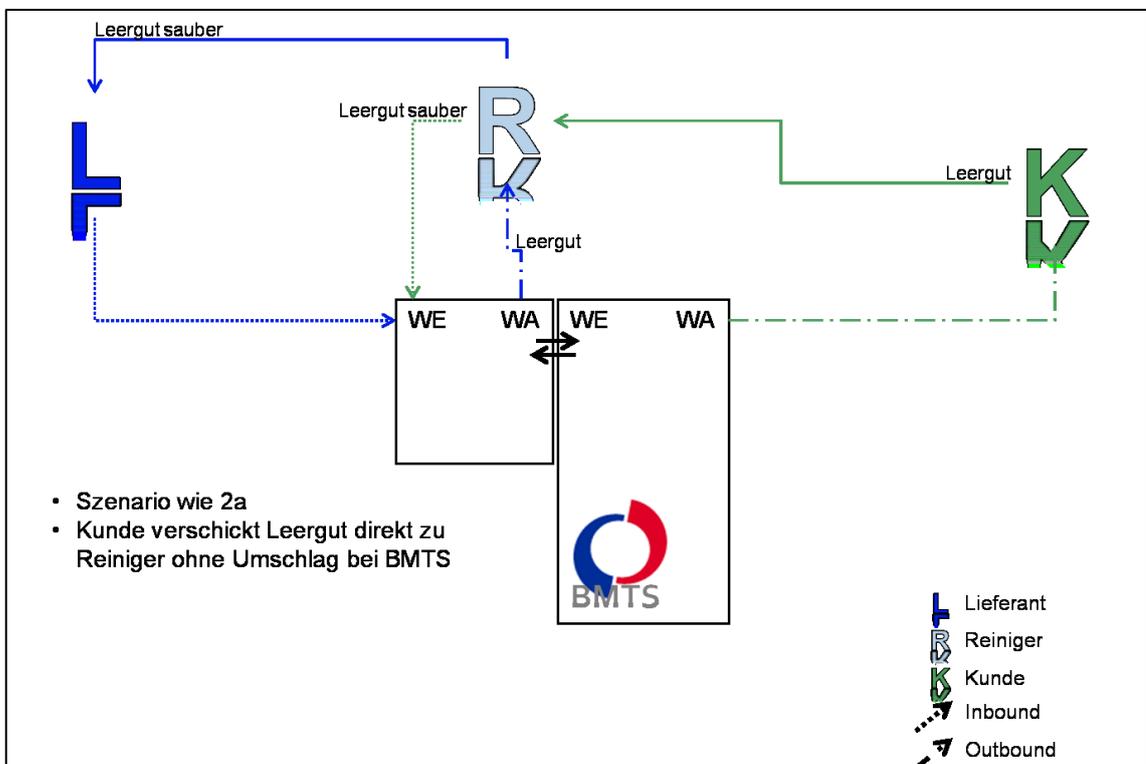
- Melzer-Ridinger, Ruth (2007): Supply Chain Management: Prozess- und unternehmensübergreifendes Management von Qualität, Kosten und Liefertreue. München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486582598.
- Mitsubishi, Mamoru; Ueda, Kanji; Kimura, Fumihiko (2008): Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier: The 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems, May 26-28. London: Springer. ISBN 978-1-848002661.
- Nebl, Theodor (2007): Produktionswirtschaft. 6. Auflage, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486584936.
- Ostertag, Ralph (2008): Supply Chain – Koordination im Auslauf in der Automobilindustrie: Koordinationsmodell auf Basis von Fortschrittszahlen zur dezentralen Planung bei zentraler Informationsbereitstellung. Heidelberg: Springer. ISBN 978-3-834912909
- Pfohl, Hans-Christian (2004): Logistikmanagement: Konzeption und Funktionen. 2. Auflage, Berlin: Springer. ISBN 978-3-540350415.
- Pfohl, Hans-Christian (2010): Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 8. Auflage, Berlin: Springer. ISBN 978-3-642041624.
- Plümer, Thomas (2003): Logistik und Produktion – Managementwissen für Studium und Praxis. München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486274707.
- Reibnitz, Ute von (1987): Szenarien – Optionen für die Zukunft. Hamburg: McGraw-Hill. ISBN 978-3-89028020.
- Remer, Detlef (2005): Einführen der Prozesskostenrechnung: Grundlagen, Methodik, Einführung und Anwendung der verursachungsgerechten Gemeinkostenzurechnung. 2. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel. ISBN 978-3-791024271.
- Robert Bosch AG (2008): Bosch Production System: Everything is Possible. Hallein: Robert Bosch GmbH.
- Robert Bosch AG (o. J.): House of Orientation: Vision, Leitbild, Werte, Kernkompetenzen, Bosch Business System. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Robert Bosch AG (2009): Kompaktseminar CIP, Stuttgart 2009.
- Robert Bosch AG (o. J.): BPS-Logistik-Standards: Handbuch. Ausgabe 2.0, Stuttgart.
- Sapper, Pascal (2011): Prozesskostenrechnung im Supply Chain Management. Masterarbeit, Technische Universität Graz.
- Schnauber, Herbert; Schuster, Armin (2012): Erfolgsfaktor Qualität: Einsatz und Nutzen des EFQM-Excellence – Modells. Düsseldorf: Symposion Publishing. ISBN 978-3-863294205.
- Schneider, Markus (2008): Logistikplanung in der Automobilindustrie: Konzeption eines Instruments zur Unterstützung der taktischen Logistikplanung vor ‚Start-of-Production‘ im Rahmen der digitalen Fabrik. Berlin: Springer. ISBN 978-3-834999909.
- Scholz-Reiter, Bernd; Heger, Jens; Meinecke, Christian; Bergmann, Johann (2012): Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. In: International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 61, Nr. 4, S. 445-451.

