



Lehrstuhl für Wirtschafts- und
Betriebswissenschaften

Masterarbeit



Bestandsoptimierung von Zukaufteilen
für die Drehgestellfertigung im
Schienenwesen

Thomas Koch, BSc

Januar 2023

Aufgabenstellung

Herr Thomas Koch BSc. wird das Thema

Bestandoptimierung von Zukaufteilen für die Drehgestellfertigung im Schienenwesen

zur Bearbeitung in einer Masterarbeit gestellt.

Im ersten Abschnitt der Masterarbeit sind die theoretischen Grundlagen zur Bearbeitung der beschriebenen Themenstellung herauszuarbeiten. Hierzu sind die wesentlichen Begrifflichkeiten und Prozesse der Logistik, Beschaffung, Materialbewirtschaftung im Detail zu beschreiben. Ein wesentlicher Bestandteil der Arbeit liegt in der Erarbeitung der Bestandsoptimierung von Zukaufteilen. Für die Themenbearbeitung sind Kenntnisse über die verschiedensten in der Literatur genannten Verfahren zur Ermittlung der optimalen Bestelllosgröße wesentlich.

Der Schwerpunkt des praktischen Teils bildet die Entwicklung eines Konzeptes bzw. Tools, sowie dessen Einführung für die Optimierung des Bestandes von Zukaufteilen für die Drehgestellfertigung im Schienenwesen. Auf Basis des bestehenden Beschaffungsprozesses und der theoretischen Grundlagen, ist für die Siemens Mobility Austria GmbH am Standort Graz Eggenberg ein anwenderfreundliches Tool, dass das Ziel der optimalen Bestelllosgröße für Zukaufteile erfüllt, zu entwickeln. Auf Basis der ersten Ergebnisse der Toolanwendung sind Verbesserungspotenziale aufzuzeigen und Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Leoben, März 2020


Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Posch



MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN

www.unileoben.ac.at

EIDESSTÄTLICHE 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.

Ich erkläre, dass ich die Richtlinien des Senats der Montanuniversität Leoben zu "Gute wissenschaftliche Praxis" gelesen, verstanden und befolgt habe.

Weiters erkläre ich, dass die elektronische und gedruckte Version der eingereichten wissenschaftlichen Abschlussarbeit formal und inhaltlich identisch sind.

Datum 03.01.2023

Unterschrift Verfasser
Thomas Koch

Gleichheitsgrundsatz

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet, geschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Es wird ausdrücklich festgehalten, dass die bei Personen verwendeten maskulinen Formen für beide Geschlechter zu verstehen sind.

Danksagung

Für die Unterstützung seitens Siemens möchte ich mich an dieser Stelle besonders bei Herrn DI (FH) Gerhard Fuchs, sowie bei Herrn DI (FH) Gerhard Schrammel, bedanken. Beide standen mir mit Rat und Tat während der Zeit der Arbeit zur Seite.

Ebenso möchte ich mich bei Frau Dipl.-Ing. Theresa Passath für die Betreuung meiner Arbeit bedanken. Sie half mir trotz der im Jahre 2020/21 weltweit vorherrschenden Ausnahmesituation stets mit fachlichen Anregungen und Gesprächen weiter.

Ein besonderer Dank gilt auch meiner Familie, die mich während der gesamten Studienzeit unterstützt und motiviert hat.

Kurzfassung

In den letzten Jahren haben sich die Anforderungen an die Logistik in Unternehmen maßgeblich verändert. Das Bestandswesen ist hierbei ein wichtiger Faktor. Die Siemens Mobility Austria GmbH am Standort Graz Eggenberg ist seit Ende der 90er Jahren der Entwicklungsstandort für Drehgestelle und ebenso die größte Fahrwerksproduktionsstätte des Unternehmens Siemens. Bei einem jährlichen Einkaufsvolumen von über 250 Mio. € ist es von großem Interesse die Bestände und einhergehend die Kapitalbindung auf einem niedrigen Niveau zu halten. Dies setzt die Kenntnis der Bestandsarten und deren Herkunft voraus. In der Literatur gibt es zahlreiche Methoden der Bestandsminimierung und sind branchenspezifisch angepasst. Die Umsetzung erfolgt meist je nach Unternehmenskomplexität individuell.

Um sich diesem Thema am Siemens Standort Graz Eggenberg anzunehmen, wurde diese Masterarbeit veranlasst. Basierend auf einer umfangreichen Literaturrecherche wurde eine passende Methode ausgewählt und diese anschließend in eine praktische Arbeit, angepasst an die Unternehmensstruktur, umgesetzt.

Die in dieser Arbeit ausgewählte Methode nennt sich Ermittlung der optimalen Bestelllosgröße, deren Ziel es ist, den Roh-, Hilfs- und Betriebsstoff-Bestand von zugekauften Materialien dauerhaft zu senken.

Meist herrscht in Unternehmen, wie auch bei der Siemens Mobility Austria GmbH, ein Interessenskonflikt zwischen großen Losgrößen, um einen günstigen Stückpreis zu erzielen, und kleinen Losgrößen, um nicht unnötig viel Bestand auf Lager zu haben. Um diese Konflikte zu lösen, wurde auf Basis der Literaturrecherche ein Tool entwickelt, das es ermöglicht, die optimale Bestelllosgröße für Zukaufteile zu ermitteln, welches als Teil des Einkaufsprozesses etabliert werden soll.

Erste Ergebnisse konnten zwar keine eindeutige Verbesserung der Bestandshöhe zeigen, da durch Ausnahmesituationen und Sonderprojekte gewollt die Bestände erhöht wurden und entgegen der berechneten Losgröße bestellt wurde. Dennoch hat sich das Tool als Bestandteil im Vergabeprozess bewährt, um auf operativer Ebene eine gemeinsame Conclusio während der Einkaufsvergabeentscheidungen zu finden.

Abstract

During the last few years, the requirements for logistics within companies have changed. Stock management became more and more important for industries.

Siemens Mobility Austria GmbH has its competence center for bogies in Graz Eggenberg where also the production is located. With an annual purchasing volume of over 250 million €, it is more beneficial to keep stocks on a reduced level in order to have a greater cash flow. Therefore, it's necessary to understand how stocks were created and which types exist. It is just as important to know methods for reducing stocks in a long term and permanently. Depending on the company's industry, there are customary methods to implement this.

In order to take care on this issue at Siemens Graz, this master's thesis was required. A suitable method was chosen during the literature research and then implemented in practical work, adapted to the company structure.

The method selected is called determining the economic order quantity.

In companies, as such as Siemens Mobility Austria GmbH, there is usually a conflict of interest between large lot sizes to achieve a low unit price and small lot sizes in order not to have too many materials in stock.

To solve these kinds of conflicts, a tool was developed based on the literature review, which makes it possible to determine the economic order quantity for purchased parts. This should be implemented as part of the purchasing process.

The results in first step don't not show any clear improvement in the inventory level, as the inventory was deliberately increased due to exceptional situations and special projects and orders were placed against the calculated lot size. Nevertheless, the tool has proven itself as a part within the sourcing process to find a common conclusion on the operational level during the sourcing decisions.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung und Forschungsfrage	1
1.3	Methodische Vorgehensweise	2
1.4	Aufbau der Arbeit.....	2
2	Logistik	4
2.1	Logistikbegriff.....	4
2.2	Supply Chain	5
2.3	Logistik als Querschnittsfunktion.....	6
2.4	Ziele der Logistik.....	7
3	Beschaffung und Beschaffungslogistik	8
3.1	Abgrenzung der Begriffe „Einkauf“ und „Beschaffungslogistik“.....	9
3.2	Zielsystem der Beschaffungslogistik	10
4	Materialbedarf und Materialbestand	12
4.1	Materialbedarfsarten	12
4.2	Materialbestand	13
4.3	Funktionen des Lagerbestandes	14
4.4	Arten von Lagerbeständen.....	16
4.5	Bestand als Kostenfaktor	17
4.6	Bestandserfassung und -analyse	19
4.6.1	ABC-Analyse.....	20
4.6.2	XYZ-Analyse	22
4.6.3	ABC-XYZ-Analyse.....	23
4.7	Methoden zur Bestandsreduzierung	25
4.7.1	Quick Response (QR).....	25
4.7.2	Efficient Consumer Response (ECR)	26
4.7.3	Vendor Managed Inventory (VMI)	26
4.7.4	Co-Managed-Inventory (CMI).....	28
4.7.5	Konsignationslager.....	28
4.7.6	Just-in-Time (JiT) und Just-in-Sequence (JiS).....	30
5	Verfahren der Bestellauslösung und Bestellpolitik	32
5.1	Bedarfsbezogene Bestellauslösung	32
5.2	Bestellrhythmusverfahren	33

5.3	Bestellpunktverfahren	34
5.4	Kontrollrhythmusverfahren	34
5.5	Bestellpolitik.....	35
5.5.1	t,q- und t,S-Politik.....	36
5.5.2	s,q- und s,S-Politik	37
5.5.3	t,s,S- und t,s,q-Politik	38
6	Gängige Verfahren zur Ermittlung der optimalen Bestelllosgröße	39
6.1	Harris-Andler-Verfahren	40
6.2	Wagner-Whitin-Verfahren	44
6.3	Part-Period-Verfahren (Stück-Perioden-Ausgleich).....	45
6.4	Gleitende wirtschaftliche Losgröße	46
6.5	Silver-Meal-Verfahren	47
6.6	Groff-Verfahren.....	48
7	Ermittlung der optimalen Bestelllosgröße bei SMO AT am Standort Graz Eggenberg	49
7.1	Ausgangssituation.....	49
7.2	Ziel der Arbeit	55
7.3	Vorgehensweise	55
7.3.1	Projektinitiierung.....	55
7.3.2	Bestandsanalyse der Ausgangssituation	56
7.3.3	Erfassung der notwendigen Parameter	58
7.3.4	Softwareauswahl für das Bestelllosgrößen-Tool.....	63
7.4	Erstellung des Tools zur Bestelllosgrößenberechnung.....	64
7.4.1	Pilotversuch und Testphasen	64
7.4.2	Einführung des neuen Sourcingprozesses	68
7.4.3	Go-Live	70
7.4.4	Erste Ergebnisse der Toolanwendung.....	71
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Logistikkette.....	5
Abbildung 2: Logistik als Querschnittsfunktion.....	6
Abbildung 3: Logistisches Zieldreieck.....	7
Abbildung 4: Zielsystem der Beschaffungslogistik	11
Abbildung 5: Übersicht der Materialbedarfsarten.....	12
Abbildung 6: Bestände verdecken Probleme	14
Abbildung 7: Lagerbestände im Unternehmen.....	15
Abbildung 8: Gesamtkosten der Bestände	19
Abbildung 9: Lorenz-Kurve	21
Abbildung 10: XYZ-Analyse.....	23
Abbildung 11: Kombinierte ABC-XYZ-Analyse	24
Abbildung 12: Beispiel eines VMI-Konzepts	27
Abbildung 13: Konsignationslager Vorgehensweise	29
Abbildung 14: Just-in-Time Konzept.....	30
Abbildung 15: Bedarfsbezogene Bestellauslösung.....	32
Abbildung 16: Bestellrhythmusverfahren	33
Abbildung 17: Bestellpunktverfahren mit gleichen Bestellmengen	34
Abbildung 18: Kontrollrhythmusverfahren mit Bestellmenge auf Sollniveau.....	35
Abbildung 19: Grundformen der Bestellpolitik.....	36
Abbildung 20: t,S- und t,q-Politik	36
Abbildung 21: s,S- und s,q-Politik.....	37
Abbildung 22: t,s,S- und t,s,q-Politik.....	38
Abbildung 23: Berechnung der optimalen Bestellmenge Q^*	41
Abbildung 24: Organization Chart Siemens Graz Eggenberg.....	50
Abbildung 25: ORG Chart MF-GRZ LOG	50
Abbildung 26: Berechnung des Bestellzeitpunktes	52
Abbildung 27: SAP - Materialstammdaten	52
Abbildung 28: Horizontschlüssel.....	53
Abbildung 29: Losgrößen im SAP.....	54
Abbildung 30: Durchschnittlicher RHB-Bestand GJ2016	56
Abbildung 31: ABC-Analyse nach Wert	57
Abbildung 32: Auswertung Bestand nach Disponenten	58
Abbildung 33: ABC-Analyse nach Wert der Disponentengruppen	58
Abbildung 34: Eingabemaske in der ersten Testphase.....	64

Abbildung 35: Pilotversuch bei Vergabeentscheidung	65
Abbildung 36: Eingabemaske der zweiten Testphase	66
Abbildung 37: Hinterlegung der festen Parameter	66
Abbildung 38: Eingabemaske der dritten Testphase.....	67
Abbildung 39: Eingabemaske zur Ermittlung der optimalen Bestellhäufigkeit	68
Abbildung 40: Siemens Sourcingprozess mithilfe des Losgrößentools am Standort Graz.....	69
Abbildung 41: Ordnerstruktur des Losgrößentools	70
Abbildung 42: Auszug aus der Score Card GJ15/16.....	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lagerkostensatz	17
Tabelle 2: Beispiel einer ABC-Analyse	20
Tabelle 3: ABC-Analyse berichtigt.....	57
Tabelle 4: Aufteilung der operativen Einkäufer	59
Tabelle 5: Zeit pro Position nach Materialfeld	60
Tabelle 6: Änderungsraten der operativen Einkäufer [%].....	61
Tabelle 7: Kosten des operativen Einkaufs.....	62
Tabelle 8: Zeitbausteine des Material Handlings	62
Tabelle 9: bestellfixe Kosten.....	63

Formelverzeichnis

Formel 4.1: Variationskoeffizient	22
Formel 4.2: Standardabweichung.....	22
Formel 4.3: arithmetische Mittel.....	22
Formel 6.1: Berechnung der Beschaffungskosten K_B	42
Formel 6.2: Berechnung der Lagerkosten K_L mit Lagekostenzinssatz	42
Formel 6.3: Berechnung der Lagerkosten K_L mit Kapitalbindung- und Lagerkostensatz	42
Formel 6.4: Herleitung der opt. Bestellmenge.....	42
Formel 6.5: Ableitung nach dQ	43
Formel 6.6: Umformung der Ableitung.....	43
Formel 6.7: Berechnung der opt. Bestellmenge.....	43
Formel 6.8: Umformulierung für opt. Bestellhäufigkeit	43
Formel 6.9: optimale Bestellhäufigkeit.....	44
Formel 6.10: Lagerbilanzgleichung.....	44
Formel 6.11: zu minimierende Kostenfunktion.....	45
Formel 6.12: Lagerhaltungskosten Part-Period-Verfahren.....	46
Formel 6.13: Bestellmenge, die Bedarfe von Beginn Periode i bis Beginn Periode j deckt	46
Formel 6.14: Kosten für nicht verbrauchtes Material.....	47
Formel 6.15: Stückkosten pro Sendung.....	47
Formel 6.16: Gesamtkosten für Silver-Meal-Verfahren.....	47
Formel 6.17: Verringerung der Bestellkosten K'_B	48
Formel 6.18: Lagerkostenanstieg K'_L	48
Formel 7.1: Berechnung des Bestellzeitpunkts.....	51
Formel 7.2: Gesamtkostenformel nach Andler.....	67

Abkürzungsverzeichnis

AB	Auftragsbestätigung
abgek.	Abgekürzt
BANF	Bestellanforderung
BG&P	Bogies & Pantographs
BVZ	Bedarfsvorlaufzeit
BZ	Bestellzeitpunkt
CMI	Co-Managed Inventory
(Web)EDI	(webbased) Electronical Data Interface
ECR	Efficient Consumer Response
EOQ	Economic Order Quantity
ERP	Enterprise Resource Planning
Diss.	Dissertation
f.	folgende Seite
ff.	folgende Seiten
ggf.	gegebenenfalls
GJ	Geschäftsjahr
Hrsg.	Herausgeber
hrsg.	Herausgegeben
HS	Horizontschlüssel
JiS	Just-in-Sequence
JiT	Just-in-Time
LOG	Logistics
MF-GRZ	Manufacturing Graz; Werk Graz
MH	Material Handling
ML	Material Logistics
MRO	Maintenance, Repair and Operations
PLZ	Planlieferzeit
POP	Payment-on-Production
PPS	Produktionsplanungs- und -steuerungssystem
QR	Quick Response
SAP	Systemanalyse Programmentwicklung (Unternehmensname)
RHB	Roh-, Hilfs-, und Betriebsstoffe
RSU	regelmäßig, schwankend, unregelmäßig
s.	siehe

S.	Seite
et al.	et alteri oder et alii = und andere
Vgl.	Vergleiche
VMI	Vendor Managed Inventory
WEBZ	Wareneingangsbearbeitungszeit
WIP	Work-in-Progress (oder auch: Work-in-Process)
zit. nach	zitiert nach

1 Einleitung

Das Thema dieser Masterarbeit entstand während meiner Tätigkeit als Werkstudent im Bereich Materiallogistik bei der Firma Siemens Mobility Austria GmbH vormals Siemens AG Österreich am Standort Graz Eggenberg.

Im ersten Kapitel dieser Arbeit wird die Ausgangssituation beschrieben. Diese soll dem Leser einen Überblick über das Unternehmen Siemens und über die derzeit vorherrschende Bestandssituation bei Siemens Graz Eggenberg geben. Die Zielsetzung im Anschluss gibt Auskunft über die Erwartungshaltung der Arbeit. Als Abschluss werden die Herangehensweise zur Erstellung der Arbeit und der Aufbau der Arbeit beschrieben.

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Siemens AG beschäftigt weltweit rund 385.000 Mitarbeiter und erzielte 86,9 Mrd. € Umsatz im Geschäftsjahr 2018/19 (Stand: 30.09.2019).¹ Die Siemens Mobility GmbH ist eine separat geführte Strategic Company der Siemens AG und ist mit 36.800 Mitarbeitern weltweit und einem Umsatz von 8,9 Mrd. € im GJ 2018/19² umsatzstärkster Hersteller von Schienenfahrzeugen in Europa. Das Werk am Standort Graz Eggenberg beschäftigt rund 1.200 Mitarbeiter und ist das Weltkompetenzzentrum von Drehgestellen der Firma Siemens mit einer Produktion von rund 2.500 Fahrwerken jährlich.

Dreiviertel des Lagerbestandes im Werk Graz sind Zukaufteile. Dieser Bestand wird regelmäßig durch das ERP-System SAP ausgewertet und analysiert. Das größte Problem dabei ist, dass aktuell noch kein standardisierter Prozess zur langfristigen Bestandsminimierung implementiert ist. Durch die Aufteilung des Einkaufs in einen strategischen und operativen innerhalb der Siemens, wird eine langfristige Bestandsreduzierung zusätzlich erschwert. Während der strategische Einkauf darauf bedacht ist, große Bestellosgrößen zu vereinbaren, um einen günstigen Preis zu erzielen, erhofft sich der operative Einkauf möglichst kleine Losgrößen zu bestellen, um den Werksbestand möglichst gering zu halten. Diesen Zielkonflikt galt es ebenso bei der Erarbeitung des im Zuge dieser Masterarbeit entwickelten Tools zu berücksichtigen.

1.2 Zielsetzung und Forschungsfrage

Ziel dieser Arbeit ist das Identifizieren von Bestandsoptimierungspotenzialen für Zukaufteile der Drehgestellfertigung der Siemens Mobility Austria GmbH. Dabei soll die Planung der Bestände genauer betrachtet werden und eine Optimierung der mittel- und

¹ Vgl. Siemens AG, <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:a26bf1a5-e3d4-4896-b28c-be0867f52910/2019-q4-earnings-release-de.pdf> (Zugriff: 24.03.2020)

² Vgl. Siemens Mobility, <https://www.mobility.siemens.com/global/en/company/press.html> (Zugriff: 24.03.2020)

langfristigen Planung mittels eines zu erstellenden Tools erfolgen. Dies soll als Standard im Unternehmen eingeführt werden.

Aus dieser Zielsetzung lassen sich die folgenden Forschungsfragen ableiten:

- Wie kann mittel- bzw. langfristig eine Bestandsoptimierung mittels eines Tools erfolgen?
- Welche Methode zur Bestandsreduzierung von Zukaufteilen eignet sich am besten für die vorherrschenden Rahmenbedingungen im Werk Graz?
- Was sind Anforderungen an dieses Tool und wie lässt es sich realisieren?

1.3 Methodische Vorgehensweise

Für die Bearbeitung der Themenstellung, wurde zunächst eine Literaturrecherche zum Thema „bestandsminimierenden Methoden“ durchgeführt. Aus diesen Erkenntnissen wurden die Bestände aller Zukaufbestände im Werk erhoben. Dies erfolgte durch das firmeneigene ERP System „SAP P22.“ Mittels einer ABC-Analyse wurden die Bauteile bewertet. Daraufhin erfolgte eine Untersuchung des Einkaufsprozesses bei Siemens, welcher einen Zielkonflikt zwischen operativen und strategischen Einkauf hervorbrachte. Ausgehend von diesem Zielkonflikt wurde nach einer optimalen Lösung gesucht und in den Parametern der im SAP hinterlegten Materialstammdaten gefunden: die Bestelllosgröße. Eine Literaturrecherche ergab, dass sich KURT ANDLER und FORD W. HARRIS bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts mit dieser Thematik beschäftigen³. Anhand deren Erkenntnisse wurde mit der Entwicklung des Tools begonnen, das das Problem der undefinierten Bestelllosgröße für den Standort Siemens Graz Eggenberg lösen sollte. Ein Anforderungskonzept an das Tool wurde entworfen, um in Zukunft einen standardisierten Prozess aufrecht erhalten zu können.

Alle notwendigen Daten wurden im Laufe der Tätigkeit als Werkstudent manuell erfasst bzw. aus dem vorhandenem ERP-System „SAP“ ausgewertet. Diese dienten als Grundlage des später entwickelten Tools, welches laufend während der drei Testphasen angepasst wurde bis zur vollständigen Implementierung im Einkaufsprozess.

1.4 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit ist in sieben Kapitel unterteilt, wobei bis einschließlich Kapitel 6 die Literaturrecherche im Vordergrund steht. Kapitel 7 beschreibt den empirischen Teil dieser Arbeit.

Begonnen wird im ersten Kapitel mit der Einleitung der Arbeit. Es folgt die Ausgangssituation und Problemstellung, die Zielsetzung und die methodische Vorgehensweise.

Um dem Leser das Thema „Logistik“ näher zu bringen, wird im Kapitel 2 der Überbegriff Logistik, Supply Chain, die Logistik als Querschnittsfunktion, sowie deren Ziele behandelt.

³ Vgl. Harris, F. W. (1913)

Kapitel 3 befasst sich mit der Beschaffung und der Beschaffungslogistik. Es werden die Begriffe „Einkauf“ und „Beschaffungslogistik“ beschrieben und deren Unterschiede ausgearbeitet.

In Kapitel 4 wird der Materialbedarf, dessen Arten und Ursprung erklärt, sowie dessen Ursache für den Bestand. Das Bestände Kosten erzeugen und Probleme verdecken können, wird ebenso in diesem Kapitel erklärt. Die unterschiedlichen Arten von Lagerbeständen und deren Auftreten, sowie die Erfassung und Analyse bis hin zu den Methoden der Bestandsreduzierung runden dieses Kapitel ab.

Das fünfte Kapitel erläutert die Beschaffung von Beständen, die Bestellauslösung und die dazugehörigen der Bestellpolitiken. Hier wird ein Überblick gegeben, welche Arten in der Praxis eingesetzt werden können.

Bevor es zum praktischen Teil dieser Arbeit geht, wird im Kapitel 6 das Thema der optimalen Bestelllosgröße behandelt. Die meistgenutzten Rechenverfahren werden hierbei erläutert. Hier endet der theoretische Teil der Arbeit.

Kapitel 7 umfasst die praktische Ausarbeitung und beginnt mit der Ausgangssituation im Unternehmen Siemens am Standort Graz Eggenberg. Es folgt die Zielsetzung der Arbeit und die Vorgehensweise zur Erstellung des Tools zur Bestelllosgrößenbestimmung. Hierbei wird erläutert, wie das Projekt aufgesetzt wurde und die Grundlage zur Softwareauswahl gebildet. Ebenso wird auf die Datenerhebung und den Aufbau des Tools näher eingegangen. Die anschließenden Testphasen und das Go-Live bilden den Abschluss dieses Kapitels.

Die Zusammenfassung inklusive der ersten Ergebnisse und der Ausblick für die weitere Nutzung des Tools im Unternehmen vollenden diese Masterarbeit.

2 Logistik

Das zweite Kapitel der vorliegenden Masterarbeit beschäftigt sich mit dem allgemeinen Thema „Logistik.“

Zu Beginn wird auf den Ursprung des Begriffs „Logistik“ eingegangen, dessen sprachlicher Herkunft, sowie dessen Definition. Durch das Aufzeigen der Tätigkeitsfelder in der Logistik, soll dem Leser gezeigt werden, dass Logistik nicht nur aus Transport, Umschlag und Lagerung besteht.

2.1 Logistikbegriff

Der Logistikbegriff hat seine Wurzeln im militärischen Bereich bereits im 19. Jahrhundert und bezeichnete damals die Planung des Nachschubs. Das aus dem Französischen stammende Wort „Logis“ für Truppenunterkunft ist der Ursprung des Wortes Logistik. In der Wirtschaft ist der Begriff Logistik erstmals in den 1950er Jahren in den USA aufgekommen und hat sich seitdem rasch verbreitet. Seit den 70er Jahren findet man das Wort auch im deutschen Sprachgebrauch.⁴

ISERMANN definierte den Begriff Ende der 90er Jahre für die heutige Zeit noch treffend: „Logistik ist die Gesamtheit aller Tätigkeiten, welche auf eine bedarfsgerechte Verfügbarkeit von Objekten, Personen, Sachgütern, Dienstleistungen, Informationen und Energie ausgerichtet ist.“⁵ Logistik beinhaltet somit die Planung der logistischen Systeme, sowie der Steuerung der darin enthaltenen Prozesse.⁶ Es gibt zahlreiche weitere Definitionen, die vor allem den physischen Güterfluss in den Mittelpunkt der logistischen Betrachtung stellen, jedoch gehören Planung, Durchführung und Kontrolle ebenso explizit in den Logistikbegriff eingeschlossen, um die Managementfunktion der Logistik aufzeigen.⁷ Somit wird die Logistik zunehmend als Managementtätigkeit angesehen, die außerhalb des eigenen Unternehmens ansetzt, um so die gesamte Wertschöpfungskette zu optimieren. Dies wird in der schnellen Ausbreitung des sogenannten Supply Chain Managements sichtbar.⁸ Das Ziel des Supply Chain Managements besteht darin, die komplette Planung und Gestaltung der Material- als auch der Informationsflüsse entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu optimieren, dies gilt auch über die Grenzen des eigenen Unternehmens hinaus.⁹

⁴ Vgl. Fleischmann, B. (2018), S. 1

⁵ Isermann, H. (1998), S. 21

⁶ Vgl. Fleischmann, B. (2018), S. 1 f.