- Schulte, Christof (2013): Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Chain. 6. Auflage, München: Vahlen. ISBN 978-3-800639960.
- Schulte, Gerd (2001): Material- und Logistikmanagement. 2. Auflage, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486254587.
- Sommerlatte, Tom (2007): Management von Spitzenqualität. 2. Auflage, Düsseldorf: Symposion Publishing. ISBN 978-3-939707110.
- Stadler, Markus (2010): Wertstromdesign. Hamburg: Diplomica. ISBN 978-3-836688307.
- Steger, Johann (2010): Kosten- und Leistungsrechnung: Einführung in das betriebliche Rechnungswesen, Grundlagen der Vollkosten-, Teilkosten-, Plankosten- und Prozesskostenrechnung mit 62 Fallbeispielen und Lösungen der Sutter Maschinenfabrik GmbH sowie 113 Tabellen. 5. Auflage, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486596724.
- Töpfer, Armin (2008): Lean Six Sigma – Erfolgreiche Kombination von Lean Management, Six Sigma und Design for Six Sigma. Berlin: Springer. ISBN 978-3-540850595.
- Vahrenkamp, Richard; Kotzab, Herbert (2012): Logistik: Management und Strategien. 7. Auflage, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-586705799.
- Verband der Automobilindustrie (2006): VDA 5007. Frankfurt am Main: VDA.
- Verband der Automobilindustrie (2012): VDA 4500. 9. Auflage, Frankfurt am Main: VDA.
- Wannenwetsch, Helmut (2010): Integrierte Materialwirtschaft und Logistik: Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion. 4. Auflage, Heidelberg: Springer. ISBN 978-3-540897736.
- Wiendahl, Hans-Peter (2008): Betriebsorganisation für Ingenieure. 6. Auflage, München: Hanser. ISBN 978-3-446412798.
- Steuern und Abgaben – Die Abschreibung von Betriebsgebäuden (Wirtschaftskammer Österreich), URL:
portal.wko.at/wk/dok_detail_file.wk?angid=1&docid=1367412&stid=557140&dstid=725 (Zugriff: 04.08.2013, 12:30)
- Womack, James P.; Jones, Daniel T. (2004): Lean Thinking. Deutsche Auflage, Frankfurt am Main: campus. ISBN 978-3-593375618.
- Zsifkovits, Helmut (2013): Logistik. Konstanz: UVK. 978-3-825236731.

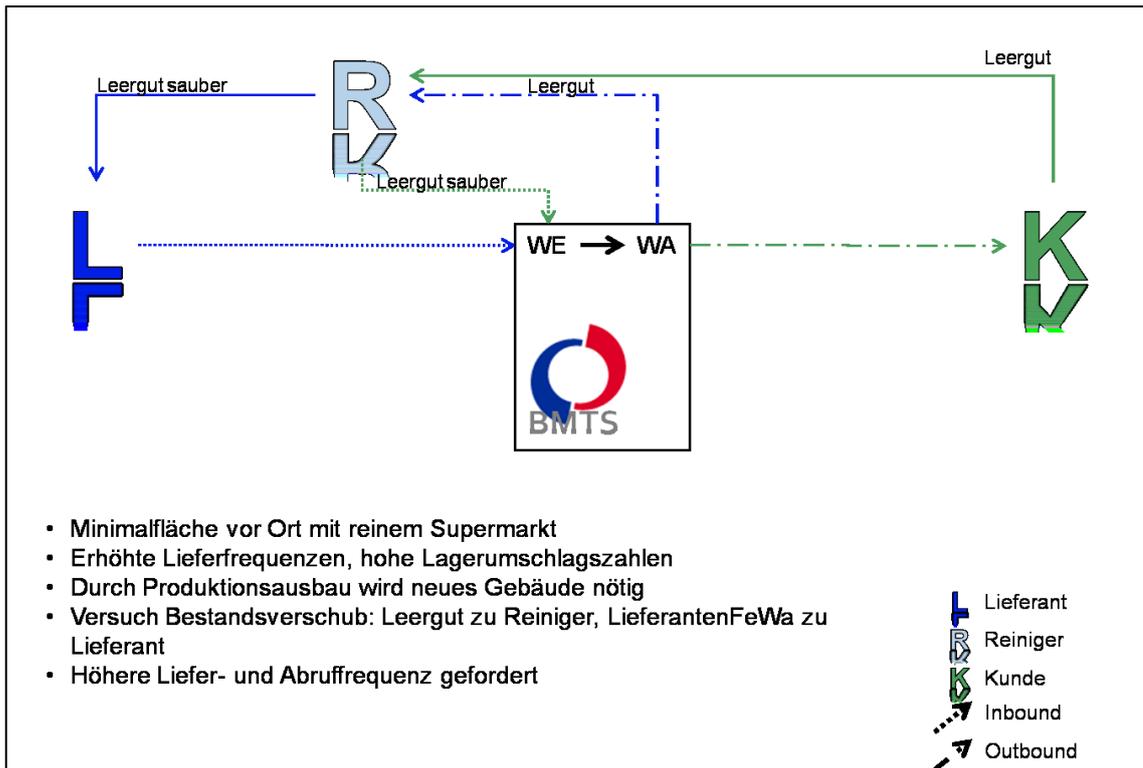
Anhang



Schematische Konzeptdarstellung „Außenlager“



Schematische Konzeptdarstellung „neue Halle“



Schematische Konzeptdarstellung „hochfrequente Anlieferung“

Prämissen zur Berechnung	Q4 2013	Q4 2014	Q4 215	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Menge je LT
Produktionsmengen p.a. (entsprechend Planmengen 2015, Zuordnung anderer Projekte gemäß der mit strat EK/STU abgestimmten Liste)	5	9	13	14	15	16	17	18	19	
1.2I	49.447	99.681	113.075		-				-	48
2.0I	63.342	125.184	190.313		-				-	24
1.2I -ähnlich	3.264	26.628	74.186	809.104	636.747	773.463	795.133	940.924	907.933	48
2.0I ähnlich exkl. AKM	-	-	9.971	70.634	81.052	112.849	155.742	175.794	106.290	36
2.0I ähnlich inkl. AKM	15	20.448	39.690	968.675	889.673	1.270.118	1.448.188	1.343.255	1.384.326	24
RG China	-	34.461	148.768	622.686	625.621	743.279	550.937	490.027	374.450	224
NKW	1.705	13.404	20.126	88.801	76.303	97.131	127.850	174.135	169.200	24
Ergänzende Prämissen										
Ähnliche Projekte berücksichtigen ja / nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	verstellbar
Arbeitstage	70	70	70	280	280	280	280	280	280	verstellbar
Arbeitswochen	12,5	12,5	12,5	50	50	50	50	50	50	verstellbar
Arbeitstage pro Woche	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	verstellbar
Zuordnungsleistung	4	8	12	13	14	15	16	17	18	
Reichweite Fertigware intern in Tagen (inkl sonstige, Retouren, Exoten etc)	3,0	3,0	2,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,7	1,5	1
Reichweite A Teile (Zukaufteile)	12,0	10,0	7,0	3,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	2
Reichweite B Teile (Zukaufteile)	27,0	20,0	12,0	9,0	7,0	6,0	5,0	5,0	4,0	3
Reichweite C Teile (Zukaufteile)	56,0	50,0	35,0	20,0	13,0	12,0	11,0	10,0	10,0	4
Reichweite Bodenroller (Zukaufteile)	5,0	4,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	5
NKW A	14,0	14,0	11,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	6
NKW B	30,0	30,0	20,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	7