⁷ Vgl. Meier, L. H. (2008), S. 10

⁸ Vgl. Fortmann, K.-M.; Kallweit, A. (2007), S. 23

⁹ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 28

2.2 Supply Chain

Um einen Gesamtüberblick der Logistik zu bekommen, sei an dieser Stelle die Supply Chain, oder auf deutsch – die Logistikkette, erwähnt. 1982 wurde durch OLIVER und WEBBER erstmals der Begriff der Supply Chain im Zusammenhang mit unternehmensübergreifender Logistik geprägt und HOULIHAN führte 1985 erstmals im „International Journal of Physical Distribution and Materials Management“ den Begriff des Supply Chain Managements ein. Seit damals hat sich „Supply Chain“ in der Betriebswirtschaft und in allen Unternehmen stark verbreitet, dennoch konnte sich bis dato keine einheitliche Definition durchsetzen.¹⁰ Auch über dessen Abgrenzung, und ob sie als Prozess, als Superorganisation oder einfach als Gruppe von Organisationen verstanden wird, wird vielfach diskutiert.¹¹ Im engeren Sinne wird die Versorgungskette oder die unternehmensübergreifende Wertschöpfungskette gemeint. Wie schon vorher genannt, werden diese Funktionen meistens von mehreren Abteilungen in einem Unternehmen übernommen, sodass hier von einem Netzwerk gesprochen werden kann, die ein Produkt erstellen und es dem oder den Kunden liefert. Obwohl der Begriff Supply Chain darauf schließen könnte, dass es sich hierbei rein um die Interaktion mit dem Lieferanten handelt, hat sich der Begriff „Demand Chain“, also das Zusammenspiel mit dem Kunden, nie durchgesetzt, sodass die Supply Chain als Oberbegriff all diese Tätigkeiten mitumfasst.¹²

In Abbildung 1 ist ein typischer Aufbau einer solch beschriebenen Logistikkette eines Unternehmens dargestellt. Sie ist eine Folge aus Transport-, Lager- und Produktionsprozessen.¹³

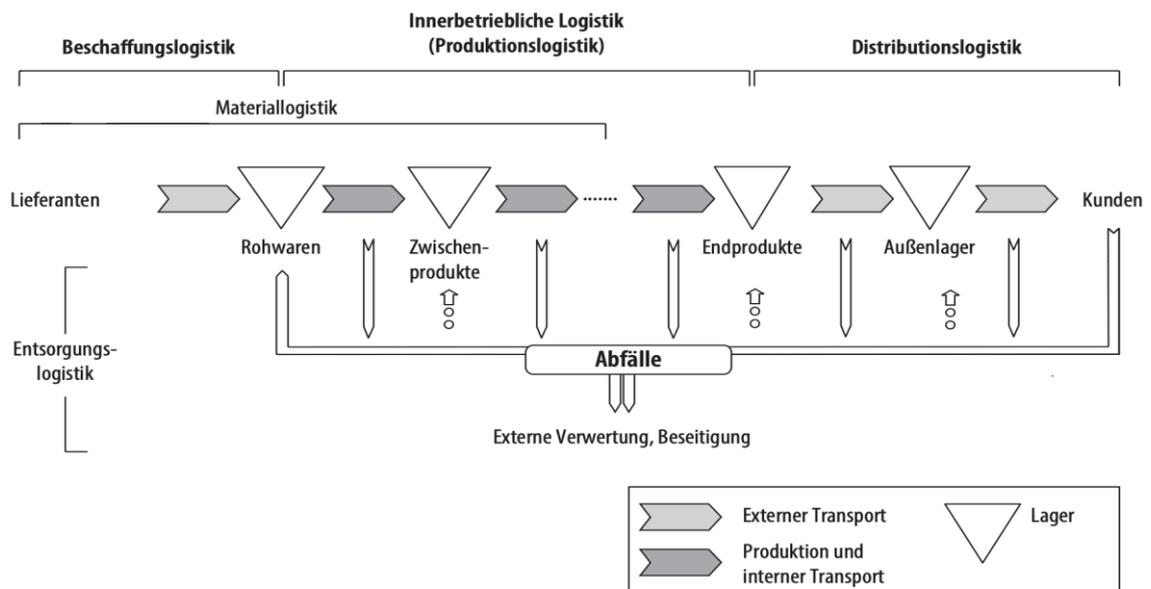


Abbildung 1: Logistikkette¹⁴

¹⁰ Vgl. Voß, P. H. (2007), S. 11 f.

¹¹ Vgl. Voß, P. H. (2007), S. 13

¹² Vgl. Busch, A.; Dangelmaier, W. (2002), S. 4

¹³ Vgl. Fleischmann, B. (2018), S. 3

¹⁴ Quelle: Fleischmann, B. (2018), S. 4

An vorderster Stelle dieser Kette stehen die Lieferanten des Unternehmens, also die Beschaffungslogistik.¹⁵ Sie beinhaltet den Fluss der Zukaufteile vom Lieferanten bis hin zum Lager. Danach folgt die Produktionslogistik, welche bis zum Fertigteillager führt. Da die Produktion normalerweise nicht als logistischer Prozess geführt wird, aber zentral im Güterfluss steht, kann hier für die Transport- und Lagerprozesse der Begriff der innerbetrieblichen Logistik genannt werden. Das Zusammenspiel aus Beschaffungs- und Produktionslogistik wird oft Materiallogistik genannt.¹⁶ Am Ende der Supply Chain steht die Distributionslogistik, welche für die Lieferung der Fertigprodukte zuständig ist. Da bei dem horizontal vorwärts gerichteten Güterfluss über die gesamte Supply Chain hinweg auch Rückstände entstehen, gehört auch die Entsorgungslogistik, welche den horizontal und rückwärts gerichteten Güterfluss darstellt, zum Bestandteil der Logistikkette.¹⁷ Diese Rückstände können in Abfälle, als auch in Sekundärstoffe aufgeteilt werden. Abfälle werden anschließend entsorgt, hingegen werden Sekundärstoffe in das System rückgeführt werden, wenn man beispielsweise an Leergut von Flaschen denkt. Im Anschluss der Logistikkette findet man häufig noch den After-Sales, also die Ersatzteillogistik.

2.3 Logistik als Querschnittsfunktion

Um einen konstanten Güterfluss vom Anfang bis zum Ende der Supply Chain zu bewerkstelligen, müssen alle logistischen Tätigkeiten, welche neben dem Transport und physischen Lagerung der Teile, auch die Lagerhaltung und Auftragsabwicklung umfasst, in jedem Teilbereich des Unternehmens erfüllt werden.¹⁸ Somit ist die Logistik keine Einzelaufgabe, sondern durchdringt alle betriebswirtschaftlichen Grundfunktionen eines Unternehmens, siehe Abbildung 2. Diese sind neben dem Einkauf (Beschaffung) und der Produktion, auch die Forschung und der Vertrieb.

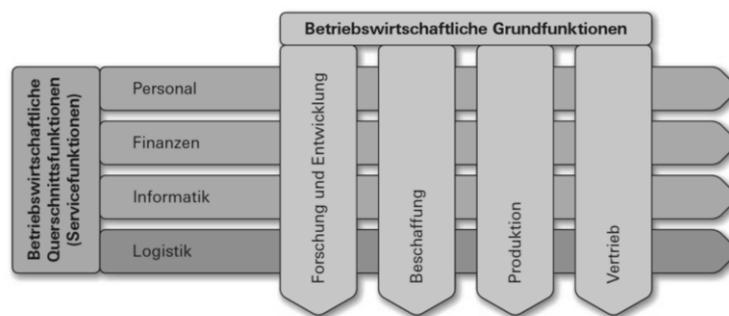


Abbildung 2: Logistik als Querschnittsfunktion¹⁹

Durch diese Querschnittsfunktion hat die Logistik denselben betriebswirtschaftlichen Charakter, wie es auch die IT-Abteilung, als auch das Finanz- oder auch das

¹⁵ Vgl. Voß, P. H. (2007), S. 14

¹⁶ Vgl. Pfohl, H.-C. (2018), S. 17

¹⁷ Vgl. Fleischmann, B. (2018), S. 4 f.

¹⁸ Vgl. Pfohl, H.-C. (2016), S. 5

¹⁹ Quelle: Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 29

Personalwesen in einem Unternehmen innehat. Es gilt hierbei Abteilungs- und Organisationsgrenzen zu überwinden und den ununterbrochenen Material-, als auch Informationsfluss durch das Unternehmen bzw. durch die Produktion aufrecht zu erhalten.²⁰

2.4 Ziele der Logistik

Der Logistikkette ist zu entnehmen, dass sich deren Inhalte von Forschung und Entwicklung bis zum Vertrieb erstrecken. Deshalb ist es wichtig die Logistikziele des Unternehmens übergeordnet und aufeinander abgestimmt zu definieren.²¹ Das Hauptziel der Logistik ist die Optimierung der Logistikeffizienz. Dieses kann nicht einfach durch eine einzige Kennzahl ausgedrückt werden, sondern besteht aus vielen Teilzielen, die oft im Gegensatz zueinanderstehen.²² JÜNEMANN definierte dazu die bekannten sechs r's der Logistik:²³

- Das richtige Produkt
- in der richtigen Menge
- in der richtigen Qualität
- zur richtigen Zeit
- an den richtigen Ort
- zu den richtigen Kosten zu liefern.

Heutzutage wird die erweiterte Form mit dem Zusatz „an den richtigen Kunden“ in der Literatur gefunden, weshalb von den sieben r's der Logistik gesprochen werden kann.²⁴ Dennoch ist es essenziell Logistikziele an das Unternehmensziel anzupassen. Im Vordergrund stehen die Leistungs-, und Qualitätserfüllung, sowie der Kostendruck. Diese drei Faktoren stehen in einem Zielkonflikt zueinander, wie in Abbildung 3 ersichtlich, welchen es fortlaufend zu lösen gilt.²⁵

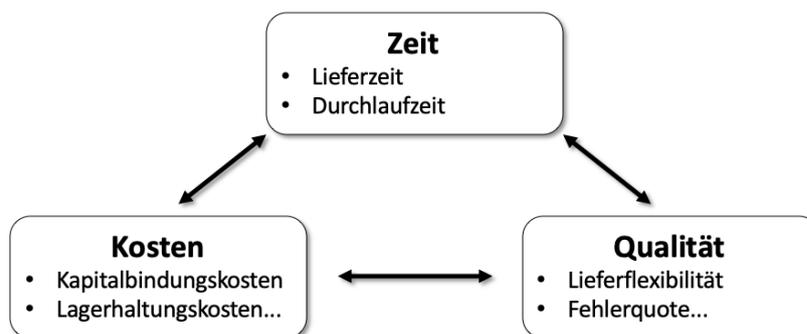


Abbildung 3: Logistisches Zieldreieck²⁶

²⁰ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 28 f.

²¹ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 15

²² Vgl. Fortmann, K.-M.; Kallweit, A. (2007), S. 23 ff.

²³ Vgl. Jünemann, R. (1989), S. 18

²⁴ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 14

²⁵ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 16 f.

²⁶ Quelle: in Anlehnung an Arndt, H. (2008), S. 134

Um Kapitalbindungs- und Lagerhaltungskosten zu vermeiden, strebt die Logistik üblicherweise niedrige Bestände an. Da jedoch der Vertrieb das Ziel hat, möglichst viel und schnell zu verkaufen, werden hohe Bestände an Fertigprodukten gewünscht, und um Produktionsstillstände zu vermeiden, ist eine hohe Versorgungssicherheit von Vorteil. So entstehen zwischen den Faktoren Zielkonflikte. Kürzere Durchlaufzeiten können zu mehr Fehlern in der Produktion führen und durch niedrigere Transportkosten sind wiederum längere Lieferzeiten möglich (Beispiel: Flugtransport ist zwar schneller als mit dem Schiff, dafür auch teurer). Somit besteht die Herausforderung in der Findung eines optimalen Ausgleiches zwischen den Kostentreibern. Eine Verallgemeinerung, wie die Ziele aufeinander abzustimmen sind, lässt sich nicht treffen. Vielmehr hängt dies, wie bereits erwähnt, von den Unternehmenszielen ab, sowie von Kundenanforderung und den Mitbewerbern. Sind dem Kunden beispielsweise kurze Lieferzeiten wichtiger als niedrige Preise, so ist das Augenmerk auf eine Verkürzung der Lieferzeiten zu setzen, jedoch im Anbetracht zu den Mitbewerbern, zu einem vertretbaren Preis. Wollen Kunden individuell konfigurierbare Produkte, was ein Merkmal der Qualität darstellt, sollte das Unternehmen darauf Acht geben, auch wenn es dadurch zu längeren Zeiten und höheren Kosten kommt. Um alle Ziele der Logistik bestmöglich erfüllen zu können, sollte ein Unternehmen schlank, agil und reaktionsfähig sein. Das bedeutet, dass sich die Anpassungsfähigkeit eines Unternehmens an Kostenstrukturen unter Einbeziehung minimaler Ressourcen widerspiegelt.²⁷

Zusammengefasst sollten die Ziele nicht an einzelne Glieder der Supply Chain festgemacht werden, sondern vielmehr auf die Optimierung des gesamten Wertschöpfungsprozesses ausgerichtet sein, um Zielkonflikte, sowie Bereichsegoismus zu vermeiden, wie es beispielsweise zwischen Beschaffung und Lagerhaltung vorkommt. Das Ziel ist langfristig und dauerhaft die Effizienz und Effektivität zu steigern.²⁸

3 Beschaffung und Beschaffungslogistik

In diesem Kapitel wird die Bedeutung der Beschaffung nähergebracht, sowie die Abgrenzung zwischen den Begrifflichkeiten „Einkauf“ und „Beschaffungslogistik“, beschrieben.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat die Beschaffung einen immer größer werdenden Stellenwert in den Unternehmen eingenommen, da sie maßgeblich am Erfolg des Unternehmens beteiligt ist. In Anbetracht der immensen Geldflüsse an dieser Stelle der Supply Chain, ist es kaum verwunderlich, dass immer mehr Experten und Manager sich diesem Bereich widmen. Die Kosten für die Planung und Umsetzung zur Optimierung der Supply Chain für die Schnittstelle mit Lieferanten sind nicht zu vernachlässigen. Daher ist es von großer Bedeutung die Beziehungen zu den Lieferanten zu intensivieren und diese bei der Optimierung der eigenen Supply Chain mit ins Boot zu holen, um das größtmögliche Verbesserungspotenzial zu nutzen. Das Potenzial liegt vor allem in der

²⁷ Vgl. Arndt, H. (2008), S. 122 ff.

²⁸ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 41

Verbesserung von Produkten, kürzeren Lieferzeiten und schnelleren Reaktionsfähigkeiten am Markt.²⁹ Aus Sicht eines Unternehmens ist es gleichzeitig wichtig Versorgungssicherheit, hohe Qualität der Zukaufteile, aber auch günstige Einkaufspreise zu erlangen,³⁰ was sich im logistischen Zieldreieck widerspiegelt.

3.1 Abgrenzung der Begriffe „Einkauf“ und „Beschaffungslogistik“

Prinzipiell umfasst der Prozessschritt der Beschaffung all jene Aktivitäten, die für die Besorgung aller Güter, Informationen, sowie Dienst- und Arbeitsleistungen vom Beschaffungsmarkt notwendig sind, um die betriebliche Leistungserstellung durchzuführen.³¹ Sie ist außerdem wesentlich am Unternehmenserfolg beteiligt.³² Es hat sich gezeigt, dass die meisten Unternehmen mehr als 50% ihrer Umsatzerlöse für zugekaufte Güter und Leistungen ausgeben. Im Handel ist dieser Anteil sogar noch höher, weshalb die Beschaffung den größten Kostenhebel darstellt.³³

Grundsätzlich wird bei der Materialbeschaffung zwischen der Beschaffung (oft einfach auch als Einkauf oder strategische Beschaffung bezeichnet) und der Beschaffungslogistik unterschieden.

Einkauf

Der Begriff Einkauf wird oft verwendet, um operative Tätigkeiten zu beschreiben. Tatsächlich gibt es eine Differenzierung zwischen der operativen Bestelltätigkeit, sowie der Einkauf früher gesehen wurde und dem Einkauf, wie er heute gesehen wird, der für die marktbezogenen Tätigkeiten zuständig ist und deshalb am direkten Materialfluss nur peripher einbezogen ist.³⁴ Er hat einen strategischen Charakter und betrachtet Aspekte wie die besten Bezugsquellen der Zukaufteile, oder die Beschaffung von Drittländern.³⁵ Auch die Rahmenbedingungen für die logistische Abwicklung werden dabei festgelegt. So kann beispielsweise über einen selbstorganisierten Transport nachgedacht werden, welcher dazu führt, dass Bauteilpreise sinken, jedoch im Gegenzug die Kosten für die logistischen Aufwände steigen. Dies kann durchaus sinnvoll sein, wenn die Kosten für den Transport für das eigene Unternehmen günstiger als jene des Lieferanten sind.³⁶ Auch rechtliche Verfügbarkeiten, wie Eigentumsübergang der Waren (Incoterms) und die damit verbundenen Aktivitäten sind Aufgaben des Einkaufs.³⁷ Entscheidungen müssen immer langfristig betrachtet werden, da sie oft mit hohen Kosten und langfristigen Verträgen verbunden sind und sich Fehler nicht kurzfristig korrigieren lassen.³⁸ Durch die immer weiter sinkende Fertigungstiefe in der Industrie auf 50 bis zu

²⁹ Vgl. Weele, A. J. van; Eßig, M. (2017), S. 2

³⁰ Vgl. Fortmann, K.-M.; Kallweit, A. (2007), S. 52 f.

³¹ Vgl. Härdler, J. (1999), S. 14

³² Vgl. Wannewetsch, H. (2014), S. 115

³³ Vgl. Weele, A. J. van; Eßig, M. (2017), S. 13

³⁴ Vgl. Arnolds, H. et al. (2013), S. 2 f.

³⁵ Vgl. Kummer, S. et al. (2013), S. 308

³⁶ Vgl. Jünemann, R. (1989), S. 47 f.

³⁷ Vgl. Pfohl, H.-C. (2018), S. 189

³⁸ Vgl. Wannewetsch, H. (2014), S. 115 f.

teilweise 17 Prozent, ist die Bedeutung des Einkaufs deutlich gestiegen und so auch die Abhängigkeit vom Beschaffungsmarkt. Die Herausforderung, die sich dadurch ergeben hat, ist das beste Preis/Leistungsverhältnis am Markt zu bekommen. Dies kann beispielsweise durch das Nutzen der nicht ausgelasteten Beschaffungsmärkte während Krisenzeiten erreicht werden.³⁹

Beschaffungslogistik

Die Beschaffungslogistik, die dem operativen Bereich zugeordnet ist, beschäftigt sich mit kurzfristigen Entscheidungen und den logistischen Tätigkeiten in der Beschaffung.⁴⁰ Sie ist das Bindeglied zwischen der Distributionslogistik des Lieferanten und der Produktionslogistik im eigenen Unternehmen. Durch Heranziehen der durch den Einkauf verhandelten Mengenkontrakte werden die Bestellungen ausgelöst, welche der Lieferant wiederum mit einer Auftragsbestätigung rückmeldet.⁴¹

Die Hauptaufgabe der Beschaffungslogistik besteht darin das Unternehmen rechtzeitig mit Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen, Zukaufteilen und/ oder Handelswaren zu versorgen. Als Bedarfsträger dient meist ein Beschaffungslager oder bei Direktanlieferung kann dies die Produktion darstellen, beispielsweise bei Just-in-Time-Anlieferungen.⁴²

Die Beschaffungslogistik muss dazu die Bedarfsmengen erheben und die Bedarfszeitpunkte bestimmen, wobei diese je nach Produktionsprogramm anzupassen sind. Diese Informationen können in der Regel von einem Produktionsplanungs- und -steuerungssystem (PPS) ausgelesen werden. Dabei müssen die Wiederbeschaffungszeiten der zu beschaffenden Güter mitberücksichtigt werden, was auch durch das PPS umgesetzt werden kann.⁴³ Nach Auslösung der Bestellungen müssen diese überwacht und im Bedarfsfall neu terminiert werden.⁴⁴ Die Herausforderungen in der Beschaffungslogistik sind die Versorgungssicherheit bei möglichst geringem Bestand⁴⁵, sowie einen hohen Lieferservice bei geringen Logistikkosten zu gewährleisten. Darüber hinaus stellt die Ermittlung der optimalen Menge, der zu beschaffenden Güter eine weitere Herausforderung dar.⁴⁶

3.2 Zielsystem der Beschaffungslogistik

Nach dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit ist das Ziel der Beschaffungslogistik eine hohe Leistung bei möglichst geringen Logistikkosten zu erbringen. Das heißt durch hohe Termin- und Mengentreue der Lieferanten, müssen die Lagerkosten, sowie die Kapitalbindungskosten auf einem niedrigen Level gehalten werden. Dies wird durch Abbildung 4 verdeutlicht.⁴⁷

³⁹ Vgl. Reinelt, G. R. (2010), S. 31 f.

⁴⁰ Vgl. Kummer, S. et al. (2013), S. 308

⁴¹ Vgl. Wannenwetsch, H. (2014), S. 116 ff.

⁴² Vgl. Pfohl, H.-C. (2018), S. 189

⁴³ Vgl. Fortmann, K.-M.; Kallweit, A. (2007), S. 308

⁴⁴ Vgl. Wannenwetsch, H. (2014), S. 117

⁴⁵ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 52

⁴⁶ Vgl. Stich, V. et al. (2013), S. 81

⁴⁷ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 52 f.



Abbildung 4: Zielsystem der Beschaffungslogistik⁴⁸

Die Zusammenhänge hierfür liegen auf der Hand: durch hohe Termin- und Mengentreue können Prozesskosten niedrig gehalten werden, da zuverlässige Lieferanten die Versorgungssicherheit gewährleisten. Aufgrund von kurzen Wiederbeschaffungszeiten, können niedrige Lagerbestände gehalten werden. Dies hat zur Folge, dass rasch auf Kundenwünsche eingegangen werden kann und die Kapitalbindung niedrig ist.⁴⁹

Hier zeichnet sich das „Dilemma der Materialwirtschaft“ ab. Es ist die Aufgabe der Beschaffungslogistik einen Ausgleich zu finden, die Bedarfe der Verbraucher zu decken, unter der Berücksichtigung des flexiblen Verbrauchs, als auch das logistische Leistungsvermögen der Lieferanten zu kennen und richtig zu beurteilen, sodass die Versorgung mit Zukaufteilen stets gewährleistet ist. Ein Halten von Beständen nimmt deshalb an dieser Stelle eine zentrale Rolle ein. Aufgrund des großen Kosteneinflusses des Lagerbestands ist dieser eine wichtige Kenngröße bei vielen Unternehmen, an deren die Beschaffungslogistik gemessen wird. Somit gilt es immer ein Optimum zwischen niedrigen Beständen und hoher Lieferbereitschaft zu finden.⁵⁰

⁴⁸ Quelle: Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 53

⁴⁹ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009), S. 53

⁵⁰ Vgl. Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P. (2012), S. 241

4 Materialbedarf und Materialbestand

Der Verursachung von Beständen liegt immer der Materialbedarf zugrunde. Dieser ist die Grundlage aller Aktivitäten im Beschaffungsprozess.

Der Bedarf ist jene Menge, die von einer Bedarfsverursacher in einem Unternehmen in einem bestimmten Zeitraum verbraucht bzw. benötigt wird. Um diesen zu ermitteln wird ein Fertigungsprogramm erstellt, das bereits geplante und eventuell noch kommende Aufträge beinhaltet.⁵¹

4.1 Materialbedarfsarten

Je nach Ursprung und Erzeugnisebene kann beim Materialbedarf zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiärbedarf unterschieden werden und je nach Berücksichtigung des Lagerbestandes wird zusätzlich zwischen Brutto- und Nettobedarf differenziert.⁵² Eine Übersicht dazu ist in Abbildung 5 dargestellt.

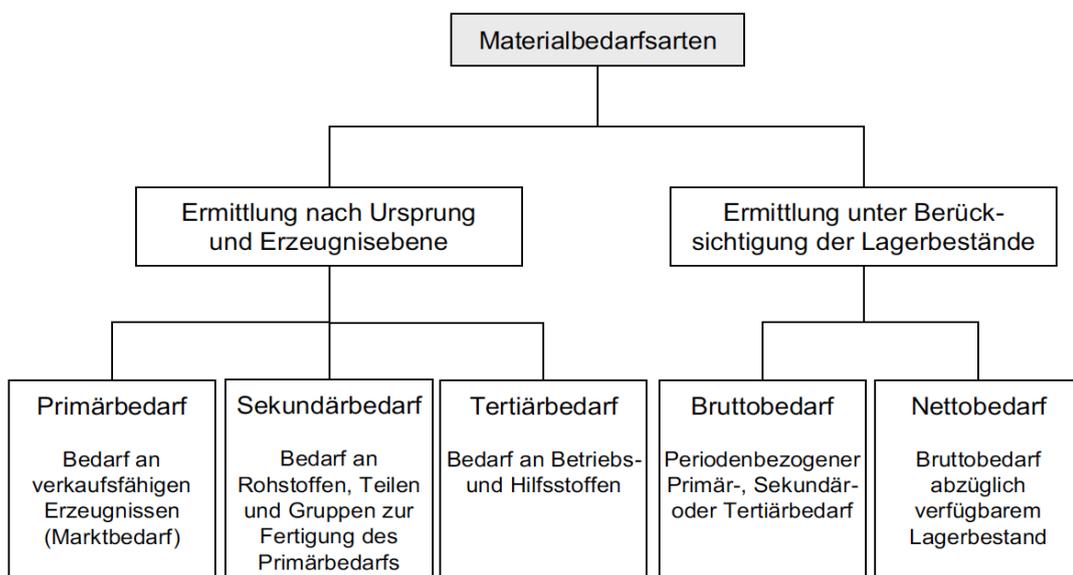


Abbildung 5: Übersicht der Materialbedarfsarten⁵³

Der *Primärbedarf* ist jener Bedarf, den der Markt an verkaufsfähigen Enderzeugnissen braucht, wie beispielsweise Ersatzteile. Dieser kann entweder mittels mathematischer Verfahren berechnet, beispielsweise aus historischen Daten oder auch an bereits fixierten Aufträgen kalkuliert werden.⁵⁴

⁵¹ Vgl. Wannewetsch, H. (2014), S. 65

⁵² Vgl. Wannewetsch, H. (2014), S. 66 f.