Parametereingabe zur Berechnung des Flächenbedarfs in Palettenäquivalenten

2. Grafik	3,0	3,0	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Außenlager
mittlere Anspannung	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	Außenlager
	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	Außenlager
Reichweite A Teile (Zukaufteile)	12,0	10,0	7,0	5,5	5,0	4,5	4,0	4,0	4,0	Außenlager
Reichweite B Teile (Zukaufteile)	27,0	20,0	12,0	10,0	9,0	8,0	7,0	7,0	7,0	Außenlager
Reichweite C Teile (Zukaufteile)	56,0	50,0	35,0	30,0	30,0	25,0	25,0	25,0	25,0	Außenlager
Reichweite Bodenroller (Zukaufteile)	5	4	3	3	3	3	3	3	3	Außenlager
NKW A	14	14	11	9	9	9	9	9	9	Außenlager
NKW B	30	30	20	18	18	18	18	18	18	Außenlager
3. Grafik	3,0	3,0	2,5	2,0	2,0	2,0	1,8	1,7	1,5	Frequenz
starke Anspannung	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	Frequenz
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	Frequenz
Reichweite A Teile (Zukaufteile)	12,0	10,0	7,0	3,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	Frequenz
Reichweite B Teile (Zukaufteile)	27,0	20,0	12,0	9,0	7,0	6,0	5,0	5,0	4,0	Frequenz
Reichweite C Teile (Zukaufteile)	56,0	50,0	35,0	20,0	13,0	12,0	11,0	10,0	10,0	Frequenz
Reichweite Bodenroller (Zukaufteile)	5	4	3	3	3	2	2	2	2	Frequenz
NKW A	14	14	11	9	9	8	8	8	8	Frequenz
NKW B	30	30	20	18	18	18	18	18	18	Frequenz
ab 2017 gleich	3,0	3,0	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	Halle
leichte Anspannung	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	Halle
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	Halle
Reichweite A Teile (Zukaufteile)	12,0	10,0	7,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	Halle
Reichweite B Teile (Zukaufteile)	27,0	20,0	12,0	11,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	Halle
Reichweite C Teile (Zukaufteile)	56,0	50,0	35,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	Halle
Reichweite Bodenroller (Zukaufteile)	5	4	3	3	3	3	3	3	3	Halle
NKW A	14	14	11	10	9	9	9	9	9	Halle
NKW B	30	30	20	18	18	18	18	18	18	Halle

Liste der Parameter für Alternativkonzepte

Palettenäquivalente Gesamt nach EDZ	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
A-Teile	442	906	1015	574	507	572	576	501	500
B-Teile	200	352	378	297	218	250	240	249	241
B-Teil Pulsationsdämpfer	49	89	89	0	0	0	0	0	0
C-Teile	139	207	265	177	127	141	138	135	136
C-Teil Stopfen	59	79	89	53	47	51	49	43	41
Gesamt Lieferteile	889	1633	1836	1101	899	1014	1003	928	918
Fertigware	168	405	547	472	420	571	574	549	538
Gesamt	1055	2038	2383	1573	1319	1585	1577	1477	1456

Ergebnis des Flächenberechnungstools

Packstücke Tagesbedarf je Lieferant*	2013 Q4	2013 Q4	2013 Q4	2013 Q4	2013 Q4					
	RL-KLT 3147	RL-KLT 4147	RL-KLT 4174	RL-KLT 6147	RL-KLT 6280	GLT faltbar 80x60	GLT faltbar 120x80	GLT 120x80	Karton	Flächenwerkstü
AHC Oberflächentechnik GmbH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,4
Berger	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BMTS Bh	-	-	70,2	-	-	-	-	-	-	77,8
Cimos	-	77,6	-	-	-	22,7	-	-	-	-
Cogeme	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cross	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	-
DEWA	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eling Klünger	0,1	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-
EMT	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ernst	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fastenrath	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fischer & Plath	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helios	0,8	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-
HJ Klüpper	-	-	-	-	-	-	15,5	-	-	-
Inovan	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kern Liebers	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KVT	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Linamar	-	-	-	-	-	9,4	-	-	-	-
Mahle Filtersysteme Austria	-	-	-	-	37,7	-	-	-	-	-
Mahle St. Michael	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mahle Ventilttrieb	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otto Fuchs KG	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-
Pöppelmann GmbH & Co. KG	10,7	3,7	4,3	29,3	-	-	-	-	-	-
Precialp	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Richard Weiss GmbH & Co. KG	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotorclip	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
Schunk	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMK	-	-	-	93,1	-	-	-	-	-	-
Tecomes	11,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tigges	14,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trompeter	-	-	-	-	-	-	6,2	-	-	-
Waltstabe & Schneider	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Woco	-	-	-	-	29,9	-	-	-	-	-

Packstücke je Tag und Lieferant am Beispiel Q4 2013

Sammelverkehr Anzahl nach Konsolidierung (zu BMTS)										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Minimum	9	22	36	39	41	46	50	51	53	
Sammelverkehr Konsolidations-Anlieferungen	50	50	100	100	150	150	150	150	150	
Kalkulatorische Zinsen auf Bestand	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Prozentsatz auf Serienbestand	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
Investitionen in Lagertechnik getätigt	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Investitionszeitpunkt & Betrag	400.000									
Investitionen in Halle getätigt	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Investitionszeitpunkt & Betrag										
Kosten für Behälter	Siehe Tabellenblatt Packmittelpreise									
GLT 120x80										
GLT faltbar 120x80										
GLT faltbar 80x60										
Bodenroller 60x40										
RL-KLT 3147										
RL-KLT 4147										
RL-KLT 4174										
RL-KLT 6147										
RL-KLT 6280										
Outbound - Distributionsstrategie	0 oder 1	ED2 Halle	ED2 gesamt							
Konsignationslager bei Kunde	0	siehe Tab. 1		5						Tage
Abholung durch Kunde				5						Tage

Zukaufteile (Gußteile) aus Asien										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Anteil an gesamten Gußteilaufkommen Kipper	1%	14%	15%	14%	15%	15%	15%	15%	15%	
Anteil an gesamten Gußteilaufkommen Cimoz	17%	18%	28%	36%	35%	35%	35%	35%	35%	
Anteil an gesamten Gußteilaufkommen Linamar	38%	31%	48%	47%	40%	40%	40%	40%	40%	
Anteil an gesamten Gußteilaufkommen Trompetter	0%	18%	28%	36%	35%	35%	35%	35%	35%	
Manuelle Eingabe Chinasteile	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Anteil an gesamten Gußteilaufkommen Kipper	0,5%	13,7%	15,4%	14,3%	15,4%	20,0%	25,0%	30,0%	33,0%	
Anteil an gesamten Gußteilaufkommen Cimoz	16,8%	17,5%	28,5%	35,8%	35,0%	40,0%	45,0%	50,0%	50,0%	
Anteil an gesamten Gußteilaufkommen Linamar	38,0%	36,6%	48,3%	47,1%	40,0%	50,0%	50,0%	50,0%	50,0%	
Anteil an gesamten Gußteilaufkommen Trompetter	0,0%	17,5%	28,5%	35,8%	35,0%	40,0%	45,0%	50,0%	50,0%	
Flächenkosten Außenlager	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
pro m²	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
Flächenkosten Außenlager	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	
Flächenkosten BMTS	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
pro m² bestehende Halle	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	61,5	
pro m² neue Halle	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	
Reinigungskosten	Standort									
Aus Auswahlliste	Prevalje									
Daten Außenlager	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Entfernung in km	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Durchschnittl. Geschwindigkeit in km/h	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Ldm im Shuttle	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	
Zusatztage Behälterumlauf	Tage									
Bei Lieferant	10									
BMTS Produktion	1									
Zusatzkosten / Aufschläge für Absolutkosten	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Euro / Jahr										

Ausschnitte aus der Parameterliste für die Kostenberechnung

Flächenbedarf Serienmaterial nach EDZ										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Lagertechnikfaktor AL	Einheit									
1	[PalÄquim²]									
PalÄqui Summe	662	1421	2099	1573	1552	1585	1540	1477	1538	
PalÄqui Lieferteile	519	1074	1508	1101	1051	1014	966	928	965	
PalÄqui FeWa	143	347	591	472	501	571	574	549	573	
Lagertechnikfaktor BMTS	Lieferteile									
1,8	[PalÄquim²]									
PalÄqui BMTS Lieferteile	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
PalÄqui BMTS FeWa	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Lagertechnikfaktor BMTS	FeWa									
1,5	[PalÄquim²]									
PalÄqui AL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Quadratmeter BMTS	958,3333	958,3333	958,3333	958,3333	958,3333	958,3333	958,3333	958,3333	958,3333	
Quadratmeter AL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Kontrolle	938	179	-499	27	48	15	60	123	62	
Verwendung Außenlager	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Ja / Nein (0 und 1) für Shuttle Berechnung	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Fläche bestehende Halle	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Fläche neue Halle										
Kontrolle	4166667	4166667	4166667	4166667	4166667	4166667	4166667	4166667	4166667	

Ausschnitt aus der Parameterliste für die Kostenberechnung

Kosten für Hallenbau	Investkosten für Hallenbau									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Investitionen getätigt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abschreibung pro Jahr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Kosten für Lagertechnik	Investkosten für Lagertechnik									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Investitionen getätigt	400000	0	0	0	0	0	0	0	0	
A/A pro Jahr	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	
Bestandskosten der eingelagerten Ware	Kalkulatorische Zinsen									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Bestand auf Lager	4.169.720	8.951.683	10.673.750	7.668.451	7.203.270	7.087.928	7.151.450	6.825.632	7.001.606	
Zinsberechnung	208.486	447.584	533.687	383.423	360.163	354.396	357.572	341.282	350.080	
Kosten für Verpackungsmaterial	Investkosten für Verpackung									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	2.835	3.734	4.520	-	-	926	197	193	-	
GLT faltbar 120x80	49.093	77.254	60.948	3.476	16.489	32.834	29.142	-	22.613	
GLT faltbar 80x60	140.932	217.007	192.995	10.697	7.393	45.020	39.742	28.845	20.849	
Bodenroller 60x40	53.454	75.253	70.404	10.126	13.928	25.798	31.677	-	9.461	
RL-KLT 3147	8.430	12.127	13.722	-	-	4.113	4.208	-	1.387	
RL-KLT 4147	6.482	8.828	8.841	921	821	2.043	2.725	199	892	
RL-KLT 4174	34.464	46.629	47.896	15.344	14.184	23.144	27.775	-	7.868	
RL-KLT 6147 EL	32.950	50.080	58.687	11.825	10.640	10.507	7.240	-	1.476	
RL-KLT 6213 EL	40.086	56.027	58.272	-	12.007	25.675	28.782	-	8.695	
Invest Summe	368.727 	546.940 	516.286 	52.389 	75.461 	170.059 	171.479 	29.237 	73.241 	
zur Formeländerung	73745	185346	289672	299968	312275	272680	198155	100754	104071	
Abschreibung	73.745 	185.346 	289.672 	299.966 	312.275 	272.680 	198.155 	100.754 	104.071 	
Außenlager Kosten	Kosten pro Quadratmeter und Fixkosten									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Quadratmeterkosten	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
Fixkosten	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	
Summe	2.820	2.820	2.820	2.820	2.820	2.820	2.820	2.820	2.820	
Flächenkosten intern	Kosten pro Quadratmeter und Fixkosten									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
bestehende Halle	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	
Beue Halle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Summe	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	