⁵³ Quelle: Pfohl, H.-C. (2018), S. 104

⁵⁴ Vgl. Bichler, K. et al. (2010), S. 77

Der *Sekundärbedarf* ist der Bedarf an Rohstoffen, Einzelteilen und Baugruppen, die für die Erzeugung des Primärbedarfs benötigt werden. Diesen erhält man durch Stücklisten, Rezepte oder Arbeitspläne. Die genauen Mengen werden durch Multiplikation der Mengenangaben aus dem Fertigungsprogramm errechnet. Dies ist eine typische deterministische Bedarfsermittlung. Ist diese Art der Bedarfsfeststellung nicht möglich, kann der Bedarf durch den Verbrauch gesteuert werden.⁵⁵

Unter *Tertiärbedarf* wird jener Bedarf an Betriebs-, Hilfs- und Verbrauchsstoffen verstanden, der ebenfalls für die Erzeugung der Enderzeugnisse notwendig ist. Dieser lässt sich meist nicht einfach durch Stücklisten ermitteln. Sie sehen diesen zwar vor, jedoch können genaue Mengenangaben meist nicht gemacht werden. Deshalb wird der Tertiärbedarf auf Basis von Erfahrungswerten bestimmt oder z.B. durch den Verbrauch pro Maschinenstunde abgeschätzt.⁵⁶

Unter der Berücksichtigung der Lagerbestände wird weiter zwischen dem *Brutto-* und dem *Nettobedarf* unterschieden. Der Bruttobedarf ist, unabhängig ob Primär-, Sekundär- oder Tertiärbedarf, jener Bedarf, der innerhalb einer Periode benötigt wird ohne Berücksichtigung der Lagerbestände. Der Nettobedarf ergibt sich dann aus dem Bruttobedarf abzüglich der im Lager vorhandenen Bestände.⁵⁷

Jeder Bedarf, ungeachtet dessen Ursprungs, verursacht folglich Materialbestand.

4.2 Materialbestand

Kein Unternehmen möchte hohe Materialbestände auf Lager haben, seien es Zukaufteile, Halb- oder auch Fertigfabrikate. Bestände verursachen Lagerkosten, Verwaltungsaufwand und binden Kapital.⁵⁸ Das Bestandsmanagement ist eines der Schlüsselfaktoren für den Erfolg eines Unternehmens und hat in vielen Unternehmen mittlerweile eine strategische Position angenommen.⁵⁹

Durch eine vollständige Synchronisation des Materialflusses in der Produktion durch Input und Output wären Lagerbestände theoretisch überflüssig. In den meisten Fällen ist das aber nicht möglich, da es sich hier um ein theoretisches Optimal-Szenario handelt, welches in Realität nicht umzusetzen ist. Dennoch müssen Lagerbestände hinterfragt und nicht als gegeben hingenommen werden.⁶⁰ Durch das Halten von Beständen können Probleme leicht verdeckt werden, indem man die Versorgungssicherheit erhöht und dadurch störanfällige und unzuverlässige Prozesse unterstützt. So werden in weiterer Folge Prognosefehler, Qualitätsprobleme, Produktions- und Lieferengpässe, sowie unzuverlässige Lieferanten nicht identifiziert und bleiben weiterhin bestehen, siehe dazu Abbildung 6.⁶¹

⁵⁵ Vgl. Bichler, K. et al. (2010), S. 78

⁵⁶ Vgl. Bichler, K. et al. (2010), S. 78

⁵⁷ Vgl. Pfohl, H.-C. (2018), S. 104

⁵⁸ Vgl. Sheffi, Y. (2006), S. 99

⁵⁹ Vgl. Coyle, J. J. (2017), S. 290

⁶⁰ Vgl. Pfohl, H.-C. (2018), S. 99 f.

⁶¹ Vgl. Haasis, H.-D. (2009), S. 21 f.

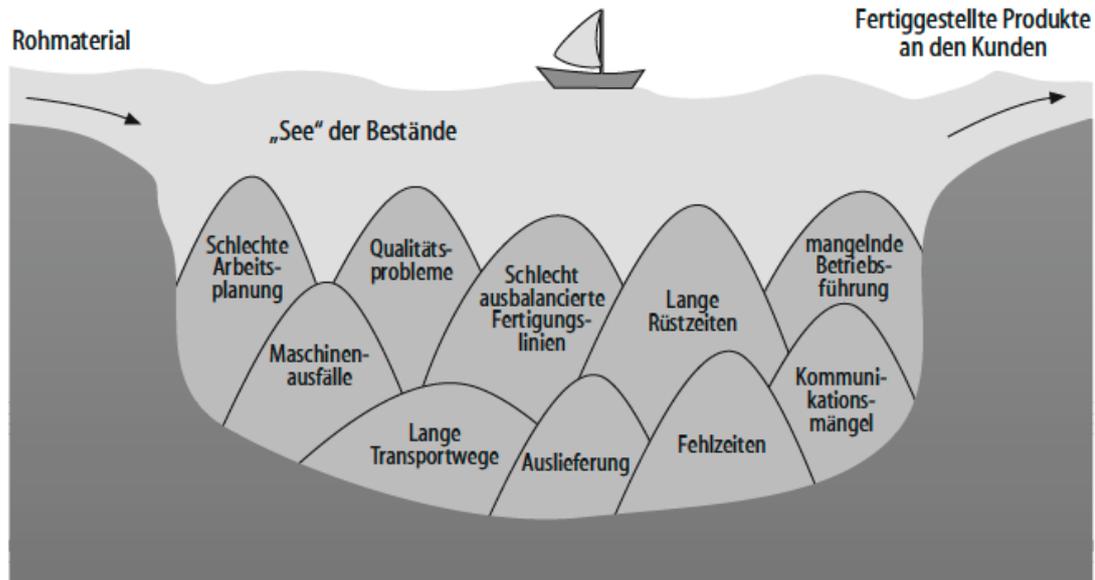


Abbildung 6: Bestände verdecken Probleme⁶²

Manche Arten von Lagerbeständen sind nicht vermeidbar, andere Arten sind wiederum erwünscht. Zu den nicht-vermeidbaren Lagerbeständen zählt der Work-in-Progress- (oder Work-in-Process-; kurz: WIP-) Bestand, siehe dazu auch Kapitel 4.3. Dabei handelt es sich um jenen Bestand, der sich gerade einem Verarbeitungsprozess unterzieht, also jenes Material, das sich beispielsweise in der Produktion befindet. Mittlerweile wird versucht diesen Prozess so kurz wie möglich zu gestalten, um Durchlaufzeiten zu verkürzen und WIP-Bestände zu senken. Beispielsweise hat DuPont Inc. geschätzt, dass es 1993 ungefähr 168 Tage gedauert hat, um Garn aus dem Rohprodukt herzustellen. Tatsächlich waren aber nur rund 8 Stunden wertschöpfend, die restliche Zeit wurde das Material gelagert, wartete auf den weiterverarbeitenden Prozess und bildete damit Lagerbestand.⁶³

4.3 Funktionen des Lagerbestandes

Der Lagerbestand wird aus Teilen oder Material gebildet, die benötigt werden, um die Produktion zu unterstützen und/oder die Ziele des Kundenservices zu erfüllen.⁶⁴ Das Halten von Beständen kann durchaus nützlich und von funktioneller Bedeutung sein. In der Herstellung von Holz, Käse, Wein oder Cognac nimmt die Lagerung die Funktion einer *Veredelung* oder auch *Umformung* ein. Hierbei wird das Produkt gelagert, um zum Beispiel aus Traubensaft Wein herzustellen oder Holz zu trocknen, um den Preis dafür zu steigern.⁶⁵ Aber auch Industrieprodukte wie Farben oder Baustoffen benötigen einen

⁶² Quelle: Suzaki, K. (1989); zitiert nach Bullinger, H.-J. et al. (2009), S. 686

⁶³ vgl. Sheffi, Y. (2006), S. 99 f

⁶⁴ Vgl. Kortus-Schultes, D.; Ferfer, U. (2005), S. 68

⁶⁵ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2012), S. 195

Reifeprozess, um verkauft zu werden. Dadurch entstehen produktionsbedingte Bestände.⁶⁶

Lagerbestand kann auch für die *Spekulationsfunktion* genutzt werden, indem Preisvorteile beim Ein- oder Verkauf erreicht werden. Durch Ankauf großer Gebinde oder Mindestmengen können günstige Einkaufspreise in der Beschaffung realisiert werden. Um Verkaufspreise hochzuhalten, ist es manchmal zielführend Absatzmengen zu drosseln. Dies wiederum kann zu hohen Beständen in den Fertigteillagern führen. Um mögliche Währungsschwankungen auszugleichen, wird das Lager für Spekulationszwecke genutzt.⁶⁷

Der Lagerbestand hat auch eine *ausgleichende Funktion* für *zeitliche* und *mengenmäßige* Abweichungen. Denkt man an saisonale Produkte, wie man sie im Obst- und Gemüsehandel vorfindet, so werden diese ganzjährig verkauft, können aber aufgrund der Erntezeit nur in bestimmten Zeiträumen beschafft werden. Zu einer mengenmäßigen Abweichung kommt es, wenn die Beschaffungsmenge, beispielsweise aufgrund von Mindestabnahmemengen, nicht mit der Bedarfsmenge übereinstimmt. Diese Mehrmenge muss durch das Lager ausgeglichen werden.⁶⁸

Eine weitere Funktion des Lagers nimmt es in der Funktion des Sortierens wahr (*Assortierungsfunktion*). Hierbei wird die Ware im Lager vorsortiert.⁶⁹

Die vermutlich wichtigste Funktion des Lagerbestandes stellt die *Sicherungsfunktion* dar. Schließlich muss die Produktion mit Rohmaterialien oder Baugruppen, als auch der Markt mit Endprodukten versorgt werden. Somit kommt es zu Lagerbeständen in der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik, welche von der innerbetrieblichen Logistik transportiert und eingelagert werden müssen, siehe dazu Abbildung 7.⁷⁰ Sie dienen, um Unsicherheiten in der Nachfrage oder Schwankungen in der Produktion bzw. der einzelnen Produktionsstufen auszugleichen und bilden somit einen Puffer.⁷¹

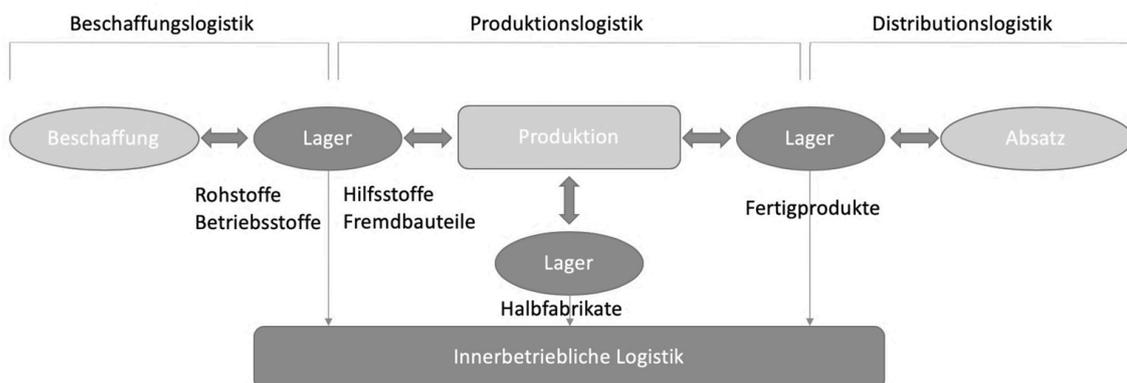


Abbildung 7: Lagerbestände im Unternehmen⁷²

⁶⁶ Vgl. Seeck, S. (2010), S. 70

⁶⁷ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2012), S. 195

⁶⁸ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2012), S. 195

⁶⁹ Vgl. Wannewetsch, H. (2014), S. 288

⁷⁰ Vgl. Pfohl, H.-C. (2018), S. 101

⁷¹ Vgl. Pfohl, H.-C. (2018), S. 101

⁷² Quelle: in Anlehnung an Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2012), S. 181

Wie in Abbildung 7 dargestellt, gelangen die Roh- und Zukaufteile von der Beschaffung in das Wareneingangslager. Von dort muss die Produktion mit den Rohstoffen versorgt werden. Während der Produktion werden Halbfabrikate gebildet, die wiederum zwischengelagert werden, um daraus in späteren Wertschöpfungsprozessen Fertigprodukte herzustellen. Im Fertigteillager werden Endprodukte eingelagert, um sie bei Bedarf den späteren Kunden zu zuführen. Jede Manipulation dieser Lagerbestände wird übergeordnet von der innerbetrieblichen Logistik getätigt.⁷³

4.4 Arten von Lagerbeständen

Der Lagerbestand wird, je nach Auftreten in der Supply Chain, in verschiedene Arten gegliedert werden, wobei in dieser Arbeit nur produzierende Unternehmen betrachtet werden und somit der Handel nicht weiter berücksichtigt wird.

Am Beginn der Logistikkette steht die Materialbeschaffung mit der Versorgung der Produktion mit *Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen* (kurz: RHB). Sie werden auch Zukaufteile genannt und sind Hauptaugenmerk bei der Betrachtung von Beständen in dieser Arbeit. RHB-Bestände können somit von zugekauften Baugruppen, die für die Fertigung benötigt werden, verursacht werden. Sie dienen der Absicherung der Produktion und helfen kurzfristige Umstellungen im Produktionsprogramm zu realisieren. Außerdem dienen sie zur Absicherung bei Ausfällen auf der Lieferantenseite der Supply Chain. Kommt es bei Lieferanten zu Verzug in der Produktion oder zu Problemen beim Transport, so kann auf die RHB-Bestände im Lager zurückgegriffen werden. Umso zuverlässiger die Informationen an dieser Stelle der Supply Chain sind, desto geringer kann der RHB-Bestand gehalten werden.⁷⁴

Halbfabrikate oder *Vormontageteile* treten während der Produktion nach den einzelnen Produktionsvorgängen auf und bilden den Puffer für die nachfolgende Produktionsstufe.⁷⁵

WIP-Bestände, wie bereits in oben erwähnt, sind jene Teile, welche sich gerade direkt in der Produktion befinden. In Fertigungsunternehmen können Halbfabrikate und WIP-Bestände schnell einen großen Anteil der Gesamtbestände ausmachen, insbesondere bei Montageunternehmen, wie sie in der Automobil- oder Computerherstellung zu finden sind. Deshalb sollte die Zeitspanne, in der diese Produkte auf die Weiterverarbeitung warten, genau betrachtet und die Durchlaufzeit der Produktion möglichst kurzgehalten werden.⁷⁶

End- oder Fertigprodukte bilden Bestände am Ende der Produktion und dienen dazu den Markt zu befriedigen.⁷⁷ Im Normalfall herrscht Unsicherheit darüber, wann und wie viel die Kunden kaufen. Oft werden Prognosen auf Basis bisheriger Nachfragen erstellt, jedoch gibt es immer eine gewisse Nachfrageunsicherheit.⁷⁸ Kunden möchten oft

⁷³ Vgl. Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2012), S. 72

⁷⁴ Vgl. Coyle, J. J. (2017), S. 295

⁷⁵ Vgl. Kortus-Schultes, D.; Ferfer, U. (2005), S. 69

⁷⁶ Vgl. Coyle, J. J. (2017), S. 296

⁷⁷ Vgl. Kortus-Schultes, D.; Ferfer, U. (2005), S. 69

⁷⁸ Vgl. Coyle, J. J. (2017), S. 295

Fertigteile in kürzeren Zeiträumen erhalten, als es die Durchlaufzeit der Produktion zulässt. Deshalb werden bei vielen Unternehmen Bestände im Fertigteillager gehalten.⁷⁹ Zusätzlich können noch *MRO-Materialien* (Maintenance, Repair and Operations) als Bestände geführt werden. Sie dienen dazu, Reparaturen, Wartungs- und Instandhaltungstätigkeiten durchzuführen. Der Bestand dieser Materialien ist vor allem in der Instandhaltungslogistik eine bedeutende Kennzahl.⁸⁰

4.5 Bestand als Kostenfaktor

Bestandsbezogene Kennzahlen dienen unter anderem dem Unternehmen dazu eine Übersicht über das gebundene Kapital zu geben. Durch auf Lager liegende Bestände ist das Kapital des Unternehmens direkt gebunden und steht somit nicht mehr für andere Aktivitäten, wie beispielsweise für Forschung und Entwicklung zur Verfügung. Da im Normalfall bei produzierenden Unternehmen der Lagervorgang keine Wertsteigerung der Güter bringt, entstehen Opportunitätskosten, die durch kalkulatorische Zinsen auf den Wert des gebundenen Kapitals umgelegt werden. Ebenfalls entstehen Kosten durch die Nutzung der Lagerinfrastruktur, wie beispielweise Personal, Transport etc. Außerdem steigt das Risiko, dass gelagerte Waren an Wert verlieren oder im schlechtesten Fall überhaupt nicht mehr zur Verwendung kommen können, sodass entweder nur mit einem hohem Wertverlust die Ware weiterveräußert werden kann oder der Bestand entsorgt oder verschrottet werden muss. Das Diebstahl- und Beschädigungsrisiko steigt ebenfalls mit längerer Lagerdauer.⁸¹

Die jährlichen Lagerkosten summieren sich so bei vielen Unternehmen auf bis zu 30% des Wertes der auf Lager liegenden Bestände, wobei hier das gebundene Kapital den größten Teil ausmacht⁸², siehe dazu Tabelle 1.

Tabelle 1: Lagerkostensatz⁸³

Kostenarten	Kostenanteil
Bestandskosten:	
<ul style="list-style-type: none"> • Kapitalbindungskosten • Versicherungskosten 	8% - 10% 0,5% - 1%
Personalkosten:	1% - 2%
<ul style="list-style-type: none"> • Lagerverwaltung • Transport und Umlagerungen, Schulungen von Personal 	
Gebäudekosten:	
<ul style="list-style-type: none"> • Abschreibungen, Verzinsung, Energiekosten • Versicherung, Verwaltung • Instandhaltung, Wartung 	1,5% - 2% 0,5% - 1% 1% - 2%

⁷⁹ Vgl. Seeck, S. (2010), S. 70 f.

⁸⁰ Vgl. Kortus-Schultes, D.; Ferfer, U. (2005), S. 69

⁸¹ Vgl. Ottwaska, C. (2008), S. 14

⁸² Vgl. Fischer, W.; Dittrich, L. (2013), S. 129

⁸³ Quelle: Ottwaska, C. (2008), S. 15 (leicht modifiziert) zitiert nach Martin, H. (2006), S. 323

Betriebskosten der Betriebsmittel: <ul style="list-style-type: none"> • Lagereinrichtung • Transportmittel 	1,5% - 2%
Entsorgung	1% - 2%
Steuern	1% - 3%
Wertberichtigung durch Inventur	2% - 5%
Lagerhaltungskostensatz gesamt	18% - 30%

Bestände verursachen nicht nur dann Kosten, wenn diese vorhanden sind, sondern auch das Fehlen von Beständen verursacht sogenannte Fehlmengenkosten. Sie entstehen, wenn die auftretenden Bedarfe nicht befriedigt werden können. Kurzfristig notwendige Maßnahmen, wie beispielsweise Expresslieferungen, oder auch Produktionsstillstände können die Folge sein.⁸⁴ Je nach Dauer oder Einfluss der Störung können die Fehlmengenkosten in unterschiedlicher Höhe anfallen. Meist sind Fehlmengen die Folge des bewusst in Kauf genommenen Risikos, das nun eingetreten ist oder falscher Erwartungen. Fehlmengenkosten werden unterschieden in mengenabhängige, zeitabhängige und in mengen- und zeitabhängige Fehlmengenkosten. Mengenabhängige Fehlmengenkosten sind beispielsweise jene, bei denen für ein Produkt ein höherwertiges Ersatzgut als kalkuliert eingebracht wird. Zu den zeitabhängigen Fehlmengenkosten zählen unter anderem Konventionalstrafen, die von der Unterbrechungsdauer bestimmt werden. Mengen- und zeitabhängige Fehlmengenkosten sind meist die Folge von nachlieferbaren Fehlmengen und entstehen durch Mehrkosten für wiederholte Auftragsbearbeitungen, Lieferungen von Teilmengen oder teurere Eiltransporte.⁸⁵ Schwierig zu quantifizieren sind mögliche Image- oder Goodwill-Verluste aufgrund von Fehlmengen, als auch Opportunitätskosten.⁸⁶

Die Gesamtkosten für das Halten von Beständen setzen sich somit aus den Lagerhaltungskosten und den Fehlmengenkosten zusammen, wie in Abbildung 8 dargestellt.

⁸⁴ Vgl. Werner, H. (2008), S. 186

⁸⁵ Vgl. Heinen, E. (1990), S. 327

⁸⁶ Vgl. Werner, H. (2008), S. 186

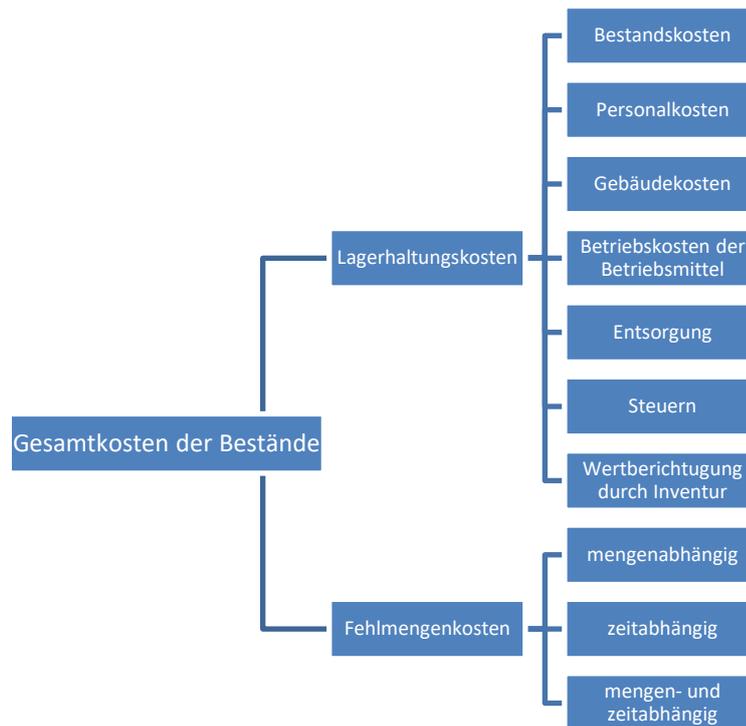


Abbildung 8: Gesamtkosten der Bestände⁸⁷

Um diese Kosten so gering wie möglich zu halten, ist es notwendig einen Gesamtüberblick der Bestandssituation, also der auf Lager befindlichen Materialien, zu bekommen.

4.6 Bestandserfassung und -analyse

Bei der Bestandserfassung ist die einmalige Inventur am Ende des Geschäftsjahres jedoch nicht ausreichend, sondern eine permanente Inventur bildet die Grundlage für eine gute Bestandsüberwachung bezüglich dessen Höhe und Bewegung. Die Beurteilung der Bestandshöhe muss immer mit der geplanten Umsatzentwicklung einhergehen. Ebenso sind Produktan- und -ausläufe zu berücksichtigen. So ist die Betrachtung eines Teilbereichs bezogen auf die Bestandshöhe nicht die optimale Lösung für das Gesamtunternehmen, sondern diese Betrachtung muss immer über das gesamte Unternehmen unter Berücksichtigung aller einflussnehmenden Parameter, wie z.B. das geplante Produktionsprogramm, erfolgen.⁸⁸

Bestandsanalysen sollen dabei helfen Bestände zu beurteilen und eine Ausgangslage für die Optimierung zu schaffen. Wichtige Methoden dafür sind beispielsweise die ABC- und die XYZ-Analyse.⁸⁹

⁸⁷ Quelle: in Anlehnung an Werner, H. (2008), S. 187

⁸⁸ Vgl. Bornemann, H. (1986), S. 37 ff.

⁸⁹ Vgl. Boyanova, B. (2015), S. 39

4.6.1 ABC-Analyse

Die ABC-Analyse wurde bereits in den 1950er Jahren dazu entwickelt das Wesentliche vom Unwesentlichen zu differenzieren.⁹⁰ Heutzutage findet sie vielfachen Einsatz im Bereich der Materialwirtschaft. Branchenübergreifende Studien haben ergeben, dass rund 5% - 10% der Artikel ca. 70% - 80% (A-Artikel) des Einkaufsvolumens ausmachen, 15% - 20% verursachen 15% - 20% (B-Artikel) des Volumens und die restlichen 70% - 80% beanspruchen nur 5% - 10% (C-Artikel) des Einkaufsvolumens, siehe dazu beispielsweise Tabelle 2. Deshalb lohnt es sich vor allem A-Artikel ins Visier von Optimierungsbemühungen zu nehmen. Voraussetzung ist, dass die Materialstammdaten der Artikel auch im System richtig hinterlegt wurden.⁹¹ Prinzipiell leistet die ABC-Analyse eine wertvolle Hilfe in der Bestandsanalyse. Sie reduziert den notwendigen Aufwand auf jene Positionen, die den größten Einfluss haben und somit die besten Chancen auf nachhaltigen Erfolg sicherstellen.⁹²

Die Durchführung der ABC-Analyse ist sehr praktikabel und wird in vier Schritte unterteilt:

1. Ermittlung der jährlichen Verbrauchsmenge und multiplizieren mit den Einkaufspreisen (wenn man die ABC-Analyse wertbasiert verwendet).
2. Diese Werte aller Materialien werden anschließend absteigend sortiert und kumuliert.
3. Für jeden dieser Werte wird der prozentuelle Anteil am Gesamtvolumen gebildet und diese von den einzelnen Positionen kumuliert.
4. Danach werden bei Prozentanteilen Grenzen eingeführt. Typische Grenzen sind 80% für A-Artikel, 15% für B-Artikel und 5% für C-Artikel⁹³

Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt ein Beispiel einer ABC-Analyse.

Tabelle 2: Beispiel einer ABC-Analyse⁹⁴

<i>Gruppe</i>	<i>Anzahl der Artikel</i>	<i>Anteil der Gesamtzahl der Artikel</i>	<i>Jahresverbrauch [Mio. €]</i>	<i>Anteil am Gesamtwert</i>
A	1.000	10%	64	80%
B	2.000	20%	12	15%
C	7.000	70%	4	5%
Gesamt	10.000	100%	80	100%

In dieser Tabelle wird ersichtlich, dass

10% der Positionen einen Wertanteil von 80%,
 weitere 20% der Positionen einen Wertanteil von 15% und die
 restlichen 70% der Positionen einen Wertanteil von 5% besitzen.

⁹⁰ Vgl. Boyanova, B. (2015), S. 40

⁹¹ Vgl. Arndt, H. (2008), S. 84 f.

⁹² Vgl. Bornemann, H. (1986), S. 49

⁹³ Vgl. Arnolds, H. et al. (2013), S. 21

⁹⁴ Quelle: in Anlehnung an Arnolds, H. et al. (2013), S. 22

Die gezeigte Tabelle ist ein relativ typisches Beispiel für viele Unternehmen, auch wenn in der Praxis die Wertanteile geringfügig anders ausfallen können. Es ist dennoch charakteristisch, dass ein kleiner Teil der Lagermaterialien einen großen Anteil des Warenwertes ausmacht. Dies kann in der sogenannten Lorenz-Kurve veranschaulicht werden⁹⁵, siehe dazu Abbildung 9.

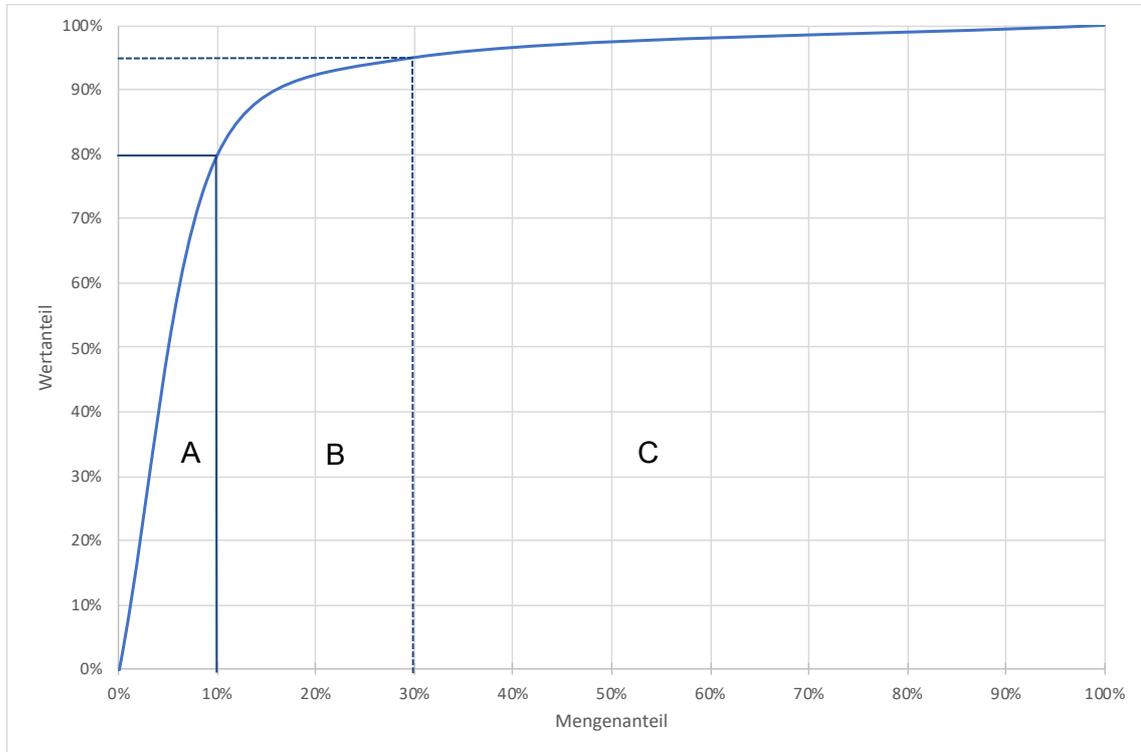


Abbildung 9: Lorenz-Kurve⁹⁶

Wie dieses Beispiel zeigt, kann die ABC-Analyse dafür genutzt werden, die Aufmerksamkeit auf besonders wichtige Teile zu legen. Dennoch sollte es nicht zu einer kompletten Ignoranz von C-Teilen führen, da es ansonsten sehr schnell zu Störungen in der Versorgungssicherheit kommen könnte. Es können für C-Teile erleichterte Bedingungen herrschen, beispielsweise durch vereinfachte Bestellabwicklungen oder komplettes Outsourcing an einen externen Dienstleister.

Die ABC-Analyse wird mittlerweile längst nicht mehr nur für die Beschaffungsmaterialien angewandt, sondern wird ebenso bei den Bewertungen der Lieferanten herangezogen. So kann für A-Lieferanten eine sorgfältige Prüfung notwendig sein, für C-Lieferanten aber durchaus eine sporadische Überprüfung genügt.⁹⁷

Neben der ABC-Klassifikation können die Teile noch in X-, Y- und Z-Teile eingeteilt werden, um neben deren Wert auch deren Verbrauchsverhalten zu kategorisieren.

⁹⁵ Vgl. Arnolds, H. et al. (2013), S. 22

⁹⁶ Quelle: in Anlehnung an Arnolds, H. et al. (2013), S. 23

⁹⁷ Vgl. Arnolds, H. et al. (2013), S. 23 ff.

4.6.2 XYZ-Analyse

Während die ABC-Analyse auf die Werthaltigkeit der Teile abzielt, konzentriert sich die XYZ-Analyse (in der Literatur auch unter RSU-Analyse, abgeleitet für regelmäßig, saisonal und unregelmäßig) auf die Prognostizierbarkeit der Materialien, sowie deren Verbrauchsrate.⁹⁸ X-Artikel zeichnen sich durch einen konstanten Verbrauch und hohe Prognostizierbarkeit aus. Y-Artikel haben einen schwankenden Verbrauch und eine mittlere Vorhersagegenauigkeit und Z-Artikel besitzen einen sehr unregelmäßigen Verbrauch und sehr niedrige Vorhersagbarkeit.⁹⁹ Eine pragmatische Vorgehensweise ist, für X-Artikel eine Schwankungsbreite bis zu 50% Verbrauch eines gewissen Zeitabschnittes anzusetzen. Bei Y-Artikel liegt dieser Wert von 50% bis zu 100% und bei Z-Artikel liegt die Schwankungsbreite über 100%.¹⁰⁰ Eine mathematischere Methode einer Einteilung von X-, Y- und Z-Artikeln, ist die Schwankungen des Bedarfs mithilfe des Variationskoeffizienten $v(x)$ (Formel 4.1) zu messen.

$$v(x) = \frac{\sigma(x)}{\bar{x}}$$

Formel 4.1: Variationskoeffizient¹⁰¹

Hierbei ist:

$\sigma(x)$ = Standardabweichung von x

\bar{x} = Arithmetisches Mittel von x

$\sigma(x)$ lässt sich bei einem Zeitabschnitt von n Werten x_1, x_2, \dots, x_n wie folgt berechnen:

$$\sigma(x) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}$$

Formel 4.2: Standardabweichung¹⁰²

Das arithmetische Mittel \bar{x} eines Zeitabschnittes von n Werten x_1, x_2, \dots, x_n wird berechnet durch:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Formel 4.3: arithmetische Mittel¹⁰³

Die genauen Grenzen sind in der Literatur nicht eindeutig festgesetzt, jedoch ist es gängige Praxis Variationskoeffizienten aus dem Bereich (0; 0,2) den X-Artikeln zuzuordnen, den Bereich (0,2; 0,5) für Y-Artikel vorzusehen und Werte >0,5 zu Z-Artikeln

⁹⁸ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 182

⁹⁹ Vgl. Arnolds, H. et al. (2013), S. 25 f.

¹⁰⁰ Vgl. Seeck, S. (2010), S. 88

¹⁰¹ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 182

¹⁰² Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 183

¹⁰³ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 183

zu machen.¹⁰⁴ Eine Einteilung kann analog wie bei der ABC-Analyse graphisch dargestellt werden, siehe dazu Abbildung 10.

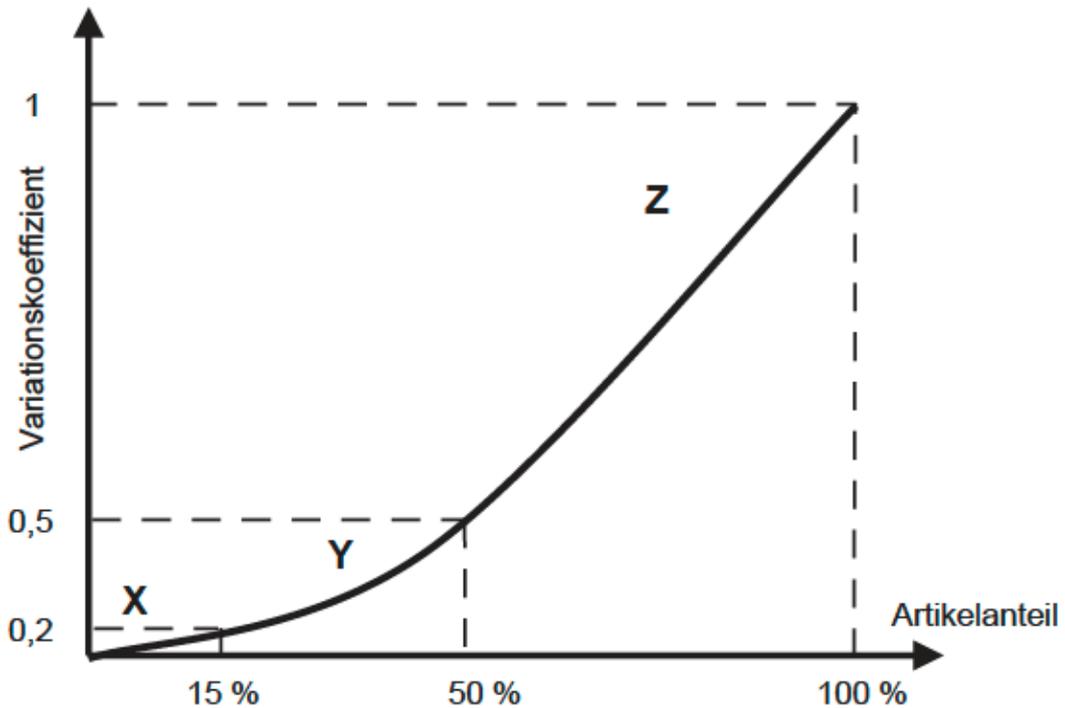


Abbildung 10: XYZ-Analyse¹⁰⁵

Für eine XYZ-Analyse ist es wichtig, dass historische Verbräuche der Artikel vorliegen und eine ausreichende Anzahl von zu untersuchenden Perioden betrachtet werden kann, da ansonsten überflüssige Nullperioden mitbetrachtet werden würden.¹⁰⁶

4.6.3 ABC-XYZ-Analyse

Durch Kombination beider vorgestellter Methoden ergibt sich die ABC-XYZ-Analyse. Bei grafischer Darstellung resultiert folglich eine 9-Felder-Matrix, wie in Abbildung 11 ersichtlich. Anhand dieser sich Planungsstrategien und -verfahren für die Lagerung, als auch für die Produktion, herleiten lassen.¹⁰⁷

¹⁰⁴ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 182 f.

¹⁰⁵ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 182

¹⁰⁶ Vgl. Kerth, K. et al. (2015), S. 10

¹⁰⁷ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 183

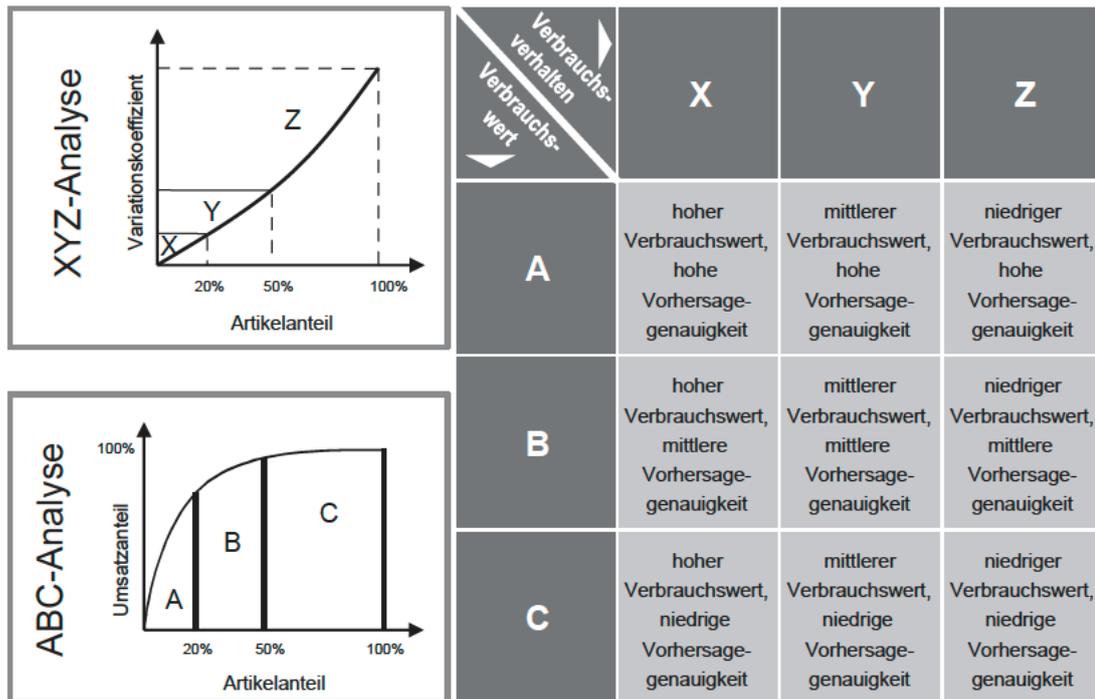


Abbildung 11: Kombinierte ABC-XYZ-Analyse¹⁰⁸

Für Artikel mit niedrigem Werteanteil und hohem Variationskoeffizienten ist es vertretbar Sicherheitsbestände anzulegen, jedoch unter Beachtung der Lagerkosten, die auch durch B- und C-Teile verursacht werden. Folglich ist auch eine Bestandsstrategie mit durchgängig zu hohen Sicherheitsbeständen nicht sinnvoll. Für AX-, als auch für AY-Artikel bietet sich eine Just-in-Time- (JiT) oder eventuell eine Just-in-Sequence-Strategie (JiS) an, besonders in der Automobilindustrie, bei der A-Teile prinzipiell direkt vom Disponenten gesteuert werden sollten¹⁰⁹ - beide Strategien finden später in dieser Arbeit noch eine genauere Erwähnung. Es sei vorweggenommen, dass sie für eine fertigungssynchrone Anlieferung stehen und deshalb eine sorgfältige Auswahl der Lieferanten in Bezug auf Qualität und Liefertreue erfolgen muss.¹¹⁰

A-Teile mit Z-Artikel-Bewertung müssen hinsichtlich ihrer Verbrauchsprognostizierbarkeit genauer betrachtet werden und es sollten Anstrengungen unternommen werden, diese in Richtung AX- oder AY-Artikeln zu verschieben. Ansonsten können diese Teile erst bei Bedarf geordert werden unter der Voraussetzung einer kurzen Wiederbeschaffungszeit und einer guten Lieferkette in Richtung der Lieferanten.¹¹¹

Für B- und C-Teile lohnt es sich diese automatisiert zu disponieren, sodass der Disponent seine Aufmerksamkeit auf die werthaltigen A-Teile richten kann und auch wertmindere C-Teile nicht in der Beschaffung vergessen werden.¹¹² CZ-Artikel können

¹⁰⁸ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 184

¹⁰⁹ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 183 f.

¹¹⁰ Vgl. Jäger, S. C. (2009), S. 28

¹¹¹ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 184

¹¹² Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 184

ganz in die Verantwortung des Lieferanten gegeben werden, sodass beispielsweise die Bereitstellung direkt durch den Lieferanten erfolgt.¹¹³

Folglich kann gesagt werden, dass Bestandsanalysen dabei helfen sollen, Lagerbestände in verschieden zu betrachtende Artikelgruppen einzuteilen. Dies unterstützt dabei, je nach Einteilung die optimalen Dispositions- und Beschaffungsstrategien zu finden und so Methoden zur Bestandsreduzierung zu eruieren.

4.7 Methoden zur Bestandsreduzierung

Die Ursache, um nach Methoden der Bestandsreduzierung zu suchen, liegt – wie schon in dieser Arbeit erwähnt – in der Kapitalbindung. Aufgrund des vorherrschenden Zielkonfliktes mit der Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist eine langfristige Bestandsreduzierung nicht trivial, denn es könnte dadurch bis zu einem Stock-out, also einen Nullbestand, kommen. Die Lösung in der Optimierung liegt somit in der gesamten Supply Chain.¹¹⁴ Dies beginnt meist in der Einbindung des Lieferanten in die eigene Logistikkette.

4.7.1 Quick Response (QR)

Die ersten Ansätze für die Einbindung der Lieferanten entwickelte Kurt Salmon Associates in den 1980er Jahren mittels der Quick Response Logistik in der Textil- und Bekleidungsindustrie. Es fiel auf, dass die gesamte Wertschöpfungskette Unwirtschaftlichkeiten aufzeigte, obwohl die Teilprozesse bereits sehr effizient funktionierten. Es wurden Projektteams gebildet und versucht gemeinsam mit dem Handel eine Effizienzsteigerung zu erreichen. Durch diese Zusammenarbeit konnten Umsatzsteigerungen von bis zu 25% erzielt werden.¹¹⁵ Die Liefer- und Durchlaufzeiten konnten verkürzt werden, indem mittels elektronischen Datenkassen die Marktnachfrage in Echtzeit erfasst und somit der „Point of Sale“ direkt mit der Produktionsstätte vernetzt werden konnte. Ein unternehmensübergreifendes Bestandsmanagement ist heute hierbei noch eine logische Folge dieses Projektes. Mittels der direkten Übermittlung der Warenbewegungsdaten kann ein schneller Nachschub erfolgen.¹¹⁶ Eine Umstellung vom Push- (vom Lieferanten gesteuerter Nachschub) zum Pull- (vom Kunden gesteuerter Nachschub) Prinzip bietet somit einen effektiven Ansatz, um Warenströme zu beschleunigen und Bestände zu reduzieren. Der Quick Response-Ansatz des Handels bildete die Basis für das Just-in-Time Prinzip,¹¹⁷ welches später in dieser Arbeit detaillierter ausgeführt wird. Ähnlich dem Quick Response-Ansatzes ist die Efficient Consumer Response-Methode.

¹¹³ Vgl. Jäger, S. C. (2009), S. 28

¹¹⁴ Vgl. Werner, H. (2013), S. 228

¹¹⁵ Vgl. Lang, M. (2004), S. 216

¹¹⁶ Vgl. Doborjginidze, G. (2019), S. 148

¹¹⁷ Vgl. Lang, M. (2004), S. 216

4.7.2 Efficient Consumer Response (ECR)

ECR lehnt sich an dem QR-Prinzip an und bedeutet wörtlich übersetzt die „effiziente Reaktion auf Kundennachfrage.“ Diese Methode ist hauptsächlich im Handel zu finden. In Europa wurde durch die Coca-Cola Retail Reserach Group Europe zu Beginn der 1990er Jahren die Zusammenarbeit hinsichtlich der Beseitigung der Ineffizienzen in der Supply Chain mit den Handelsunternehmen forciert. Die Ergebnisse daraus wurden 1994 präsentiert und resultierend wurde festgestellt, dass rund 2,5% des Umsatzes durch Verbesserung der Kooperation zwischen Hersteller und Handel eingespart werden können. Davon 0,7% durch eine effizientere Bestandsführung.¹¹⁸ ECR besteht aus Marketing- als auch Logistikkomponenten, die mittels Informationstechnologie verknüpft werden. Durch gemeinsame Marketingstrategien zwischen Herstellern und Handel soll eine ausgewogene Sortimentsgestaltung herbeigeführt werden und so Teile mit niedriger Umschlaghäufigkeit reduziert werden, was die Kapitalbindung reduziert und eine Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit mit sich bringt. Durch Efficient Replenishment – oder auch „Continous Replenishment“ – dem kontinuierlichem Warennachschub werden mittels automatischem Bestellwesen Zeit und Kosten beim Warenfluss eingespart. Dies bildet die Logistikkomponente der ECR-Methode. Ident zur Quick Response Methode, werden bei ECR die Verkaufsdaten direkt an den Hersteller mittels Kommunikationsstandards, z.B. per WebEDI (kurz für: Webbased Electronical Data Interface), übermittelt. Somit kann bei Erreichen des Mindestbestands automatisch eine Nachlieferung angestoßen werden. Der Lieferant hat hier, ähnlich dem Vendor Managed Inventory, eine größere Verantwortung dem Händler gegenüber. Zusätzlich wird, um Transportkosten zu sparen, „Logistik Pooling“ betrieben. Hierbei wird gemeinsam auf die Lager- als auch Transportkapazitäten zugegriffen, um eine größtmögliche Auslastung herbeizuführen. Leerfahrten können somit weitgehend vermieden werden. Die größten Verbesserungen durch Efficient Replenishment sind deshalb vor allem die Senkung der Transport- und Lagerkosten, kürzere Durchlaufzeiten und die Ausnutzung der Lieferantenflexibilität. Die Umschlagsdauer im Handel konnte von durchschnittliche 104 Tage auf 61 Tage reduziert werden.¹¹⁹

Eine weitere verbreitete Methode den oder die Lieferanten in die eigene Supply Chain miteinzubeziehen, ist das vorher erwähnte Vendor Managed Inventory-Konzept.

4.7.3 Vendor Managed Inventory (VMI)

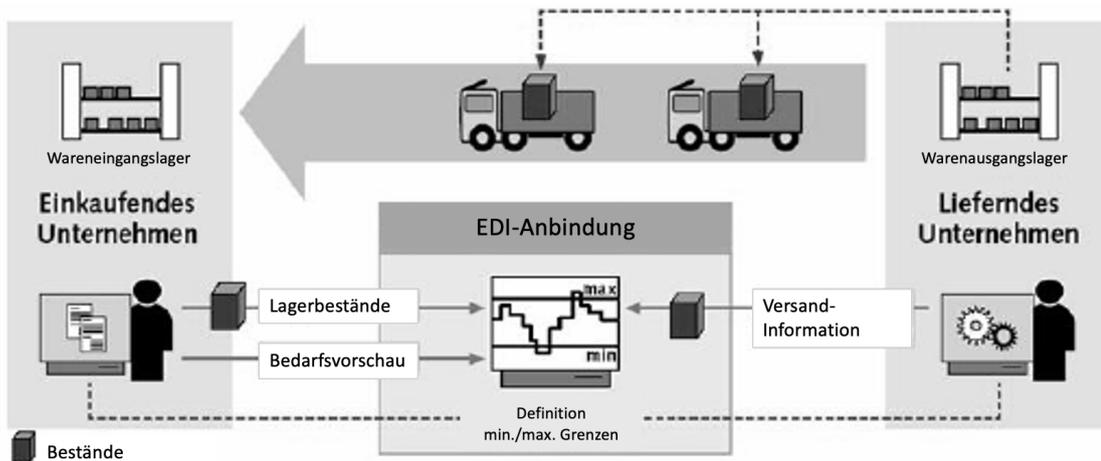
Hierbei gilt: nomen est omen. Das VMI-Konzept bindet den Kunden an den Lieferanten, als auch umgekehrt, dadurch, dass der Lieferant (Vendor) für die Bestandsführung (Inventory) des Kunden aufkommt. Ansätze dazu gab es bereits in den 80er Jahren von bekannten Unternehmen wie Wal-Mart oder Procter & Gamble. Auch Kraft Foods und Johnson & Johnson waren begeistert von dieser Methode und weiteten sie auf die USA und Europa aus.¹²⁰ Bei diesem Konzept übernimmt die Verantwortung der Lagerbestände des Kunden der Zulieferer. Grundlage hierfür bildet eine

¹¹⁸ Vgl. Vahrenkamp, R. et al. (2012), S. 372 f.

¹¹⁹ Vgl. Lang, M. (2004), S. 213 ff.

¹²⁰ Vgl. Weele, A. J. van; Eßig, M. (2017), S. 600 f.

informationstechnische Verbindung zwischen Abnehmer und Lieferant, meist EDI. Nur so ist der Zulieferer in der Lage die Verbräuche einzusehen und Bedarfsanalysen anzustellen.¹²¹ Bei großen Entfernungen zwischen den beiden Parteien befindet sich meist ein Konsignationslager in unmittelbarer Nähe des Kunden. Dies ist durch langfristige Verträge zwischen den Partnern auch ökonomisch sinnvoll. Liefermenge, als auch Lieferzeitpunkt an den Kunden liegen im Verantwortungsbereich des Lieferanten. Lieferungen erfolgen ohne Bestellungen, sondern rein anhand der Informationen über die Lagerbestände und Absatzdaten, sowie über Berechnungen der optimalen Nachschubmenge. Nach Versand einer Lieferung erfolgt eine Versandinformation an das zu beliefernde Unternehmen. Eine Übersicht dazu bildet Abbildung 12.



Lieferant steuert **eigenständig** das Lager des Kunden innerhalb definierter Min./Max.-Grenzen

Abbildung 12: Beispiel eines VMI-Konzepts¹²²

Der Lieferant hat ebenso Zugriff auf geplante Aktionen des Kunden, womit auch kurzfristige „Peaks“ geplant und abgefangen werden können. Unvorhergesehene Verbräuche, sowie auch Stock-outs bleiben damit weitgehend aus.¹²³ Gerne wird ein Mindest- und Maximalbestand definiert, wobei auch ein Sicherheitsbestand festgelegt werden kann (Reichweitenkorridor).¹²⁴

Vorteile von VMI sind:

- Optimierung der Produktionsplanung und höhere Auslastung der Kapazitäten
- Engpässe können früher erkannt werden
- Lager-, Transport- und Verwaltungskosten können gesenkt werden
- Bestände können reduziert werden, dadurch sinkt auch die Kapitalbindung
- Transparenz von Lagerbeständen
- Verbesserung der Kunden-Lieferanten-Beziehung

Vorteile für den Lieferanten:

¹²¹ Vgl. Lang, M. (2004), S. 217

¹²² Quelle: in Anlehnung an Wannenwetsch, H. (2014), S. 640

¹²³ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 267

¹²⁴ Vgl. Werner, H. (2013), S. 127 f.

- Bedarfsschwankungen können geplant werden
- Verbesserte Planung der Produktion, aufgrund von Bestandsdaten des Kunden

Vorteile für den Kunden:

- Reduktion von Aufwänden im Bestellwesen und der Disposition

Beispielsweise realisierte „L'Oréal“ und die deutsche Drogeriemarktkette „dm – drogerie markt“ die Zusammenarbeit durch VMI. Hierbei konnten die zusätzlich angefallenen Kosten für die Lagerbewirtschaftung durch L'Oréal vollständig durch das Einsparen der Prozesskosten eingespielt werden. Gleichzeitig konnte dm – drogerie markt die Bestandskosten um 30% und die Bestandsreichweite um 50% senken, bei simultaner Steigerung des Lieferservicegrades.¹²⁵

Ist dem Lieferanten jedoch nur eine teilweise Verantwortung über die Lagerdisposition gegeben, so spricht man von Co-Managed-Inventory, kurz CMI.