Berechnung von zusätzlichen Kostenblöcken mittels des Kostenberechnungswerkzeugs

Flächenkosten intern	Kosten pro Quadratmeter und Fixkosten									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
bestehende Halle	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	61.500,0	
Beue Halle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Summe	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	
Shuttle Kosten Außenlager										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
I pro Monat pro Auflieger	650	650	650	650	650	650	650	650	650	
Anzahl Auflieger	2	2	2	3	3	3	3	3	3	
Zeit an- bzw. abdocken	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
I/Stunde LKW-Einsatz	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	53,5	
Geschwindigkeit	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
km	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
Anzahl Fahrten je Jahr nach BMTS	560	1120	1960	1960	1960	2240	2520	2520	2800	
Anzahl Fahrten je Jahr Außenlager	560	1120	1680	1680	1680	1960	2240	2240	2240	
Kosten je Rundlauf	94,5	94,5	94,5	94,5	94,5	94,5	94,5	94,5	94,5	
Kosten pro Jahr Shuttle BMTS-AL	60.729	113.659	193.653	197.853	197.853	224.197	250.570	250.570	277.647	
Kosten pro Jahr Shuttle AL-BMTS	60.729	113.659	165.988	169.588	169.588	196.173	222.729	222.729	222.117	
Gesamtkosten	60.729	113.659	193.653	197.853	197.853	224.197	250.570	250.570	277.647	
Shuttle Anzahl	Anzahl Shuttle von AL-BMTS und BMTS-AL									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
LDM/Tag AL-BMTS	2	4	7	7	7	8	9	9	10	
LDM/Tag BMTS-AL	2	4	6	6	6	7	8	8	8	
Zusätzliche Aufschläge / Kosten	Anzahl Shuttle von AL-BMTS und BMTS-AL									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Euro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Berechnung von zusätzlichen Kostenblöcken mittels des Kostenberechnungswerkzeugs

Direktfahrten Vollgut	Blaisbach											
	Korridor D1		man / kalk	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	GLT 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5
	GLT faltbar 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5
	GLT faltbar 80x60	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5
	Bodenroller 60x40	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
	Europalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5
	Industripalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5
	Streit											
	Korridor D2		man / kalk	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
GLT 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
GLT faltbar 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
GLT faltbar 80x60	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Bodenroller 60x40	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	
Europalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Industripalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Cinos												
Korridor D3		man / kalk	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
GLT faltbar 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
GLT faltbar 80x60	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	
Bodenroller 60x40	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	
Europalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Industripalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Linamar												
Korridor D4		man / kalk	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
GLT faltbar 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
GLT faltbar 80x60	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Bodenroller 60x40	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	
Europalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Industripalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
MfSA												
Korridor D5		man / kalk	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
GLT faltbar 120x80	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
GLT faltbar 80x60	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Bodenroller 60x40	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	
Europalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Industripalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Korridor DX		man / kalk	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	
GLT faltbar 120x80	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	
GLT faltbar 80x60	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Bodenroller 60x40	BoRo		4	3	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5	
Europalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	
Industripalette	A		3	7	5	2	2	1,5	0,8	0,5	0,5	