4.7.4 Co-Managed-Inventory (CMI)

CMI stellt eine abgeschwächte Form des VMI dar. Hierbei erhält der Lieferant eine geringere Hoheit über die Lagerdisposition des Kunden. Eine IT-Anbindung ist dennoch eine der Grundvoraussetzungen für eine gut funktionierende CMI-Zusammenarbeit. Das heißt, der Lieferant bekommt – wie auch beim VMI – die Lagerbestände, aktuelle und zukünftige Bedarfe übermittelt. Anhand dieser Daten legt der Lieferant seinen Vorschlag zur nächsten Lieferung vor. Der Kunde hat daraufhin die Möglichkeit diesen Vorschlag zu prüfen und gegebenenfalls anhand der eigenen Erfahrungen oder geplanten Absatzstrategien zu korrigieren. Diese Strategie kommt meist dann zum Einsatz, wenn beide Parteien bis dato wenig Erfahrung mit kontinuierlichem Warennachschub haben, oder wenn die Lieferanten-Kunden-Beziehung noch am Anfang steht.¹²⁶

Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass es auch ein „Buyer Managed Inventory“-Konzept gibt, welches eine zum CMI weiterabgeschwächte Form darstellt. Hierbei werden nur die Verbräuche zwischen den beteiligten Unternehmen ausgetauscht. Der Kunde trifft hierbei weiterhin die Entscheidung, wann welches Material beschafft wird. Diese Form ist jedoch in der Praxis nicht weit verbreitet.¹²⁷

Diese Konzepte setzen zwangsläufig ein Lager im eigenen Unternehmen voraus. Um beinahe komplett auf den Bestand von Zukaufteilen beim Kunden zu verzichten, ist der Einsatz von einem Konsignationslager in der Praxis üblich.

4.7.5 Konsignationslager

Beim Konsignationslager ist der Grundgedanke, den Lagerbestand so lange im Eigentum des *Konsignanten* (Lieferanten) zu lassen, bis entweder eine festgelegte Frist verstreicht oder die Ware durch den *Konsignorator* (Kunden) entnommen wird.¹²⁸ Üblicherweise befindet sich dieses Lager – organisatorisch und räumlich strikt getrennt

¹²⁵ Vgl. Wannenwetsch, H. (2014), S. 640 f.

¹²⁶ Vgl. Lang, M. (2004), S. 218 f.

¹²⁷ Vgl. Lang, M. (2004), S. 219

¹²⁸ Vgl. Werner, H. (2013), S. 244

– direkt am Gelände des Kunden. Nicht selten wird ein dritter Dienstleister damit betraut die Abwicklung der Konsignation zu übernehmen. Die vertragliche Grundlage bildet ein Konsignationsvertrag auf Basis eines Rahmenvertrages.¹²⁹ Derartige Verträge erhöhen die Versorgungssicherheit und senken die Lagerhaltungs-, als auch die Bestellabwicklungskosten. Da meist die Anschaffungspreise dadurch steigen können, ist es auch wichtig die Marktpreise im Auge zu behalten.¹³⁰ Wenn man nicht alle Materialien mittels Konsignation abwickeln möchte, so eignet es sich zumindest gut für A-Materialien mit hohen Wiederbeschaffungszeiten und/oder für unzuverlässige Lieferanten bzw. für schwer prognostizierbare Bedarfe, da diese das größte Potenzial für Einsparungen mit sich bringen.¹³¹ Die Schnittstelle zwischen den beiden Parteien bilden die Dispositionsabteilungen, die Informationen bezüglich Materialbeschaffung und Kapazitätsplanungen austauschen. Bei Entnahme aus dem Lager erfolgt der Eigentumsübergang. Jede Entnahme wird automatisch rückgemeldet. Die Bezahlung wird mittels Payment-on-Production (POP) durchgeführt. Das heißt, dass die tatsächliche Bezahlung erst erfolgt, wenn das fertige Produkt in den Versand geht.¹³² Die schematische Darstellung ist in Abbildung 13 dargestellt.

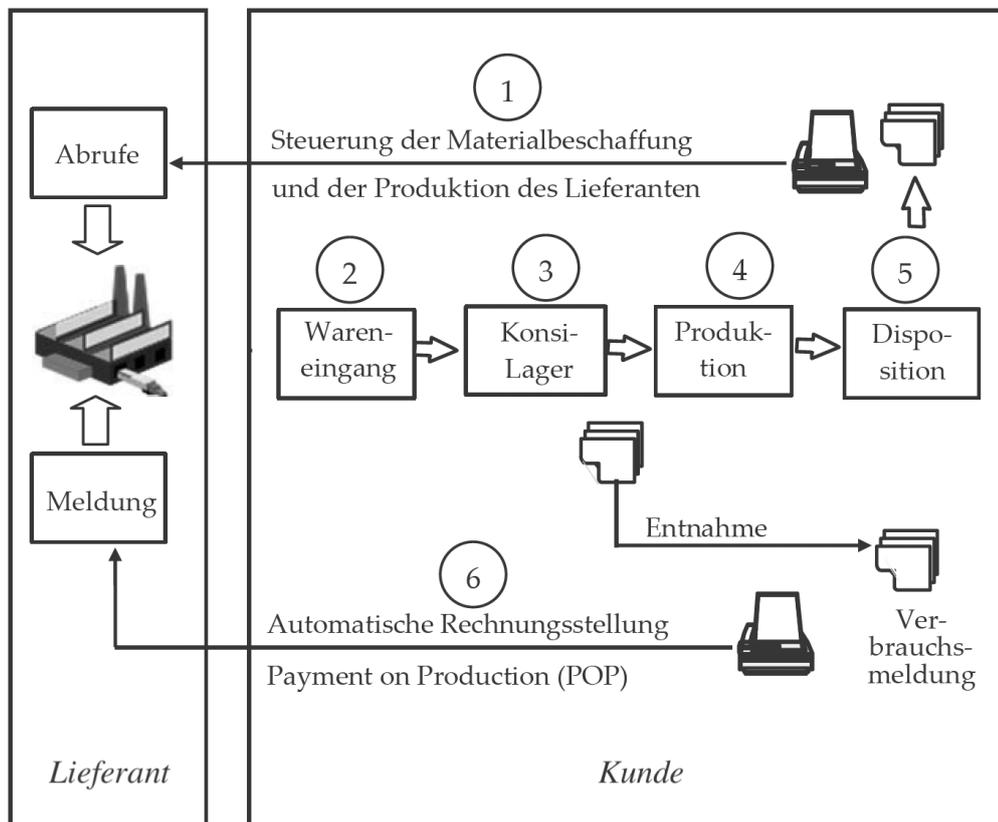


Abbildung 13: Konsignationslager Vorgehensweise¹³³

¹²⁹ Vgl. Syska, A. (2006), S. 81

¹³⁰ Vgl. Arnolds, H. et al. (2013), S. 198

¹³¹ Vgl. Liebetruh, T. (2020), S. 299

¹³² Vgl. Werner, H. (2013), S. 245

¹³³ Quelle: Werner, H. (2013), S. 250

Vor allem in der Automobilindustrie ist diese Vorgehensweise gängige Praxis. Vorteile, die dadurch für den Kunden entstehen, sind besonders die Verminderung der Kapitalbindung durch den verzögerten Eigentumsübergang und die oben genannte Versorgungssicherheit, da Material jederzeit aus dem Konsignationslager abgerufen werden kann. In weiterer Folge sind Stock-out-Situationen auszuschließen, was wiederum zur Optimierung von Rüst- und Durchlaufzeiten beiträgt. Aus Lieferantensicht sind Gründe für die Konsignation meist, dass der Kunde einen derart großen Anteil hat, dass man zur Konsignation gezwungen wird. Dennoch sind die Vorteile eine bessere Kundenbindung, sowie eine Optimierung in der eigenen Produktion durch die Möglichkeit größerer Produktionslose. Die Transportkosten können gesenkt werden, da eine Bündelung der Lieferungen verfolgt werden kann. Des Weiteren kann die Lagerung, der im Konsignationslager befindlichen Teile, am eigenen Standort entfallen. Zur Ausschöpfung der vollen Potenziale ist auch bei diesem Konzept eine geeignete IT-Anbindung Voraussetzung. Der große Kritikpunkt von Konsignationslagern sei hier dennoch erwähnt: es ist keine absolute Optimierung der Supply Chain, da Lagerbestände dennoch vorhanden sind. Diese werden nur vom Kunden zum Lieferanten verlagert. Somit bleiben mögliche Optimierungspotenziale bei beiden Partnern im Verborgenen, da Sicherheitsbestände geschaffen werden und fehlerhafte Prozesse weiterhin verdeckt und nicht gefunden werden.¹³⁴

Einen Schritt weiter in Richtung Bestandsreduktion geht das Just-in-Time-Konzept.

4.7.6 Just-in-Time (JiT) und Just-in-Sequence (JiS)

Beim JiT-Konzept soll im Idealfall die komplette Lagerfunktion entfallen. Eine einfache Darstellung ist in Abbildung 14 zu sehen.

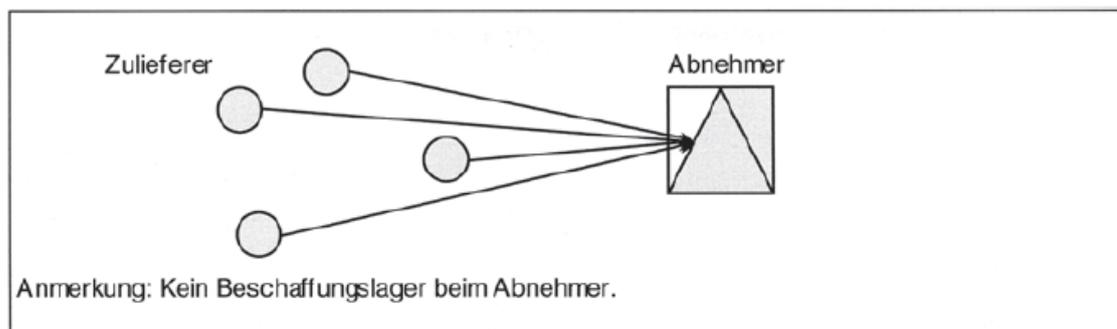


Abbildung 14: Just-in-Time Konzept¹³⁵

Grundstein dieses Konzepts ist das von Toyota entwickelte KANBAN-Prinzip. Hierbei handelt es sich um ein sogenanntes Pull-Prinzip (Holprinzip). Die Funktionsweise dieses Prinzips ist, dass der Bedarf der nachgelagerten Fertigungsstufe den Nachschub der vorgelagerten Fertigungsstufe auslöst. Zwischen Lieferanten und Kunden bringt dieses Konzept durch kleine Lieferlose und hoher Transportfrequenz hohe Transportkosten mit sich, wodurch es von Vorteil ist, wenn sich der Lieferant in unmittelbarer Nähe des

¹³⁴ Vgl. Werner, H. (2013), S. 245 ff.

¹³⁵ Quelle: Hahn, D.; Kaufmann, L. (2014), S. 409

Kunden befindet. Ansonsten steigt zusätzlich die Gefahr von Produktionsunterbrechungen und -verzögerungen, ausgelöst durch Transportverzögerungen. Voraussetzung für ein funktionierendes JiT-Konzept ist eine enge Informationsanbindung des Lieferanten beim Kunden. Vor allem geeignet sind Güter der Kategorien AX, AY, sowie BX, BY, als auch in gewisser Weise CX-Teile. So ist auch herauszufinden, ob Teile als Einzelteile oder als Baugruppen verbaut werden sollen.¹³⁶ Auf Wareneingangskontrollen, sowie auf Qualitätsprozesse wird auf Seiten des Kunden verzichtet. Hierfür muss in vollem Umfang der Zulieferer garantieren. Dies wäre aus Prozesssicht nicht möglich, da die Materialien direkt an den Montageort verbracht werden. Aus diesem Grund sollte auf weitere Manipulationsvorgänge, wie beispielsweise das Umladen, verzichtet werden und der Einsatz von einheitlichen Ladungsträgern angestrebt werden. Je nach Konzeptart kann die Anlieferung blockweise, d.h. ohne Berücksichtigung der Montagereihenfolge erfolgen, oder eben Just-in-Sequence (JiS) in der zu verbauenden Reihenfolge geliefert werden. Das erfordert einen sehr hohen Servicegrad des Lieferanten, welcher sich vollständig an die Produktion des Kunden koppeln muss. Dies erstreckt sich von der Distributionslogistik des Lieferanten bis hin zur Beschaffung. Um das JiT-Prinzip vollständig zu realisieren, sollte sich das Pull-Prinzip auf die Vorlieferanten ausweiten. Bei der Ausführung der Kommissionier- und Transportvorgängen werden in der Praxis meist Logistikdienstleister herangezogen, die eng in den Informationsaustausch miteinbezogen werden. Mit diesen werden oft langfristige Kontrakte geschlossen und gemeinsam Prozesse gestaltet. Als Vorreiter für das JiT-Konzept gilt, wie so oft, die Automobilindustrie, die sich dem Prinzip bereits seit Mitte der 80er Jahren zu eigen machen.¹³⁷ Als Vorzeigebispiel dient hierbei die Produktion des „Smart.“ Dabei werden rund 90% der benötigten Teile mittels Just-in-Time angeliefert. Die restlichen 10%, wobei es sich hauptsächlich um Schrauben und Kleinteile handelt, lagern höchstens zwei Wochen im Werk.¹³⁸

Eine dynamischere Variante von JiT ist das oben bereits erwähnte Just-in-Sequence-Prinzip. Der Grundgedanke ist, am Montageband mit einem Nullbestand auszukommen. Dabei werden die Bedarfe dynamisch an die Bandgeschwindigkeit angepasst. Sollte es zu plötzlichen Bedarfsänderungen kommen, sind temporär Bestände möglich. Ein Beispiel für den Einsatz von JiS findet man in der Produktion des Audi TT. Hier erhält der Lieferant der Sitze rund drei Stunden vor dem Einbau die Detailabrufe der Bedarfe. Danach werden die Sitze in der benötigten Reihenfolge distribuiert und in kleinen Vans ins Werk gebracht.¹³⁹

Bei beiden Konzepten wurden die Zielwirkungen bereits mehrfach nachgewiesen. Eine Quantifizierung der Kosteneffekte ist bis dato jedoch noch schwierig.¹⁴⁰ Eine Studie von KPMG („Europe on the Move“) zeigt, dass trotz des Einsatzes von JiT die Fahrzeuge eine durchschnittliche Reichweite von 50 Tagen besitzen. Zwar konnte die Durchlaufzeit gesenkt werden, was zu weniger Beständen im WIP führt, aber anschließend stehen die fertigen Fahrzeuge noch im Lager. Meist kann durch Probleme im Absatz und Vertrieb

¹³⁶ Vgl. Gleißner, H.; Femerling, C. (2008), S. 151 f.

¹³⁷ Vgl. Hahn, D.; Kaufmann, L. (2014), S. 409 f.

¹³⁸ Vgl. Werner, H. (2013), S. 170

¹³⁹ Vgl. Werner, H. (2013), S. 170

¹⁴⁰ Vgl. Hahn, D.; Kaufmann, L. (2014), S. 410

Just-in-Time kaum in der gesamten Supply Chain umgesetzt werden. Das ist wohl mitunter ein Grund, warum die meisten europäischen Automobilhersteller, vor allem von niedrig- bis mittelpreisigen Fahrzeugen, noch immer am Push-System festhalten und ihre Produkte nach festem Produktionsplan herstellen.¹⁴¹

Eine bedarfssynchrone Bereitstellung der zu beschaffenden Güter ist zwar oft wünschenswert, jedoch meist aus organisatorischen und strategischen Gründen nicht immer umsetzbar. Der Einsatz von Vorratsbeschaffung ist deshalb nach wie vor für viele Unternehmen ein unverzichtbares Instrument.¹⁴² Deshalb stellt sich auch die Frage über den optimalen Zeitpunkt für Bestellungen.

5 Verfahren der Bestellauslösung und Bestellpolitik

Bei den Verfahren der Bestellauslösung beschäftigt man sich mit der richtigen Bestellmenge zum richtigen Zeitpunkt. Dafür gibt es je nach Art der Planung eine bedarfs-, bestands- oder auch terminbezogene Bestellauslösung.¹⁴³

5.1 Bedarfsbezogene Bestellauslösung

Bei der bedarfsbezogenen Bestellauslösung werden nur Materialien bestellt, wenn bereits ein Auftrag vorliegt und die Bedarfsermittlung bereits stattgefunden hat. Da es sich nur um Beschaffungen handelt, für die bereits ein fixer Bedarf angelegt wurde, ist die Lagerdauer meist überschaubar. Die Bestellmenge q und die Beschaffungsintervalle t sind nicht konstant, siehe dazu Abbildung 15.¹⁴⁴

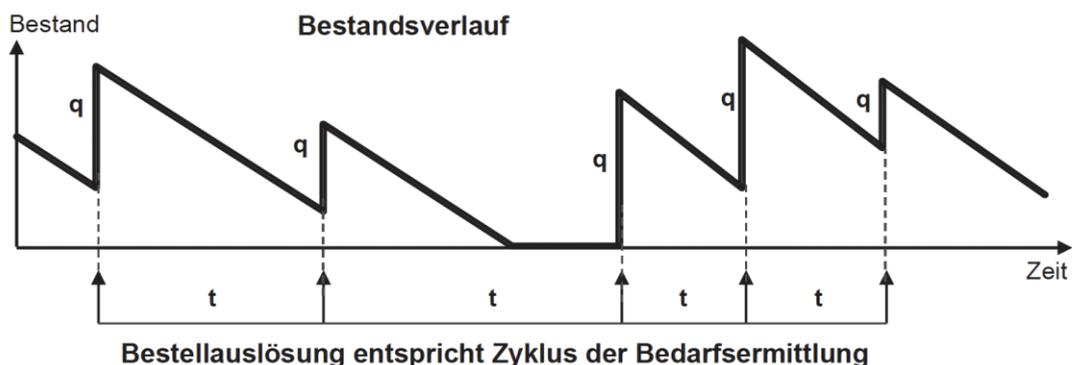


Abbildung 15: Bedarfsbezogene Bestellauslösung¹⁴⁵

¹⁴¹ Vgl. Werner, H. (2013), S. 170 f.

¹⁴² Vgl. Zoller, K.; Robrade, A. (1987), S. 219

¹⁴³ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 251

¹⁴⁴ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 251 f.

¹⁴⁵ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 252

Der Nachteil dabei ist, dass während der gesamten Wiederbeschaffungszeit des Materials vom Bestellzeitpunkt ausgehend kein Material verfügbar ist. Diese Art der Bestellauslösung eignet sich deshalb vor allem für hochwertige Teile mit schwankendem Bedarf, also AZ-Teile.¹⁴⁶

5.2 Bestellrhythmusverfahren

Bei diesem Verfahren erfolgt nach einer bestimmten Zeitperiode t die Bestellauslösung. Dabei kann entweder eine fest definierte Menge nachgeordert werden oder bis zu einem bestimmten Höchstbestand wieder aufgefüllt werden, siehe dazu Abbildung 16. Die Überprüfung des aktuellen Lagerbestandes erfolgt nur beim Bestellrhythmusverfahren mit Höchstbestand. Hierbei wird die zu ordernde Menge dadurch bestimmt, indem man die Differenz des tagesaktuellen Bestandes und des Höchstbestandes betrachtet.¹⁴⁷

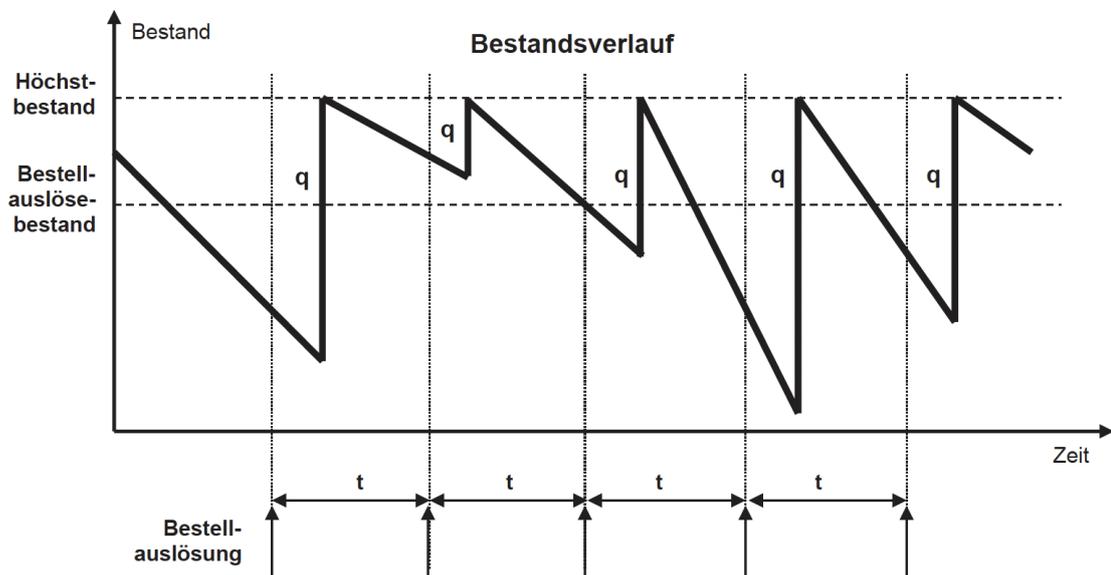


Abbildung 16: Bestellrhythmusverfahren¹⁴⁸

Der Vorteil von konstanten Bestellzeiten gegenüber meldebestandsabhängigen Verfahren ist, dass „Langsamdreher,“ also Materialien mit geringer Umschlaghäufigkeit, rasch erkannt werden und so Zukaufteile vom selben Lieferanten gemeinsam gebündelt bestellt werden können.¹⁴⁹ Idealerweise wird dieses Verfahren für CX-Teile angewandt, also für Materialien mit geringem Wert und konstantem Bedarf.¹⁵⁰

¹⁴⁶ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 252

¹⁴⁷ Vgl. Wannenwetsch, H. (2014), S. 88

¹⁴⁸ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 252

¹⁴⁹ Vgl. Arnolds, H. et al. (2013), S. 50

¹⁵⁰ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 253

5.3 Bestellpunktverfahren

Beim Bestellpunktverfahren wird die nächste Bestellung ausgelöst, wenn ein zuvor definierter Lagerbestand, auch Meldebestand oder Bestellpunkt genannt, erreicht oder unterschritten wird. Dies erfordert eine ständige Kontrolle des Lagerbestandes, weshalb ein ständiges Kontrollsystem und ein erhöhter Verwaltungsaufwand nötig sind. Bei unregelmäßigem Bedarf und Verbrauch sind somit die Zeitpunkte zwischen zwei Bestellauslösungen von unterschiedlicher Zeitdauer¹⁵¹, siehe Abbildung 17.

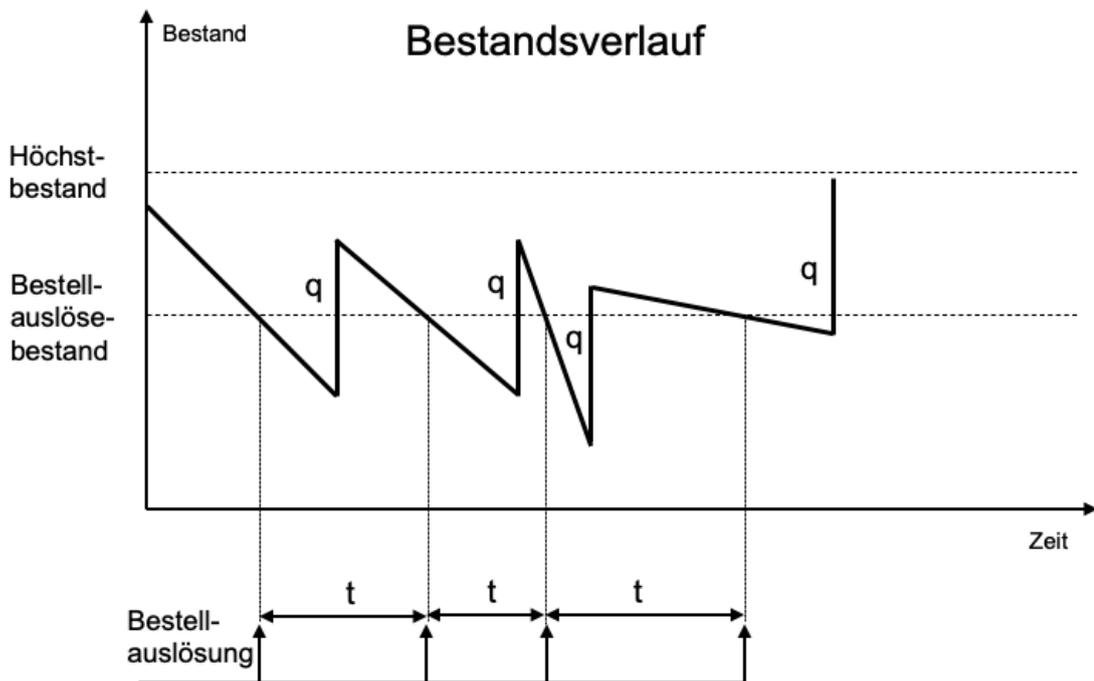


Abbildung 17: Bestellpunktverfahren mit gleichen Bestellmengen¹⁵²

Anzuwenden ist dieses Verfahren am geeignetsten für Teile mit höherem Wert und schwankendem Bedarf, sogenannte BY-Teilen, welche noch zusätzlich lange Wiederbeschaffungszeiten aufweisen.¹⁵³

5.4 Kontrollrhythmusverfahren

Beim Kontrollrhythmusverfahren werden das Bestellrhythmus- und das Bestellpunktverfahren kombiniert. Es werden zu bestimmten Zeitpunkten die Lagerbestände kontrolliert und beim Unterschreiten des Mindestbestandes eine Bestellung ausgelöst,¹⁵⁴ dargestellt in Abbildung 18.

¹⁵¹ Vgl. Wannewetsch, H. (2014), S. 90

¹⁵² Quelle: in Anlehnung an Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 252; Wannewetsch, H. (2014), S. 90

¹⁵³ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 253

¹⁵⁴ Vgl. Klaus, P.; Krieger, W. (2008), S. 69

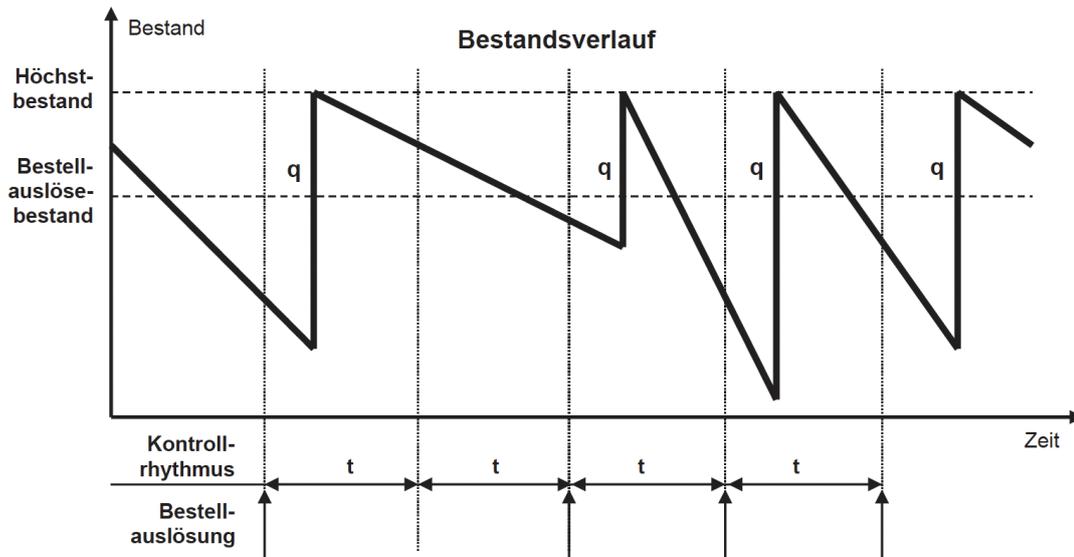


Abbildung 18: Kontrollrhythmusverfahren mit Bestellmenge auf Sollniveau¹⁵⁵

Die bestellte Menge kann je nach Bestellpolitik in gleicher Höhe ausfallen oder auf ein gewisses Sollniveau aufgefüllt werden. Der Vorteil gegenüber dem Bestellrhythmusverfahren ist, dass die Bestände wahrscheinlich niedriger ausfallen, da nicht bei jedem Kontrollzeitpunkt zwangsläufig eine Bestellung ausgelöst wird.¹⁵⁶

Die Auswahl über das Bestellverfahren, welches angewandt wird, ist abhängig von der Bestellpolitik.

5.5 Bestellpolitik

Die Bestellpolitik regelt wann und wieviel durch eine Bestellung gedeckt wird. Dabei gibt es vier Parameter, die es zu unterscheiden gilt:¹⁵⁷

- Bestellzyklus (t),
- Bestellmenge (q),
- Bestellauslösepunkt (s) und
- den Höchst- oder Sollbestand (S).

Daraus ergeben sich gemäß des Bestellpunkts- und des Bestellrhythmusverfahrens, vier Grundformen der Bestellpolitik indem man eine Kombination aus Bestellmenge (fix, variabel) und Bestellzeitpunkt (fix, variabel) bildet.¹⁵⁸ Dies ergibt eine 2 mal 2-Matrix, wie in Abbildung 19 dargestellt.

¹⁵⁵ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 254

¹⁵⁶ Vgl. Klaus, P.; Krieger, W. (2008), S. 69

¹⁵⁷ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 254

¹⁵⁸ Vgl. Kummer, S. et al. (2013), S. 142

Bestellmenge

fix	t,q-Politik	s,q-Politik
variabel	t,S-Politik	s,S-Politik
	fix	variabel

Bestellperiode

Abbildung 19: Grundformen der Bestellpolitik¹⁵⁹

Hierbei zählen die t,q- und die t,S-Politik zu den Bestellrhythmusverfahren und die s,q-, als auch die s,S-Politik zu den Bestellpunktverfahren. Eine Erweiterung stellen die t,s,q-, sowie die t,s,S-Politik dar, sie zählen zu den Kontrollrhythmusverfahren.

5.5.1 t,q- und t,S-Politik

Bei der t,q-Politik zeigt das „t“ an, dass immer zu festen Zeitpunkten bestellt wird, das „q“ wiederum zeigt, dass der Lagerbestand dabei immer um die gleiche Menge aufgefüllt wird, zu sehen in Abbildung 20.

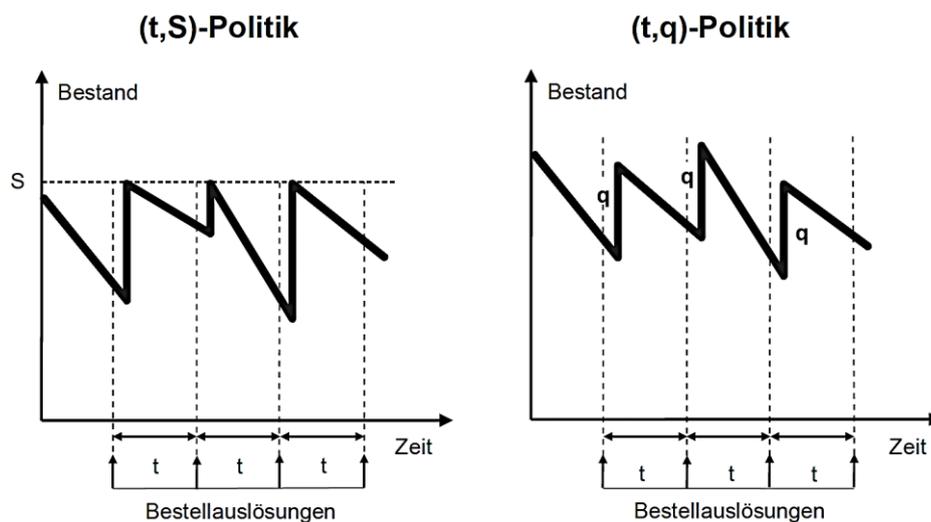


Abbildung 20: t,S- und t,q-Politik¹⁶⁰

¹⁵⁹ Quelle: in Anlehnung an Kummer, S. et al. (2013), S. 142

¹⁶⁰ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 255

Gefahren dieses Verfahrens sind, dass beispielsweise die nachbestellte Menge die Kapazitäten im Lager übersteigt, da es zu keinem oder geringem Lagerabgang gekommen ist. Ebenso kann es zu einem Stock-out kommen, wenn der Bedarf größer ist, als im Intervall t üblich.¹⁶¹

Bei der t,S -Politik wird, ebenso wie bei der t,q -Politik, nach festen Zeitintervallen bestellt, jedoch wird die zu bestellende Menge immer an den Höchstbestand „ S “ angepasst, ebenso zu sehen in Abbildung 20. Dies verhindert eine Überlastung der Lagerkapazitäten. Es kann aufgrund der veränderlichen Bestellmengen jedoch zu Lieferengpässen beim Lieferanten kommen.¹⁶² Fehlmengen im eigenen Lager sind ebenfalls nicht auszuschließen, was ein erheblicher Nachteil der Bestellrhythmusverfahren ist. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Lager- und Bestandskosten vergleichsweise hoch sind, da immer bis zum Maximalbestand aufgefüllt wird.¹⁶³

5.5.2 s,q - und s,S -Politik

Die s,q -Politik verbindet variable Bestellintervalle mit gleichbleibenden Bestellmengen. Sobald ein definierter Meldebestand „ s “ erreicht wird, wird eine Bestellung ausgelöst, wobei die zu bestellende Menge „ q “ bei jeder Bestellauslösung gleichbleibt¹⁶⁴, siehe dazu Abbildung 21.

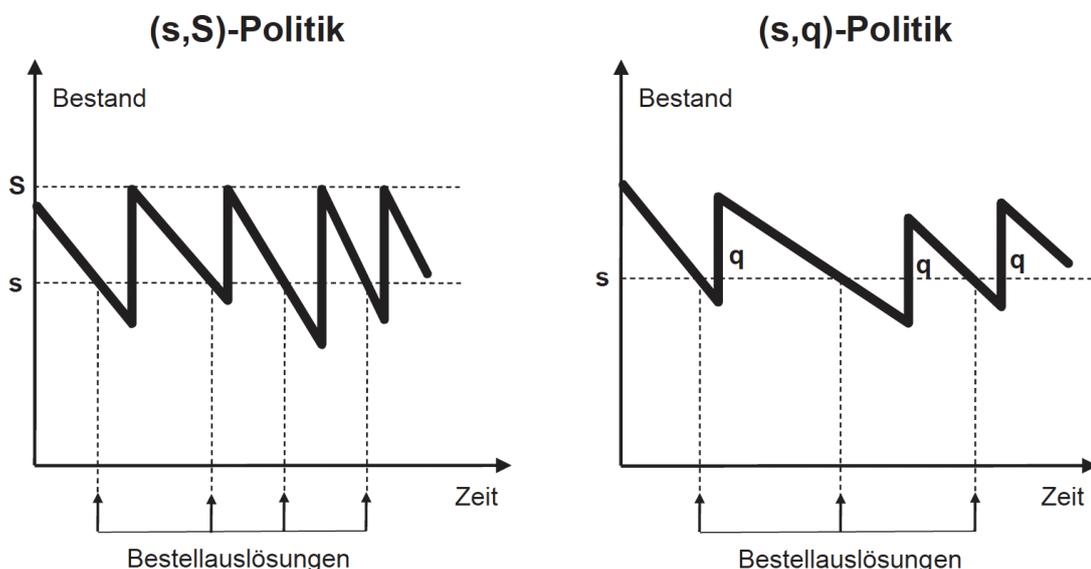


Abbildung 21: s,S - und s,q -Politik¹⁶⁵

¹⁶¹ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 255

¹⁶² Vgl. Gleißner, H.; Femerling, C. (2008), S. 148

¹⁶³ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 255

¹⁶⁴ Vgl. Kummer, S. et al. (2013), S. 143

¹⁶⁵ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 256

Bei höherem Bedarf an Materialien verkürzt sich das Zeitintervall zwischen zwei Bestellungen, sowie auch umgekehrt. Bei dieser Bestellpolitik werden schwankende Bedarfe berücksichtigt, wodurch sie besonders für Y- und Z-Teile mit höherem Wert (A- und B-Teile) geeignet ist. Die ständige Kontrolle nach jedem Lagerabgang stellt aufgrund der heutigen Informationstechnologie keine große Herausforderung mehr dar.¹⁶⁶

Die s,S-Politik verhindert durch den Höchstbestand „S“ zwar wieder, dass die Lagerkapazitäten überschritten werden – ebenso in Abbildung 21 zu finden – jedoch sind die Bestands- und Lagerkosten, aufgrund der Auffüllung bis zum Höchstbestand, sehr hoch. Bei der s,S-, als auch bei der s,q-Politik sind die Gefahren von Fehlmengen weitaus geringer als bei Bestellrhythmusverfahren. Sie können nur dann auftreten, wenn bei der Planung der Bestellauslösezeitpunkte Fehler oder zu hohe Unsicherheiten auftreten.¹⁶⁷

5.5.3 t,s,S- und t,s,q-Politik

Aus der Kombination der eben vorgestellten Bestellpolitiken ergibt sich das Kontrollrhythmusverfahren mit der t,s,S- und der t,s,q-Politik, dargestellt in Abbildung 22.

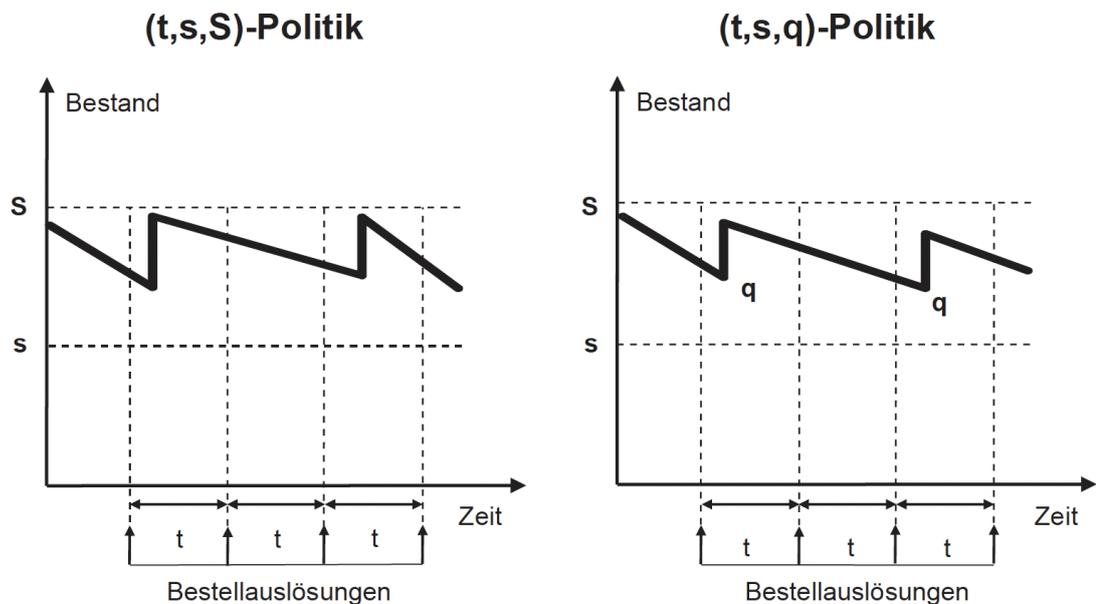


Abbildung 22: t,s,S- und t,s,q-Politik¹⁶⁸

Nach einem festgelegten Kontrollrhythmus wird der Lagerbestand überprüft. Wird dabei festgestellt, dass der Meldebestand „s“ unterschritten wurde, wird die Bestellung ausgelöst. Diese kann entweder die Nachfüllmenge bis zum Höchstlagerbestand „S“ oder eine immer gleichbleibende Menge „q“ enthalten. Bei beiden können die

¹⁶⁶ Vgl. Kummer, S. et al. (2013), S. 143

¹⁶⁷ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 256

¹⁶⁸ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 257

Bestellungen in unterschiedlichen Zeitintervallen erfolgen, je nachdem, ob der Meldebestand erreicht wurde oder nicht.¹⁶⁹

Um sich für eine der Bestellpolitiken zu entscheiden, ist es wichtig die Auswirkung derer auf die Lagerhaltungskosten, als auch auf die Fehlmengen in die Betrachtung miteinzubeziehen. Bei genauerem Betrachten der soeben vorgestellten Verfahren wird klar, dass keines eine hohe Lieferbereitschaft bei gleichzeitigen niedrigen Lagerkosten gewährleistet. Politiken mit einem Höchstbestand „S“ sorgen meist für hohe Lagerkosten und dementsprechend durchschnittlich hohen Lagerbestand. Dies ist meist aufgrund der Kapitalbindung nicht anzustreben. Bestellrhythmusverfahren sind für schwankende Bedarfe ungeeignet, da sie oft die Lieferbereitschaft nicht gewährleisten, jedoch den Vorteil haben mit niedrigem Bestand zu arbeiten und so Kosten einzusparen.¹⁷⁰

Bestände verursachen nicht nur Kosten, wie in Kapitel 4.5 erwähnt, sondern können durchaus Vorteile mit sich bringen, und zwar:

- Stärkere Position bei Lieferanten durch hohe Abnahmemengen
- Sicherung der eigenen Produktion bei geringer Liefertreue von Lieferanten¹⁷¹

Um dennoch einen Kompromiss zwischen geringen Beständen und Versorgungssicherheit der Produktion zu finden, existieren zahlreiche Verfahren zur Bestimmung wirtschaftlicher Bestellmengen oder optimalen Bestelllosgröße.¹⁷²

6 Gängige Verfahren zur Ermittlung der optimalen Bestelllosgröße

Die Frage der optimalen Bestelllosgröße kam bereits in den 1910er Jahren auf. Die optimale Losgröße ist jene Menge, bei der Bezugs- und Lagerkosten ein Minimum sind¹⁷³, welches in Abbildung 23 zu sehen ist, und nachfolgend erklärt wird. Es gibt grundsätzlich drei Varianten, wie die Bestellmenge bestimmt werden kann:

- **Statische Verfahren** legen die Bestellmenge einmalig im Materialstamm genau fest.
- **Periodische Verfahren** hinterlegen pro Periode die Bestellmenge für den Bedarf im Materialstamm.
- **Optimierte Verfahren** eruiieren die optimale Bestellmenge unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Kosten.¹⁷⁴

Die nicht-optimierten Bestellverfahren haben Auswirkungen auf die Bestände und sollten deshalb, ebenso betriebswirtschaftlich betrachtet werden, wie optimierte Bestellverfahren. Jegliche Bevorratung von Materialien haben einen Einfluss auf die

¹⁶⁹ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 257

¹⁷⁰ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 257 f.

¹⁷¹ Vgl. Junge, O. (2001), S. 31

¹⁷² Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 246

¹⁷³ Vgl. Pack, L. (1964), S. 9

¹⁷⁴ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 149

Bestandshöhe und somit auf die Kapitalbindung. Die Fragestellung nach der optimalen Bestellmenge ist im Handel genauso gefragt, wie bei der Beschaffung von Roh-, Hilfs- oder Betriebsstoffen.¹⁷⁵

Je nach Bestellmenge werden manche Kosten steigen und andere wiederum sinken. Es kommt zu einem Zielkonflikt, den es zu lösen gilt.¹⁷⁶ Beispielsweise verursachen größere Bestellmengen geringere Bestell- und Transportkosten, aber sie führen zu höherer Kapitalbindung und höheren Lagerkosten. Deshalb ist für die Berechnung der Bestelllosgröße eine Erfassung aller anfallenden Logistikkosten von Bedeutung. Gewisse Kosten, wie beispielsweise jene für die Abwicklung, fallen pro Bestellung an und sind somit Losgrößen unabhängig. Diese mengenunabhängigen Kosten haben einen großen Einfluss auf die Berechnung der Losgröße. Ebenso sind die Lagerhaltungskosten zu berücksichtigen, die durch die Einlagerung und das Halten der Bestände auftreten. Sie sind die Summe aus den Lager- und Kapitalbindungskosten. Deutlich schwieriger zu bestimmen sind die Fehlmengenkosten, welche durch entgangene Umsätze oder Zusatzkosten, wie Konventionalstrafen oder für zusätzliche Transportkosten zustande kommen.¹⁷⁷

Je nach Betrachtung der Rahmenbedingungen finden unterschiedliche Verfahren zur Berechnung der optimalen Bestelllosgröße in der Praxis Anwendung.

Nachfolgend werden die sechs am häufigsten in der Praxis angewandten Methoden behandelt:¹⁷⁸

- Harris-Andler-Verfahren (1913 bzw. 1927)
- Wagner-Within-Verfahren (1958)
- Part Period-Verfahren (1968)
- Gleitende wirtschaftliche Losgröße (1968)
- Silver-Meal-Verfahren (1973)
- Groff-Verfahren (1978)

Obwohl es sich hierbei um Verfahren handelt, die schon sehr lange angewandt werden, gibt es eine Vielzahl von optimierten Verfahren, die aber alle auf diesen vorgestellten Verfahren basieren.¹⁷⁹

6.1 Harris-Andler-Verfahren

Das wohl bekannteste Verfahren zur Berechnung der optimalen Bestelllosgröße ist das Harris-Andler-Verfahren, auch bekannt als Andlersche Losgrößenformel, klassische Losgrößenformel, Quadratwurzelformel oder Economic Order Quantity (EOQ).¹⁸⁰ F.W. Harris (1913) und K. Andler (1927) gelten als Pioniere in der Losgrößenberechnung. Sie entwickelten unabhängig voneinander, Harris in den USA, Andler in Deutschland, dieses

¹⁷⁵ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 150

¹⁷⁶ Vgl. Bichler, K. et al. (2010), S. 91

¹⁷⁷ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 247

¹⁷⁸ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 150 f.

¹⁷⁹ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 151

¹⁸⁰ Vgl. Fandel, G. et al. (1994), S. 157

nach ihnen benannte Verfahren.¹⁸¹ Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es zur Bestimmung von Fertigungslosen, sowie zur Bestimmung von Bestellmengen herangezogen werden kann.¹⁸²

Beim Harris-Andler-Verfahren werden folgende Annahmen vorausgesetzt:¹⁸³

- die Nachfrage ist konstant,
- die Wiederbeschaffungszeit ist null und erhöht sofort den Bestand,
- die bestellfixen Kosten sind mengenunabhängig,
- pro Bestellzyklus wird nur einmal bestellt,
- der Lagerhaltungskostensatz ist konstant und
- es treten keine Rückstände auf.

Der mathematische Ansatz von Harris und Andler zielt auf die Minimierung der Gesamtkosten, die ausschließlich aus Beschaffungs- und Lagerhaltungskosten bestehen, ab. Es soll ein Optimum zwischen den beiden Kostenarten, die sich gegenläufig entwickeln, gefunden werden, siehe dazu Abbildung 23. Die Beschaffungskosten K_B , wobei bei der Berechnung von Fertigungslosen hier die Rüstkosten einzusetzen sind, nehmen anteilmäßig mit steigender Menge ab, wobei die Lagerhaltungskosten K_L mit steigender Menge Q zunehmen.¹⁸⁴

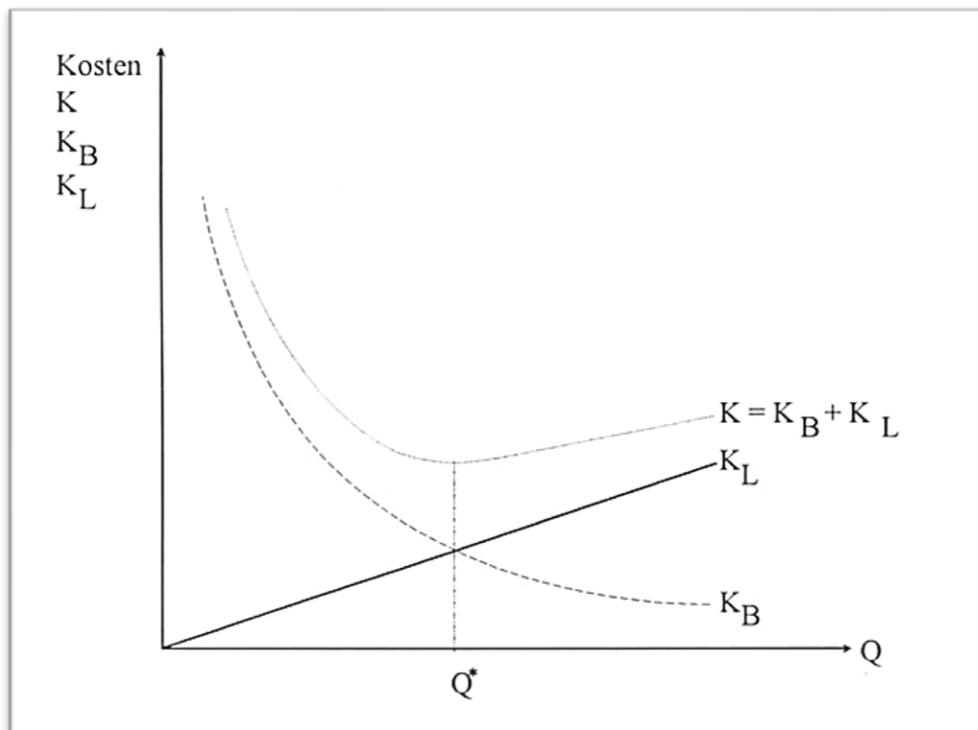


Abbildung 23: Berechnung der optimalen Bestellmenge Q^* ¹⁸⁵

¹⁸¹ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 152

¹⁸² Vgl. Kottke, E. (1966), S. 79

¹⁸³ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 247

¹⁸⁴ Vgl. Fandel, G. et al. (1994), S. 157

¹⁸⁵ Quelle: Fandel, G. et al. (1994), S. 158

Für die Betrachtung der Andler-Formel wird folgende Nomenklatur verwendet:

x	Gesamtbedarf
Q	Bestellmenge
h	Anzahl der Bestellungen, ergibt sich aus $\frac{x}{Q}$
c	bestellfixe Kosten
l	Lagerkostenzinssatz, als Dezimalzahl (Beispiel 0,05 für 5%)
i_k	Kapitalbindungssatz
i_{ph}	Lagerkostensatz
K_f	Bezugskosten pro Mengeneinheit
TC(Q)	Gesamtkosten
Q^*	optimale Bestellmenge

Die Berechnung der Beschaffungskosten K_B erfolgt durch die Multiplikation der bestellfixen Kosten c mit der Anzahl der zu tätigen Bestellungen h, siehe Formel 6.1.

$$K_B = c * h = c * \frac{x}{Q}$$

Formel 6.1: Berechnung der Beschaffungskosten K_B ¹⁸⁶

Die Lagerhaltungskosten K_L ergeben sich aus dem mittleren Lagerbestand $\frac{Q}{2}$ mal den Bezugskosten pro Mengeneinheit mal dem Lagerkosten(zins)satz, bezogen auf die betrachtete Periode. Bei dieser Annahme basiert der mittlere Lagerbestand auf einem Sägezahndiagramm, weshalb dieser mit $\frac{Q}{2}$ gleichzusetzen ist.

Daraus ergibt sich:

$$K_L = \frac{Q}{2} * K_f * l, \text{ oder auch}$$

Formel 6.2: Berechnung der Lagerkosten K_L mit Lagerkostenzinssatz¹⁸⁷

$$K_L = \frac{Q}{2} * K_f * (i_k + i_{ph})$$

Formel 6.3: Berechnung der Lagerkosten K_L mit Kapitalbindung- und Lagerkostensatz

Somit ergibt sich für die optimale Bestellmenge folgende Herleitung:

$$TC(Q) = c * \frac{x}{Q} + \frac{Q}{2} * K_f * l$$

Formel 6.4: Herleitung der opt. Bestellmenge

¹⁸⁶ Quelle: Fandel, G. et al. (1994), S. 158

¹⁸⁷ Vgl. Fandel, G. et al. (1994), S. 159

Diese Gesamtkosten werden nun nach dQ abgeleitet und 0 gesetzt, um ein Optimum zu finden:

$$\frac{dTC(Q)}{dQ} = -c * \frac{x}{Q^2} + \frac{1}{2} * K_f * l = 0$$

Formel 6.5: Ableitung nach dQ

Durch Umformung von Formel 6.6

$$c * \frac{x}{Q^2} = \frac{1}{2} * K_f * l$$

Formel 6.6: Umformung der Ableitung

erfolgt die Berechnung der optimalen Bestellmenge Q^* :¹⁸⁸

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * c * x}{K_f * l}}$$

Formel 6.7: Berechnung der opt. Bestellmenge¹⁸⁹

Seit dem Aufkommen dieser Berechnung kam es zu vielen Erweiterungen und Adaptionen, die es möglich machten, beispielsweise Fehlmengenkosten, Mengenrabatte, Mindestlosgrößen etc. miteinzubeziehen, um so einen praxisnahen Einsatz zu ermöglichen.¹⁹⁰

Sehr einfach kann die klassische Losgrößenformel umformuliert werden, um die optimale Bestellhäufigkeit zu ermitteln. Dazu wird lediglich Q^* durch $\frac{x}{n}$ ersetzt, wobei n die Häufigkeit der Bestellungen wiedergibt.