Azucht je Fahrt	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Übersuchung Lademotor										
D1										LDM-D1	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT faltbar 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 80x60	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT faltbar 80x60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodenroller 60x40	BoRo	41.014	80,3	76,8	34,6	63	33,3	34,2		Bodenroller 60x40	2.090634444	4.0425	4.840208333	3.907520283	4.228637917	3.148472222	3.364475	1.6875	1.71	
Europalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	Europalette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industripalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	Industripalette	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2										LDM-D2	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT faltbar 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 80x60	A	22.472	42,8	48,8	21,1	21,1	18,1	10,6	6,35	7,17	2.24719675	4.284333167	4.8777675	2.103083278	2.11663556	1.905844021	1.058037	0,6447938	0,72	
Bodenroller 60x40	BoRo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Europalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industripalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3										LDM-D3	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT faltbar 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 80x60	A	75.461	139	131	35,2	101	75,3	82,9	42,8	44,1	7.546070954	13.89008083	13.09336144	3.519533392	10.09241822	7.527744323	8.232622	4.2846968	4,41	
Bodenroller 60x40	BoRo	31.033	56,3	62	50,4	55,7	44,1	51,6	25,8	26,3	1.591666667	2.8425	3.0975	2.519375	2.783125	2.203333333	2.571917	1,26	1,31	
Europalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industripalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4										LDM-D4	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT faltbar 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 80x60	A	52.592	190	86,9	38,2	40,6	31,1	17	12,6	12,9	5.2595	10.366935	9.6466825	3.822025	4.062	3.108379	1.704	1.260315	1,29	
Bodenroller 60x40	BoRo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Europalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industripalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D5										LDM-D5	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT faltbar 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 80x60	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT faltbar 80x60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bodenroller 60x40	BoRo	37,7	67,7	66,9	54,2	59,8	34,5	35,5	21	21,6	1.895	3.38625	3.345	2.709375	2.53875	1.726875	1.775	1.0903125	1,09	
Europalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industripalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DX										LDM-DX	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
GLT 120x80	A	0	0	0	0	0	0	0	0	GLT 120x80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLT faltbar 120x80	A	0,3724	15,6	19,3	13,5	15,8	12	14,1	6,78	7,38	0,07448	3,1138	3,663306667	2,70127	3,6316	2,3336	2,815	1,355	1,48	
GLT faltbar 80x60	A	66.474	133	240	121	117	36,3	56,7	37,3	38,5	6.647440353	13.27612526	24.03346186	12.08937012	11.6774191	3.68761508	5.666407	3.7326885	3,85	
Bodenroller 60x40	BoRo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Europalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industripalette	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

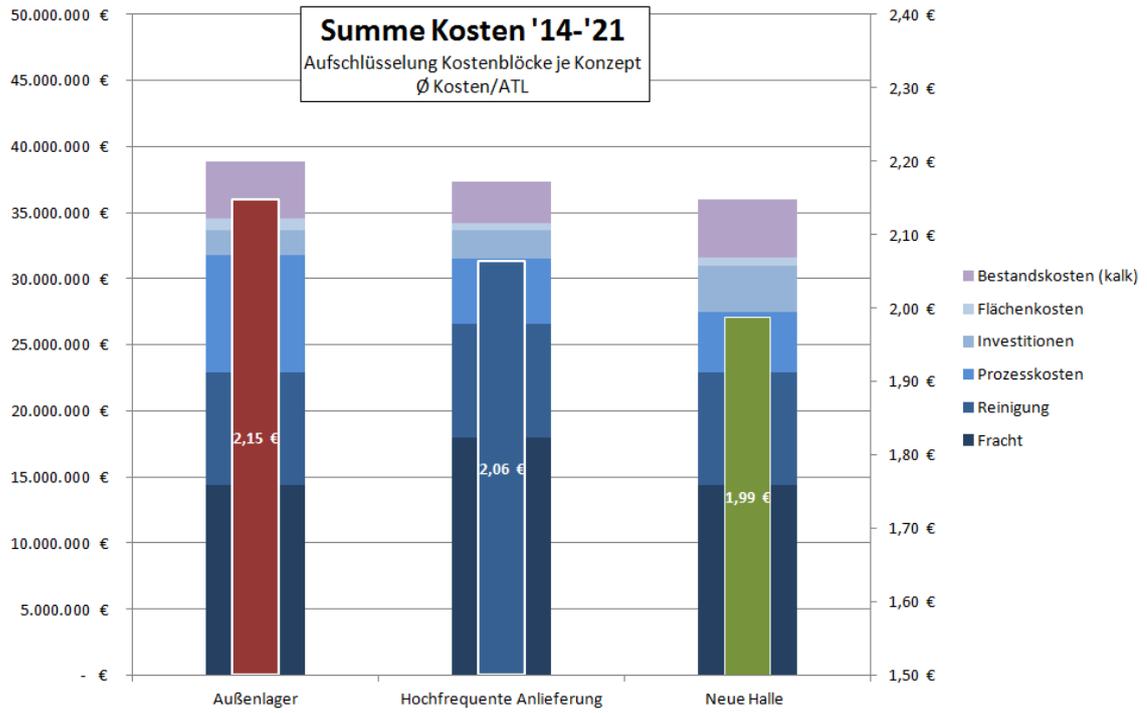
Bildschirmansichten der Transportkostenkalkulation für Direktfahrten Vollgut