Die dazugehörige Gleichung lautet wie folgt:

$$\frac{x}{n} = \sqrt{\frac{2 * c * x}{K_f * l}}$$

Formel 6.8: Umformulierung für opt. Bestellhäufigkeit¹⁹¹

Die Auflösung der Gleichung nach n ergibt folgende Gleichung für die Ermittlung der optimalen Bestellhäufigkeit:

¹⁸⁸ Vgl. Fandel, G. et al. (1994), S. 157 ff.; Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 247 f.

¹⁸⁹ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 248

¹⁹⁰ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 248

¹⁹¹ Vgl. Wannenwetsch, H. (2014), S. 107

$$n = \sqrt{\frac{x * K_f * l}{2 * c}}$$

Formel 6.9: optimale Bestellhäufigkeit¹⁹²

Kritisch zu betrachten ist, dass das Harris-Andler-Verfahren hauptsächlich statische Losgrößenprobleme behandelt. Dadurch wird eine unendliche Bestell- bzw. Fertigungsgeschwindigkeit, als auch unendliche Lagerkapazitäten und ein gleichmäßiger Bedarf vorausgesetzt, was in der Praxis in dieser Weise nie realisierbar ist.¹⁹³

6.2 Wagner-Whitin-Verfahren

Dieses Verfahren berücksichtigt im Gegensatz des Harris-Andler-Verfahrens periodische Bedarfe. Dadurch kann man bei schwankenden Periodenbedarfen zu besseren Ergebnissen kommen.¹⁹⁴ Das Wagner-Whitin-Verfahren, auch bekannt als SLULSP (Single-Level-Uncapacitated-Lot-Sizing-Problem), soll bei aufeinander folgenden Perioden mit bekanntem Bedarf die optimale Bestellmenge ermitteln. Dabei werden stetig Bestellmengen der einzelnen Perioden zusammengefasst bis die Gesamtkosten sinken.¹⁹⁵

Beim Verfahren nach Wagner-Whitin gelten folgende Prämissen:¹⁹⁶

- der gesamte Zeitraum ist in T Perioden eingeteilt.
- Der Bedarf B_t der Periode t, sowie die dazugehörige Lieferzeit LZ sind bekannt. Die Lieferung trifft termingetreu ein und ist sofort bestandserhöhend, sodass der Bedarf der Periode t+1 zu Beginn dieser Periode gedeckt ist. Eine Stock-out-Situation, sowie auch geplante Fehlmengen, sind nicht möglich.
- Es gibt keine Kapazitätsgrenzen, sodass die Bestellmenge r_t jeden positiven Wert annehmen kann.
- Die Bezugspreise der Materialien p_c sind konstant und unabhängig von der Bestellmenge.
- Die Bestellung in der Bestellperiode t verursacht einen fixen Kostenbeitrag k_{Bt}
- Der Lagerhaltungskostensatz K_{Lt} ergibt sich aus der Multiplikation des Lagerbestandes L_{t+1} der Periode t und dem Zinssatz z_t .

Die Lagerbilanzgleichung lautet wie folgt:

$$L_{t+1} = L_t + r_t - B_t$$

Formel 6.10: Lagerbilanzgleichung¹⁹⁷

¹⁹² Vgl. Wannenwetsch, H. (2014), S. 107

¹⁹³ Vgl. Fandel, G. et al. (1994), S. 159

¹⁹⁴ Vgl. Voigt, K.-I. (2008), S. 575

¹⁹⁵ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 250

¹⁹⁶ Vgl. Bogaschewsky, R. (1993), S. 4 f.

¹⁹⁷ Quelle: Bogaschewsky, R. (1993), S. 5

Zur Ermittlung der Bestellkosten wird noch eine Binärvariabel benötigt, die

$$y_t(r_t) = \begin{cases} 0 & \text{falls } r_t = 0 \\ 1 & \text{falls } r_t > 0 \end{cases}$$

annimmt.

Folgende Zielfunktion gilt es dabei nun zu minimieren, um minimale Gesamtkosten zu erhalten:

$$K(r_t, L_{t+1}) = \sum_{t=1}^T (y_t(r_t) * k_{Bt} + L_{t+1} * p_c * z_t + r_t * p_c) \rightarrow \text{Min!}$$

Formel 6.11: zu minimierende Kostenfunktion¹⁹⁸

Der Algorithmus setzt auch voraus, dass wenn der Bedarf B_t der Periode t durch eine Bestellung der Menge r_k in Periode k gedeckt werden kann, alle zukünftigen Bedarfe $B_k, B_{k+1}, \dots, B_{t-1}$ durch die Menge r_k kostenminimal gedeckt werden. Des Weiteren haben WAGNER und WHITIN das sogenannte „Theorem des Planungshorizont“ eingeführt, welches besagt, dass wenn eine Bestellung r_l in der Periode l mit $l < k$ nicht günstiger ist als eine Bestellung in k , so kann eine Bestellung in Periode l für die Bedarfe, die über t hinausgehen, nicht günstiger sein als die Bestellung in k .¹⁹⁹

Kritik am Wagner-Whitin-Verfahren ist vor allem, dass Preisnachlässe nicht berücksichtigt werden können, da die Lagerhaltungskostensätze mengenabhängig sind. Des Weiteren geht man nur von der Beschaffung eines Materials aus, womit alle Materialien einzeln disponiert werden. Die Erweiterung zur gleichzeitigen Berechnung mehrerer Materialien ist rechnerisch nicht praktikabel. Ebenso bleiben Kapazitätsgrenzen im Lager bzw. auch in der Bestellabteilung unberücksichtigt, was nicht als realistisch anzusetzen ist.²⁰⁰

Obwohl dieses Verfahren gute Ergebnisse liefert, konnte es sich in der Praxis, aufgrund der komplexen und zeitintensiven Berechnungen seltener durchsetzen als andere Verfahren.²⁰¹

6.3 Part-Period-Verfahren (Stück-Perioden-Ausgleich)

Der Stück-Perioden-Ausgleich (auch Kostenausgleichsverfahren oder Part-Period-Verfahren) ist ein dynamisches Verfahren, bei dem von schwankenden Bedarfen ausgegangen wird. Es ist ein heuristisches Verfahren, da es nicht eine optimale Lösung, sondern nur eine Näherungslösung liefert.²⁰²

Ausgangspunkt ist auch hier die Grundlage des Harris-Andler-Verfahrens. Es wird davon ausgegangen, dass die bestellfixen bzw. (Rüst-) Kosten im Optimalfall gleich sind. Dafür

¹⁹⁸ Quelle: Bogaschewsky, R. (1993), S. 5

¹⁹⁹ Vgl. Bogaschewsky, R. (1993), S. 6

²⁰⁰ Vgl. Bogaschewsky, R. (1993), S. 7 f.

²⁰¹ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 154

²⁰² Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 153

wird die Losgröße immer um die Bedarfe der Folgeperioden erweitert, solange bis die Lagerhaltungskosten K_L gerade noch kleiner oder im Optimum gleich der bestellfixen Kosten K_B sind.²⁰³

Die Lagerhaltungskosten eines Loses, welches in Periode t bestellt wird, errechnen sich wie folgt:

$$K_L^{t,t} = k_L * \sum_{\tau=t}^{t'} (\tau - t + 0,5) * d_{\tau} \leq K_B$$

Formel 6.12: Lagerhaltungskosten Part-Period-Verfahren²⁰⁴

Die Nomenklatur ist hierbei:

- $K_L^{t,t}$ Lagerhaltungskosten eines in t bestellten Loses, welches den Bedarf bis einschließlich t' deckt, wobei $t \leq t'$
- k_L Lagerhaltungskosten pro Menge und Periode
- d_{τ} Bedarf der Periode τ
- K_B Bestellfixe Kosten bzw. Rüstkosten

Der durchschnittliche Lagerbestand wird hierbei immer als halber Periodenbestand angenommen.²⁰⁵

6.4 Gleitende wirtschaftliche Losgröße

Wie auch das Kostenausgleichsverfahren ist das Verfahren der gleitenden Bestellmenge (bzw. gleitende wirtschaftliche Losgröße) ein dynamisches Verfahren.²⁰⁶ Es bedient sich dem Minimum zwischen Gesamt- und Stückkosten.

Es gilt für die Bestellmenge $x_{i,j}$:

$$x_{i,j} = \sum_{n=i}^j m_n$$

Formel 6.13: Bestellmenge, die Bedarfe von Beginn Periode i bis Beginn Periode j deckt²⁰⁷

Die gesamten Kosten für die Bestellung und die Lagerhaltung für die nicht in Periode i verbrauchten Materialien sind:

²⁰³ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 213 f.

²⁰⁴ Quelle: Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 214

²⁰⁵ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 214

²⁰⁶ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 154

²⁰⁷ Quelle: Bichler, K. et al. (2010), S. 102

$$K_{i,j} = K_B + K_L * \sum_{n=i+1}^j (n - i) * m_n$$

Formel 6.14: Kosten für nicht verbrauchtes Material²⁰⁸

Wobei

- m_n die Menge der jeweiligen Periode,
- $(n-i)$ die Anzahl der Perioden, in dem die jeweilige Menge gelagert werden muss,
- K_B die bestellfixen Kosten pro Bestellung und
- K_L die Lagerhaltungskosten je Menge und Periode darstellt.

Folgende Stückkosten entfallen pro Stück der Bestellung:

$$k_{i,j} = \frac{K_{i,j}}{x_{i,j}} = \frac{K_B + K_L * \sum_{n=i+1}^j (n - i) * m_n}{\sum_{n=i}^j m_n}$$

Formel 6.15: Stückkosten pro Sendung²⁰⁹

Diese Stückkosten gilt es anschließend zu minimieren. Folgendes Prinzip wird dabei angewandt: die Bestellmenge $x_{i,j}$ wird um die Bedarfsmenge der nächsten Periode erhöht auf $x_{i,j+1}$. Sollten die Stückkosten dadurch kleiner werden, stellen diese die wirtschaftlichste Bestellmenge dar. Sollte das Gegenteil eintreffen, also $k_{i,j+1} > k_{i,j}$, so stellt die vorige Losgröße die optimalere Bestellmenge dar. Prämisse für dieses Verfahren ist, dass die in Periode i verbrauchte Menge keine Lagerkosten verursacht.²¹⁰

6.5 Silver-Meal-Verfahren

Dieses Verfahren wurde im Jahr 1973 von Edward A. Silver und Harlan C. Meal vorgestellt. Im Gegensatz zur gleitenden wirtschaftlichen Losgröße, beruht dieses Verfahren nicht auf den minimalen Stückkosten, sondern auf den minimalen Kosten pro Periode.²¹¹

Die Gesamtkosten $K_{i,j}$ für die Bestellperiode i mit den Bedarfen bis einschließlich Periode j errechnen sich wie folgt und sind zu minimieren:

$$K_{i,j} = \frac{K_B + k_L * \sum_{t=i}^j d_t(t - i)}{j - i + 1}$$

Formel 6.16: Gesamtkosten für Silver-Meal-Verfahren²¹²

Folgende Nomenklatur wurde hierbei verwendet:

²⁰⁸ Quelle: Bichler, K. et al. (2010), S. 102

²⁰⁹ Quelle: Bichler, K. et al. (2010), S. 103

²¹⁰ Vgl. Bichler, K. et al. (2010), S. 102 f.

²¹¹ Vgl. Schuh, G.; Schmidt, C. (2014), S. 212

²¹² Vgl. Hansmann, K.-W. (2006), S. 311

$K_{i,j}$	Gesamtkosten
k_L	Lagerkosten(zins)satz
d_t	Bedarf der Periode t

Auch hier liegt ein kontinuierlicher Lagerabgang zugrunde.

6.6 Groff-Verfahren

Ein weiteres dynamisches Verfahren für die Berechnung der optimalen Losgröße ist das Groff-Verfahren. Die Bedarfe der nächsten Perioden werden Schritt für Schritt zusammengefasst. Die optimale Bestellmenge liegt in der Gleichheit der positiv steigenden Lagerkostenkurve und der in negativer Richtung gehende Bestellkostenkurve. Ein Optimum ist dann erreicht, wenn der Lagerkostenanstieg K_L der Verringerung der Bestellkosten K_B entspricht.²¹³

Folgende Gleichung ist hierbei für die Bestellkostenverringerng K'_B mit t-Perioden anzusetzen:

$$K'_B = \frac{K_B}{t} - \frac{K_B}{t+1} = \frac{K_B}{t * (t+1)}$$

Formel 6.17: Verringerung der Bestellkosten K'_B ²¹⁴

Der Lagerkostenanstieg K'_L ergibt sich wie folgt:

$$K'_L = \frac{x * (t+1) * K_f * i_L}{100 * 365 * 2},$$

Formel 6.18: Lagerkostenanstieg K'_L ²¹⁵

wobei K_f die Kosten pro Stück und i_L den Lagerkosten(zins)satz darstellt.²¹⁶

Auf Basis dieser Rechenverfahren wird für die Erarbeitung des Tools zur Bestimmung der optimalen Bestelllosgröße ein Verfahren ausgewählt, welches die im kommenden Kapitel erläuterten Anforderungen erfüllt.

²¹³ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 154

²¹⁴ Quelle: Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 154

²¹⁵ Quelle: Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 154

²¹⁶ Vgl. Heiserich, O.-E. et al. (2011), S. 154

7 Ermittlung der optimalen Bestelllosgröße bei SMO AT am Standort Graz Eggenberg

Der letzte Teil der vorliegenden Masterarbeit behandelt die praktische Ausführung der Aufgabenstellung. Dabei wird zuerst auf die Ausgangssituation im Geschäftsjahr (GJ) 2016 und die vorherrschende Organisation eingegangen. Anschließend wird die Vorgehensweise bei der Erstellung des Tools zur Bestimmung der optimalen Bestelllosgröße und dessen Implementierung beschrieben.

Die ersten Ergebnisse und die Zusammenfassung bilden den Abschluss dieser Arbeit.

7.1 Ausgangssituation

Das Siemens Werk (intern: Manufacutring Graz, abgek. MF-GRZ) am Standort Graz Eggenberg (intern: BG&P, abgek. Bogies & Pantographs) ist, wie bereits zu Beginn dieser Arbeit erläutert, Teil der Siemens Mobility Austria GmbH (nachfolgend Siemens) und das Weltkompetenz- und Fertigungszentrum für Drehgestelle des Siemenskonzerns.

Der Standort in Eggenberg ist mit 69.500m² Werksfläche, von denen 53.000m² mit Gebäuden bebaut ist, gehört im Grazer Stadtzentrum zu einer der größten Industriebetriebe der Stadt. Aufgrund dieser zentralen, innerstädtischen Lage ist eine Vergrößerung des Standortes kaum realisierbar, weshalb es umso bedeutender ist, die vorhandene Fläche bestmöglich auszunutzen. Rund 15% der Fläche sind aktuell für den Bereich Logistik, also für Lager- und Manipulationsfläche, vorgesehen. Durch die stetig wachsende Auftragslage ist es aktuell nur mehr eine Frage der Zeit, diese Fläche weiter zu reduzieren, um mehr Platz für die Fahrwerksproduktion zur Verfügung stellen zu können. Für diese Umsetzung ist es vorgesehen den auf Lager befindlichen Bestand so gering wie möglich anzusetzen. Der erste Schritt ist ein Augenmerk auf den Bestand der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe zu legen. In den vergangenen Jahren lag der RHB-Bestand im Durchschnitt bei über 10% des jährlichen Einkaufsvolumen. Dies bedeutet eine theoretische Bedarfsdeckung von 1,2 Monaten. Obwohl die Bestandswerte meist unter der von der Geschäftsführung angegebenen Zielwerte lagen, ist es ein Ziel der Logistikleitung diese Bestände weiter zu senken, um sich so nach dem kontinuierlichem Verbesserungsprozesses (KVP) ständig zu verbessern.

Ausgangsbasis bildet eine Bestandshöhe von 29,3 Mio. € im GJ 2014/15 bei einem Zielwert von 31,2 Mio. €, somit einen Unterplanwert von 6,1%.

Organisationsaufbau

Der Standort in Graz Eggenberg ist organisatorisch in sechs sogenannte Functions untergliedert, wobei das Werk MF-GRZ (für Manufacturing Graz) eine dieser sechs Functions darstellt, wie in Abbildung 24 ersichtlich.

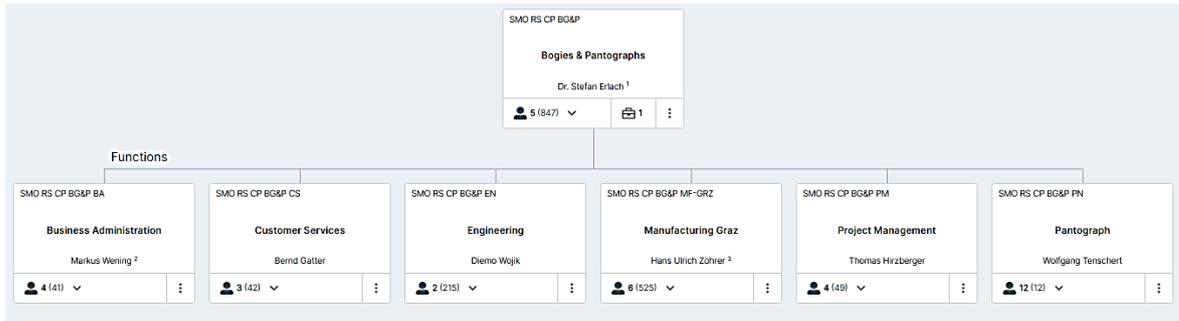


Abbildung 24: Organization Chart Siemens Graz Eggenberg²¹⁷

Innerhalb der Organisation MF-GRZ befindet sich die Werkslogistik, abgek. LOG. Sie unterteilt sich in die Abteilungen Material Handling (MH) und Material Logistics (ML), dargestellt in Abbildung 25.

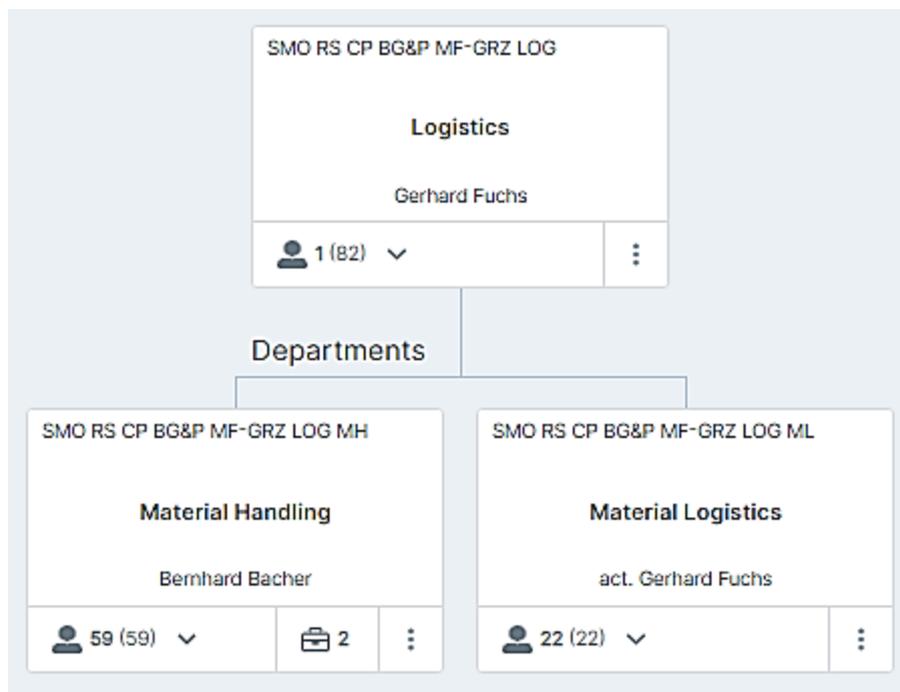


Abbildung 25: ORG Chart MF-GRZ LOG²¹⁸

Während MH für den internen Transport, die Lagerhaltung und den Versand zuständig ist, liegt bei ML die Verantwortung über die Disposition und den operativen Einkauf. Auf letzteren wird in dieser Arbeit besonders eingegangen, da dieser die Bestellabrufe bei Lieferanten tätigt und die Anliefertermine abstimmt. Eben deshalb, weil ML den Zeitpunkt der Anlieferung einsteuert, ist eine wichtige Kennzahl, an der die Abteilung gemessen

²¹⁷Quelle: Siemens AG, <https://soc.siemens.cloud/orgcharts/orgchart?organizationUniqueName=SMO%20RS%20CP%20BG%26P> (Zugriff: 03.01.2021)

²¹⁸Quelle: Siemens AG, <https://soc.siemens.cloud/orgcharts/orgchart?organizationUniqueName=SMO%20RS%20CP%20BG%26P%20MF-GRZ%20LOG> (Zugriff: 03.01.2021)

wird, die Höhe des Lagerbestandes von Zukaufteilen, da es in der Hand des operativen Einkaufs ist, wann RHB-Materialien von Zulieferanten im Werk eintreffen.

Bestellabrufe

Bestellabrufe, insbesondere für A- und B-Teile, also jene Teile von höherem Wert, ohne an dieser Stelle eine genaue Wertgrenze definiert zu haben, erfolgen bedarfsbezogen. Für C-Teile, bei BG&P meist Katalogteile wie Schrauben, Kabelklemmen etc., wurde ein C-Teile-Management eingeführt, worauf in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen wird und diese Teile in der nachfolgenden Betrachtung ausgenommen werden. Bei den restlichen Bauteilen darf somit nur bestellt werden, wofür es bereits einen fixen Bedarf im System gibt. Der Grund dafür ist, dass es sich meist um eigens für ein Projekt konstruierte Bauteile handelt und so übriggebliebener Bestand nach Projektende kostenintensiv verschrottet werden müsste. Der Bestellzeitpunkt wird durch das ERP System „SAP R3 – P22“ automatisch errechnet und eine Bestellanforderung (BS-ANF oder auch BANF) generiert. Diese BANF wird anschließend von der Disposition geprüft und für die weitere Verwendung, sprich zum Auslösen einer Bestellung freigegeben.

Der Zeitpunkt, wann eine BANF spätestens zu einer Bestellung führen soll, errechnet sich wie folgt:

$$BZ = x_0 - WEBZ - BVZ - PLZ - HS$$

Formel 7.1: Berechnung des Bestellzeitpunkts

BZ...	Bestellzeitpunkt
x_0 ...	Zeitpunkt des 0-Bestandes
PLZ...	Planlieferzeit (Wiederbeschaffungszeit) [Kalendertage]
WEBZ...	Wareneingangsbearbeitungszeit [Werktage]
BVZ...	Bedarfsvorlaufzeit [Werktage]
HS...	Horizontschlüssel [Werktage]

Um dies besser zu veranschaulichen, nachfolgend ein Beispiel:

Z.	Datum	Dispo...	Daten zum Dispoem.	A..	Zugang/Bedarf	Verfügbare ...	La...	Start-/Freigab...	Eröffnungstermin
01.07.2021	01.07.2021	SK-BED	A2V00002899230		16,00-	92,00	0065	22.06.2021	
02.07.2021	02.07.2021	SK-BED	A2V00002759016		2,00-	90,00	0065	23.06.2021	
06.07.2021	06.07.2021	BS-ANF	3027999781/00010 *		80,00	170,00	0032	22.02.2021	
07.07.2021	07.07.2021	SK-BED	A2V00002759016		2,00-	168,00	0065	28.06.2021	
07.07.2021	07.07.2021	SK-BED	A2V00002992240		16,00-	152,00	0065	28.06.2021	
19.07.2021	19.07.2021	SK-BED	A2V00002992240		16,00-	136,00	0065	08.07.2021	
20.07.2021	20.07.2021	SK-BED	A2V00002944555		16,00-	120,00	0065	09.07.2021	
20.07.2021	20.07.2021	SK-BED	A2V00002944555		16,00-	104,00	0065	09.07.2021	
20.07.2021	20.07.2021	SK-BED	A2V00002944555		16,00-	88,00	0065	09.07.2021	
20.07.2021	20.07.2021	SK-BED	A2V00002944555		16,00-	72,00	0065	09.07.2021	
20.07.2021	20.07.2021	SK-BED	A2V00002944555		16,00-	56,00	0065	09.07.2021	
23.07.2021	23.07.2021	SK-BED	A2V00002992240		16,00-	40,00	0065	14.07.2021	

Abbildung 26: Berechnung des Bestellzeitpunktes

Der Zeitpunkt, an dem es zu einem 0-Bestand (x_0) kommen würde, ist der 20.07.2021, in Abbildung 26 rot umrandet. Davon wird nun die Wareneingangsbearbeitungszeit, als auch die Bedarfsvorlaufzeit abgezogen. Diese Werte sind im Materialstamm unter dem Reiter „Disposition 2“ hinterlegt, wobei die WEBZ standardmäßig mit drei Tagen hinterlegt ist, siehe Abbildung 27, und die BVZ je nach Liefertreue des Lieferanten zwischen fünf und 20 Werktagen variieren kann. In diesem Beispiel beträgt die BVZ sieben Tage, ebenfalls in Abbildung 27 zu sehen.

Material A2V00002019962 anzeigen (Rohstoff)

Zusatzdaten OrgEbenen Fixierte Felder

Disposition 1 Disposition 2 Disposition 3 Disposition 4 Pr...

Material: A2V00002019962 Hohlbuchse
Werk: 0021 SMO RS Wrk 0021 AT GRZ EGGEN

Beschaffung

Beschaffungsart: F
Sonderbeschaffung:
Quotierungsverw.:
Retrogr. Entnahme:
Feinabrufkennzeichen:
 Schüttgut

Chargenerfassung:
Produktionslagerort:
Vorschlags-PVB:
FremdBesch Lagerort: 0032
BfGruppe: W021

Terminierung

WE-Bearbeitungszeit: 3 Tage
Horizontschlüssel: 002
Planlieferzeit: 120 Tage
Planungskalender:

Nettobedarfsrechnung

Sicherheitsbestand: 0,00
min Sicherheitsbest: 0,00
Bedarfsvorlaufkennz: 2
BedVor-PeriodProfil:

Lieferbereitsch.(%): 0,0
Reichweitenprofil:
Bedvorzeit/ Ist-RW: 7 Tage

Abbildung 27: SAP - Materialstammdaten

Das vom System errechnete Anlieferdatum ist somit der 06.07.2021, welches in Abbildung 26 grün umrandet ist. Das errechnete Bestelldatum wäre der 08.03.2021. Da auch der Lieferant 14 Tage ab Bestelleingang Zeit hat die Bestellung per Auftragsbestätigung zu akzeptieren, gibt es zusätzlich einen Horizontschlüssel, dieser ist in Abbildung 27 zu sehen. Dem Wert „002“ ist ein Eröffnungshorizont von 15 Kalendertagen hinterlegt, siehe Abbildung 28.