Transportkosten										
Inbound	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Mikrus	321.067	666.000	932.400	896.200	1.213.800	1.181.600	2.215.600	2.234.400	2.234.400	
Direktfahrten	125.102	261.774	372.698	427.399	440.401	563.852	736.843	1.080.352	1.080.352	
Sammelverkehr	64.897	138.287	202.153	212.759	225.779	244.562	297.437	321.926	357.378	
Summe	511.166	1.066.061	1.507.251	1.526.358	1.879.979	1.996.015	3.249.781	3.636.678	3.672.130	
Outbound	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Kunden	201.623	410.011	597.078	848.259	901.411	1.058.437	1.065.907	1.125.014	1.320.438	
Dummy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Summe	-									
Prozesskosten										
Ohne Außenlager	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Euro	149.495	272.668	419.416	505.076	550.963	628.953	719.235	774.956	868.362	
MA	3,79	6,88	10,57	12,78	13,93	15,90	18,19	19,81	22,01	
Außenlagerprozesse	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Euro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Shuttle	60.729	113.659	193.653	197.853	197.853	224.197	250.570	250.570	277.647	
Summe	210.224	386.324	613.069	702.867	748.816	853.151	969.805	1.025.526	1.146.009	
Invest	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Abschreibungskosten										
Halle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lagertechnik	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	
Verpackung	73.745	185.346	289.672	299.966	312.275	272.680	198.165	100.754	104.071	
Summe	113.745	225.346	329.672	339.966	352.275	312.680	238.165	140.754	144.071	
Kalkulatorische Kosten										
Bestand	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
	208.486	447.584	533.687	383.423	360.163	354.396	357.572	341.282	350.080	
Summe	208.486	447.584	533.687	383.423	360.163	354.396	357.572	341.282	350.080	
Reinigung	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Rein + Fra + Handl	240.791	536.241	915.225	1.038.367	1.113.463	1.211.617	1.244.530	1.262.894	1.265.221	
Zusatz										
Summe	240.791	536.241	915.225	1.038.367	1.113.463	1.211.617	1.244.530	1.262.894	1.265.221	
Fläche	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
EMTS	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	61.500	
EMTS flz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Außen	420	420	420	420	420	420	420	420	420	
Außen flz	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	
Summe	64.320									
Gesamtkosten	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Summe	1.348.733	2.725.876	3.963.224	4.095.301	4.519.017	4.792.179	6.124.164	6.471.452	6.641.830	
pro ATL	3,31	2,55	1,91	1,58	1,64	1,60	1,99	2,07	2,12	

Zusammenfassung der Ergebnisse der Kostenberechnung

Halle zu AL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jahr	0												
Zinsen	0,05												
Investition	-4950000												
Differenz	- 9.225 €	- 9.225 €	496.048 €	526.185 €	572.616 €	648.325 €	716.063 €	716.063 €	716.063 €	716.063 €	716.063 €	716.063 €	716.063 €
Satz Abzinsung	1	1,05	1,1025	1,157625	1,21550625	1,276281563	1,340095641	1,407100423	1,477455444	1,551328216	1,628894627	1,710339358	1,795856326
Differenz abgezinst	- 9.225 €	- 8.786 €	449.930 €	454.538 €	471.093 €	507.980 €	534.337 €	508.893 €	484.660 €	461.581 €	439.601 €	418.667 €	398.731 €
Amortisation	-4.959.225 €	-4.968.011 €	-4.518.081 €	-4.063.543 €	-3.592.450 €	-3.084.470 €	-2.550.133 €	-2.041.240 €	-1.556.581 €	-1.095.000 €	- 655.400 €	- 236.732 €	161.998 €
Frequenz zu AL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jahr	0												
Zinsen	0,05												
Investition	-400000												
Differenz	- 24.600 €	- 24.600 €	- 2.399 €	779.862 €	625.046 €	802.009 €	445.141 €	445.141 €	445.141 €	445.141 €	445.141 €	445.141 €	445.141 €
Satz Abzinsung	1	1,05	1,1025	1,157625	1,21550625	1,276281563	1,340095641	1,407100423	1,477455444	1,551328216	1,628894627	1,710339358	1,795856326
Differenz abgezinst	- 24.600 €	- 23.429 €	- 2.176 €	673.674 €	514.227 €	628.395 €	332.171 €	316.354 €	301.289 €	286.942 €	273.278 €	260.265 €	247.871 €
Amortisation	- 424.600 €	- 448.029 €	- 450.205 €	223.469 €	737.696 €	1.366.091 €	1.698.263 €	2.014.616 €	2.315.905 €	2.602.847 €	2.876.125 €	3.136.390 €	3.384.261 €

Beispiel: relative Vorteilhaftigkeit von Halle zu Außenlager und Hochfrequente Anlieferung zu Außenlager



Betrachtete Kostenblöcke der Konzepte mit durchschnittlichen Kosten pro ATL