Horiz	ErHor	SichZeit	VorgZeit	FreiHz
000	000	000	000	000
001	010	000	000	005
002	015	002	005	008
003	015	000	000	003
004	015	000	000	015
005	010	001	001	005
006	010	002	003	005

Abbildung 28: Horizontschlüssel

Wird auch dieser Wert noch abgezogen, so ergibt sich ein Bestellzeitpunkt zum 22.02.2021, wie in Abbildung 26 gelb dargestellt.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass spätestens am 22.02.2021 bestellt werden muss, um den Liefertermin am 06.07.2021 zu halten, sodass das Material am 20.07.2021 zur Verwendung in der Produktion zur Verfügung steht.

Optimierungspotenzial „Stammdaten“

Das oben dargestellte Beispiel zeigt jedoch, dass die Zukaufteile 16 Kalendertage vor dem eigentlichen Bedarfstermin im Werk eintreffen und so einen RHB-Bestand darstellen. Hier wäre bereits ein erstes Potenzial erkennbar, um den Lagerbestand mit Hilfe von Stammdatenparameter effektiv zu senken: durch Reduktion der BVZ. Aufgrund der schwankenden Liefertreue mancher Lieferanten wurde bei Siemens Mobility Austria GmbH (nachfolgend Siemens) jedoch von dieser Möglichkeit abgesehen, da Stock-out-Situationen zu erheblichen Mehrkosten führen würden. Bei Lieferanten mit einer Liefertreue von >95% wurde die BVZ jedoch auf 5 Tage verkürzt.

Ein weiterer Parameter, der die Höhe der Bestände beeinflusst und ebenfalls in den Stammdaten des Materials hinterlegt ist, ist die Bestelllosgröße. Sie bestimmt die abzunehmende Materialmenge pro Bestellabruf und wird zwischen Mindestlosgröße und maximaler Losgröße im ERP-System unterschieden, siehe dazu Abbildung 29.

The screenshot shows the SAP configuration for material A2V00002019962. The 'Losgrößendaten' section is highlighted with red boxes, indicating the minimum and maximum lot sizes are both set to 80,00. Other visible data includes a base unit of 'ST', a purchase group of 'GGM', and a disposition group of 'RS01'.

Allgemeine Daten	
Basismengeneinheit	ST Stück
Einkäufergruppe	GGM
Werksspez. MatStatus	<input type="checkbox"/>
Dispositionsgruppe	RS01
ABC-Kennzeichen	
Gültig ab	

Dispoverfahren	
Dispmerkmal	PD Plangesteuerte Disposition
Meldebestand	0,00
Dispositionsrythmus	
Fixierungshorizont	0
Disponent	GGM

Losgrößendaten	
DisposgröÙe	B5 MonatslosgröÙe RS (auch bei KDE)
MindestlosgröÙe	80,00
Maximale LosgröÙe	80,00
Höchstbestand	0,00
BaugrpAusschuß (%)	0,00
Taktzeit	0
Rundungsprofil	
Rundungswert	0,00
MengeneinheitenGrp	

Dispositionsbereiche: Dispobereich vorhanden Dispositionsbereiche

Abbildung 29: Losgrößen im SAP

Üblicherweise ist die maximale Losgröße gleich die Mindestlosgröße, da eine fixe Bestellmenge pro Abruf definiert wurde, oder sie ist ein Vielfaches der Mindestlosgröße.

Zielkonflikt Bestelllosgröße

Dieser Wert wird bei Vertragsabschluss zwischen dem Lieferanten und dem Kunden, in diesem Fall der Siemens, vereinbart. Bei Siemens obliegt dieses Thema klassischerweise dem strategischen Einkauf, dessen Ziel es ist, möglichst günstige Stückpreise zu erzielen. Durch große Bestelllosgrößen, die meist an die Produktionslosgröße des Lieferanten gekoppelt sind, ist dieses Ziel einfacher zu erreichen als mit kleinen Bestelllosgrößen. Der Grund dafür liegt darin, dass die Produktion des Lieferanten länger an der Herstellung eines Produkts arbeiten kann und sich so die Rüstkosten verringern, was sich positiv auf den Stückpreis pro Bauteil auswirkt.²¹⁹ Der strategische Einkauf ist in weiterer Folge bedacht große Losgrößen zu vereinbaren, um das Ziel von niedrigen Stückpreisen zu erreichen. Der aktuelle Zielkonflikt innerhalb von Siemens besteht deshalb zwischen dem strategischen Einkauf und dessen Ziel niedrigere Stückpreise zu erhalten und den Vorgaben des operativen Einkaufs die RHB-Bestände auf einem niedrigen Niveau zu halten.

²¹⁹ Vgl. Weele, A. J. van; Eßig, M. (2017), S. 368

Auf Grundlage einer systematischer Literaturrecherche dieser Arbeit wurde festgestellt, dass dieser Zielkonflikt mit der Zuhilfenahme von mathematischen Methoden zur Bestimmung der optimalen Bestelllosgröße optimiert werden kann.

7.2 Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, ein Tool bzw. Programm zu erstellen, welches auf mathematischen Grundlagen basierend, eine optimale Bestelllosgröße für Zukaufteile ermittelt. Dadurch soll der Lagerbestand dieser Teile langfristig gesenkt und gleichzeitig der Zielkonflikt zwischen strategischem und operativem Einkauf optimiert werden. In weiterer Folge ist es denkbar durch weniger Lagerbestände ebenso weniger Werksfläche für Lagerplätze zu benötigen. Diese Fläche wäre anschließend für die Fahrwerksproduktion verfügbar.

Für zukünftige Angebotsanfragen bei Lieferanten soll das erstellte Tool verpflichtend eingesetzt und somit fester Bestandteil des Einkaufsprozesses werden.

7.3 Vorgehensweise

Zu Beginn des praktischen Teils wurde gemeinsam mit dem Leiter der Materiallogistik die Vorgehensweise zur Erstellung eines Tools besprochen. Diese wurde dann in sieben Phasen, basierend auf einem sequenziellen Phasenmodell, unterteilt.

Diese Phasen wurden wie folgt definiert:

1. Projektinitiierung
2. Bestandsanalyse
3. Datenerhebung
4. Softwareauswahl
5. Erstellung des Tools
6. Testphasen inkl. Möglicher Adaptionen
7. Go-Live

7.3.1 Projektinitiierung

In dieser Phase des Projektes, wobei es sich hierbei um die Erstellung des Tools handelt, wurden zunächst die Anforderungen, sowie dessen Umfang mit den Abteilungsleitern von MH, ML, als auch mit der Leitung des Einkaufs am Standort in mehreren Besprechungen abgesteckt.²²⁰ Folgende Anforderungen wurden dabei definiert:

- Geeignet für alle RHB-Teile, ausgenommen jene, die bereits über das C-Teile-Management abgehandelt werden
- Einfache Handhabung
- Pflege der Tooldaten muss ohne Programmierkenntnisse möglich sein
- Nicht manipulierbar von Dritten

²²⁰ Vgl. Hartel, D. H. (2019), S. 51

- Mathematische Grundlage muss so einfach wie möglich sein, um spätere Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten
- Zugang zum Tool muss für strategischen, als auch operativen Einkauf gegeben sein

Als mathematische Grundlage soll auf Basis der vorangegangenen Literaturrecherche die klassische Losgrößenformel nach Andler-Haris zum Einsatz kommen, da diese leicht verständlich ist und die benötigten, variablen Inputparameter zur Errechnung der Losgröße schnell und einfach zu ermitteln sind. Außerdem war diese bereits den entscheidenden Abteilungsleitern bekannt. Andere durch die Literaturrecherche vorgestellte Rechenverfahren wurden somit nicht weiterverfolgt.

7.3.2 Bestandsanalyse der Ausgangssituation

Zu Beginn der Bestandsanalyse wurden mittels der SAP-Transaktion „MCBE – Materialanalyse“ aktuelle Bestände inkl. deren Umschlaghäufigkeiten ausgewertet. Diese Auswertung fokussierte sich ausschließlich auf RHB-Bestände. Im Geschäftsjahr 2016 belief sich der durchschnittliche Lagerbestand von Zukaufteilen auf rund € 24,45 Mio. bei einer Umschlagshäufigkeit von 4,8 und einem Jahresumsatz von € 283 Mio. Bei der Sortierung nach absteigendem mittlerem Wert der Materialien konnte festgestellt werden, dass rund 21% des RHB-Bestands von zehn Materialnummern verursacht wurden, wie in Abbildung 30 dargestellt.

Material	WertMiBestand	MiBestand BB
Summe	24.445.997,02 EUR	1.954.807,952 ***
A2V00002155191	843.527,64 EUR	54,00 ST
A2V00001777639	832.391,13 EUR	21,769 ST
A2V00002152449	800.621,32 EUR	77,231 ST
A2V00002118092	506.331,71 EUR	18,385 ST
A2V00001785326	423.081,85 EUR	13,231 ST
A2V00002255554	385.007,59 EUR	24,154 ST
A2V00001946519	351.143,75 EUR	219,769 ST
A2V00002263551	349.640,41 EUR	24,462 ST
A2V00002344046	325.600,00 EUR	22,769 ST
A2V00002036848	309.806,57 EUR	243,538 ST

Abbildung 30: Durchschnittlicher RHB-Bestand GJ2016

Bei der Durchsicht, der am meisten werthaltigen Materialien fiel auf, dass lediglich drei dieser zehn Materialnummern von externen Zulieferern angeliefert werden. Die restlichen sieben Materialnummern stammen von Siemens internen Lieferanten (Siemens Nürnberg und Siemens Penig), da es sich hierbei um Motoren und Getriebe handelt.

Der nächste Schritt bei der Erfassung der Ist-Bestandsdaten war eine Durchführung einer ABC-Analyse, die ebenso mittels SAP erfolgen konnte. Als Wertgrenzen wurden von der Logistikleitung für das A-Segment 70%, für das B-Segment 20% und das C-Segment 10% definiert. Diese Auswertung ergab, dass lediglich 249 der 43.023

ausgewerteten Materialnummern dem A-Segment angehörten, 829 auf das B-Segment fielen und sich 41.945 – das entspricht 97,39% der Anzahl von Materialnummern – im C-Segment befanden, zu sehen in Abbildung 31.

Segmentübersicht - Material

Segmente	Material		WertMiBestand in Segment	
A-Segment	249	0,58 %	17.115.411,44 EUR	70,01 %
B-Segment	829	1,93 %	4.888.063,26 EUR	20,00 %
C-Segment	41.945	97,49 %	2.442.522,19 EUR	9,99 %
Summe	43023	100,00 %	24.445.996,89 EUR	100,00 %

Abbildung 31: ABC-Analyse nach Wert

Ein Plausibilitätscheck der Materialnummern ergab, dass 32.396 im C-Segment im GJ2016 keinen monetären Wert und keinen Bestand besaßen. Dies ist dadurch begründbar, dass einmal angelegte Materialnummern im System verbleiben, auch wenn aktuell kein Bedarf für diese vorliegt. Wenn zusätzlich innerhalb eines Jahres keine Warenbewegung dieser Materialien stattfindet, so wird auch der Wert automatisch auf null zurückgesetzt. Folglich sind diese als inaktiv zu sehen. Eine korrigierte ABC-Analyse ergab die Werte, die in Tabelle 3 ersichtlich sind.

Tabelle 3: ABC-Analyse berichtigt

Segmente	Anzahl MatNr.	Anteil der MatNr.	Wert Ø-Bestand	Wertgrenzen
A-Segment	249	2,94%	17.115.411,44 EUR	70,01%
B-Segment	829	9,79%	4.888.063,26 EUR	20,00%
C-Segment	7.393	87,27%	2.442.522,19 EUR	9,99%
SUMME	8.471	100,00%	24.445.996,89EUR	100,00%

Somit konnte festgestellt werden, dass nur rund 3% der RHB-Teile für 70% des RHB-Lagerbestands verantwortlich sind. Da bei projektbezogener Produktion meist unterschiedliche Materialnummern pro Projekt zum Einsatz kommen, es sich jedoch um sehr ähnliche Bauteile bzw. Bauteilgruppen handelt, wurde die Bestandsauswertung materialgruppenbezogen (nach Disponenten) durchgeführt, wie Abbildung 32 zeigt.

Anzahl Disponent: 139 WertMiBestand MiBestand BB

Disponent	WertMiBestand	MiBestand BB
Summe	24.445.997,02 EUR	1.954.807,952 ***
GR4	5.424.815,04 EUR	390,00 ST
GBR	2.851.452,63 EUR	8.107,385 ST
GRS	1.989.526,58 EUR	2.908,154 ST
GGU	1.656.838,03 EUR	3.646,538 ***
GR2	1.252.541,98 EUR	1.665,00 ST
GR1	1.189.519,45 EUR	4.586,077 ST
GGM	837.673,47 EUR	8.791,615 ST
GEK	793.494,58 EUR	196.117,270 ***
GRO	717.915,11 EUR	63.993,519 ***
GSL	712.153,61 EUR	30.347,538 ***

Abbildung 32: Auswertung Bestand nach Disponenten

Diese ergab, dass sich unter den ersten zehn Disponentengruppen, ausgenommen der Motor- und Getriebegruppe, fünf Materialfelder erkennen lassen:

- Radsatzbezogene Teile (Radsatzwellen, Bremsen...),
- Stahlbauteile (Blechzuschnitte, Frästeile...),
- Montageteile (Gummi-Metall-Teile, Luftfedern, Dämpfer...),
- Guss- und Schmiedeteile, als auch
- Normteile (C-Teile nach Zeichnung, Elektrokomponenten...).

Eine folgende ABC-Analyse der Materialgruppen ergab, dass auch die ersten zehn Disponentengruppen in das A-Segment der Auswertung fallen, siehe Abbildung 33.

Segmente	Disponent		WertMiBestand in Segment	
A-Segment	10	7,19 %	17.425.930,48 EUR	71,28 %
B-Segment	11	7,91 %	4.826.834,88 EUR	19,74 %
C-Segment	118	84,89 %	2.193.231,64 EUR	8,97 %
Summe	139	100,00 %	24.445.997,00 EUR	100,00 %

Abbildung 33: ABC-Analyse nach Wert der Disponentengruppen

Auf Basis dieser Analyse wurde festgelegt, dass bei der Erstellung des Tools auf diese zehn Gruppen, eingeteilt auf fünf Materialgruppen, unterschieden werden muss.

7.3.3 Erfassung der notwendigen Parameter

Um die klassische Andler-Losgrößenformel einsetzen zu können, ist es hilfreich zwischen fixen und variablen Parametern zu unterscheiden. Bei der Betrachtung der

Formel $Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot C \cdot x}{K_f \cdot (i_k + i_{ph})}}$ ist zu erkennen, dass „c“ (bestellfixe Kosten), „i_k“ (Kapitalbindungssatz) und „i_{ph}“ (Lagerkostensatz) als fixe und „x“ (Gesamtbedarf) und „K_f“ (Bezugskosten pro Stück) als variable Parameter betrachtet werden können.

Die Erhebung der bestellfixen Kosten begann mit der Aufteilung jener in Kosten des operativen Einkaufs für das Auslösen und Bearbeiten einer Bestellung, bis das Material im Werk angeliefert wird und in Kosten des Material Handlings für das Einbuchen des Materials im Wareneingang, die Wareneingangskontrolle und für das Einlagern des Materials im Lager.

Erhebung der Kosten des operativen Einkaufs

Eine Bestellung ist immer auf einen Lieferanten bezogen und besteht aus mindestens einer, aber üblicherweise mehreren Bestellpositionen. Jede Position stellt eine eigene Materialnummer zu einem bestimmten Liefertermin dar. Es ist möglich, dass eine Materialnummer innerhalb einer Bestellung mehrfach vorkommt, sollte das Material an verschiedenen Tagen angeliefert wird.

Für die klassische Losgrößenformel werden die Bestellkosten pro Material benötigt, da sie ein Teil der bestellfixen Kosten sind. Um diese zu ermitteln, ist es notwendig, die Kosten je Bestellposition zu kennen. Begonnen wurde mit dem Messen der Dauer für das Anlegen einer Bestellung inklusive der Übermittlung an den Lieferanten. Die Messung erfolgte mittels eines klassischen Zeitmessers mit zwanzig Zeitmessungen je operativem Einkäufer. Zu diesem Zeitpunkt waren zwölf Personen als operative Einkäufer tätig.

In der Tabelle 4 ist die Aufteilung der Einkäufer zu den jeweiligen Materialgruppen ersichtlich.

Tabelle 4: Aufteilung der operativen Einkäufer

<i>Einkäufer</i>	<i>Radsatz</i>	<i>Stahlbau</i>	<i>Montageteile</i>	<i>Guss- & Schmiedeteile</i>	<i>Normteile</i>
<i>Einkäufer 1</i>		✓			
<i>Einkäufer 2</i>		✓			
<i>Einkäufer 3</i>		✓		✓	
<i>Einkäufer 4</i>			✓		
<i>Einkäufer 5</i>			✓		✓
<i>Einkäufer 6</i>					✓
<i>Einkäufer 7</i>	✓				
<i>Einkäufer 8</i>	✓				
<i>Einkäufer 9</i>	✓		✓		
<i>Einkäufer 10</i>				✓	
<i>Einkäufer 11</i>			✓		
<i>Einkäufer 12</i>				✓	

Je nach Bestellbedarf fanden zwischen ein und vier Messungen pro Einkäufer pro Tag über einem Zeitraum von 6 Wochen statt. Die Messung startete mit dem Erheben der zu bestellenden BANFen. Dabei fiel auf, dass es keine einheitliche Herangehensweise für

das Auswerten der BANFen innerhalb der Abteilung gab. SAP stellt für diese Tätigkeit verschiedene Transaktionen zur Verfügung, die eine Auswertung ermöglichen. Dies spiegelt sich auch in den genommenen Zeiten wider. Während bei Stahlbauteilen mit Massentransaktionen gearbeitet wurde, die es ermöglichen viele Materialien und deren hinterlegte BANFen gleichzeitig zu bearbeiten, wurde bei Montageteilen auf Transaktionen gesetzt, die eine einzelne Bearbeitung von BANFen ermöglicht. Es stellte sich heraus, dass die Ursache für dieses Vorgehen darin lag, dass bei Stahlbauteilen wenige Lieferanten viele unterschiedliche Materialnummern liefern. Folglich bestehen Bestellungen bei Stahlbaulieferanten aus meist mehreren Positionen. Dies erfordert eine gleichzeitige Bearbeitung von möglichst vielen Bestellanforderungen. Bei Montageteilen hingegen bestehen Bestellungen im Durchschnitt aus nur zwei Positionen, daraus schließt sich, dass eine einzelne Bearbeitung der Bestellanforderungen sinnvoller erscheint. Nach dem Zuordnen der BANFen zu den Lieferanten kann mit der Umsetzung der Bestellung begonnen werden. Dafür muss im Kopftext jeder Bestellung Bezug auf die jeweils mit dem Lieferanten gültigen Einkaufsgeschäftsbedingungen genommen werden. Durch bereits vorgefertigte Textbausteine ist dieser Arbeitsschritt bei allen Bestellungen standardisiert. Um vor allem bei Bestellungen mit mehreren Positionen auf eine ökonomische Anlieferung zu achten, werden vom System vorgeschlagene Liefertermine kontrolliert und ggf. auf ein bis zwei Anliefertage pro Woche zusammengelegt. Da dies das System nicht automatisch erkennt, muss hier manuell eingegriffen werden. Je nach Größe der Bestellung, in diesem Fall auf Bezug auf die Anzahl der Bestellpositionen, bedarf es an mehr oder weniger Zeitaufwand. Schlussendlich kann die Bestellung an den Lieferanten übermittelt werden. Dies erfolgt je nach Lieferanten individuell entweder per PDF als Mail, automatisiert an eine im SAP hinterlegte Mail-Adresse oder per EDI-Anbindung, wobei hier das ERP-System des Lieferanten an das Siemens SAP-System angebunden ist. Letzteres bringt den Vorteil mit sich, dass die Auftragsbestätigungen (ABs) direkt vom Lieferanten im SAP eingetragen werden können. Ansonsten müssen diese manuell mit den Bestellungen abgeglichen und im System eingetragen werden. Dies stellt den Abschluss der Bestellungen und somit der Zeitnahme dar.

Nach dem Messen wurden als nächstes materialfeldbezogen die durchschnittlichen Positionen pro Bestellung ausgewertet. Dafür wurde mittels SAP die Anzahl aller ausgelösten Bestellungen und den dazugehörigen Positionen je Materialfeld ausgewertet und ins Verhältnis gesetzt. Dadurch konnte die Zeit, die pro Bestellposition benötigt wird, errechnet werden. Dies ergab folgende Werte, siehe Tabelle 5.

Tabelle 5: Zeit pro Position nach Materialfeld

<i>Materialfeld</i>	<i>Radsatz</i>	<i>Stahlbau</i>	<i>Montageteile</i>	<i>Guss- & Schmiedeteile</i>	<i>Normteile</i>
<i>Zeit pro Bestellung [h]</i>	0,5833	0,3036	0,3128	0,3036	0,5833
<i>Anzahl aller Bestellungen</i>	354	761	1.237	227	1.412
<i>Anzahl der Positionen</i>	3.735	11.846	2.494	824	3.320
<i>Positionen pro Bestellung</i>	10,55	15,57	2,02	3,63	2,35
<i>Zeit pro Position [h]</i>	0,055	0,019	0,155	0,084	0,248

Durch einfache Multiplikation mit dem Stundensatz aus dem GJ2016 von €69,00 pro Stunde sind die Kosten des operativen Einkaufs ermittelbar. Da die Wiederbeschaffungszeiten der Materialien je nach Bauteil und Lieferant zwischen 20 und 360 Tagen liegt, ist es möglich, dass es zu Bestelländerungen kommt. Diese können durch den Lieferanten, als auch von Siemens selbst gewünscht werden. Beispiele für Bestelländerungen sind:

- anpassen des Liefertermins,
- aufteilen einer Bestellposition in zwei oder mehrere Lose (Teillieferungen),
- verringern oder erhöhen von Bestellmengen.

Eine Auswertung der getätigten Änderungen war mittels SAP nicht möglich, weshalb eine Abschätzung auf Basis von Erfahrungswerten durch die operativen Einkäufer im Zuge von Einzelgesprächen erfolgte. Diese ergaben eine durchschnittliche Bestelländerungsrate von 10%, siehe Tabelle 6.

Tabelle 6: Änderungsraten der operativen Einkäufer [%]

<i>Einkäufer</i>	<i>Radsatz</i>	<i>Stahlbau</i>	<i>Montageteile</i>	<i>Guss- & Schmiedeteile</i>	<i>Normteile</i>
<i>Einkäufer 1</i>		10			
<i>Einkäufer 2</i>		5			
<i>Einkäufer 3</i>		10		15	
<i>Einkäufer 4</i>			10		
<i>Einkäufer 5</i>			10		5
<i>Einkäufer 6</i>					5
<i>Einkäufer 7</i>	15				
<i>Einkäufer 8</i>	10				
<i>Einkäufer 9</i>	10		15		
<i>Einkäufer 10</i>				10	
<i>Einkäufer 11</i>			10		
<i>Einkäufer 12</i>				10	

Dieser Wert wurde zusätzlich zu den bereits gemessenen Zeiten addiert und daraus resultierten die in Tabelle 7 angegebenen Kosten.

Tabelle 7: Kosten des operativen Einkaufs

<i>Materialfeld</i>	<i>Radsatz</i>	<i>Stahlbau</i>	<i>Montageteile</i>	<i>Guss- & Schmiedeteile</i>	<i>Normteile</i>
<i>Kosten pro Bestellposition [€]</i>	3,81	1,35	10,68	5,77	17,11
<i>Kosten inkl. 10%-iger Änderungsrate [€]</i>	4,20	1,48	11,75	6,35	18,82

Als zweiten Teil der bestellfixen Kosten galt es die Kosten des Material Handlings zu erheben.

Erhebung der Kosten des Material Handlings

Die Ermittlung der Kosten des Material Handlings erfolgte gemeinsam mit dem Leiter der Abteilung des Material Handlings. Es lagen bereits detaillierte Zeitbausteine, die durch ein Vorprojekt des Material Handlings aufgenommen worden sind, für die Tätigkeiten des Wareneingangs vor, diese sind beispielsweise das Entgegennehmen der Ware, das Einlesen des Lieferscheins bis hin zum Einlagern der Ware zum jeweiligen Lagerort. Aufgrund der unterschiedlichen Bauteilgröße bei gleichem Materialfeld – man denke an kleine Gussteile, die per Handhubwagen manipuliert werden können, bis hin zu großen Gussteilen, wie Drehzapfen, deren Manipulation nur mittels Stapler möglich ist – wurden hier Durchschnittswerte genommen und einzelne Zeitbausteine addiert. Die benötigte Gesamtzeit des Material Handlings wurde in drei Blöcke geteilt:

1. Wareneingangstätigkeiten für das Entgegennehmen der Ware und die bürokratischen Aktivitäten,
2. Wareneingangskontrolle für das Überprüfen der Bauteile und der Lieferung auf Richtigkeit und
3. Ware einlagern für die physische Manipulation von der Wareneingangskontrolle bis zum Lagerplatz.

In Tabelle 8 sind die einzelnen Zeitblöcke des Material Handlings zu finden.

Tabelle 8: Zeitbausteine des Material Handlings²²¹

<i>Materialfeld</i>	<i>Radsatz</i>	<i>Stahlbau</i>	<i>Montageteile</i>	<i>Guss- & Schmiedeteile</i>	<i>Normteile</i>
<i>Wareneingang [min]</i>	9,97	8,27	8,27	9,97	6,45
<i>Wareneingangskontrolle [min]</i>	11,80	10,20	14,27	13,70	9,50
<i>Ware einlagern [min]</i>	6,20	6,20	6,20	6,20	5,18
<i>Summe [min]</i>	27,97	24,67	28,74	29,87	21,13

²²¹ Vgl. Bacher, B. (2016)

Für die Aufwände des Material Handling wurde ein Stundensatz von €59,40 je Stunde herangezogen. Folglich ließen sich die Werte für die Aufwände je Materialfeld kalkulieren:

- Radsatz: € 27,69
- Stahlbau: € 24,42
- Montageteile: € 28,45
- Guss- & Schmiedeteile: € 29,57
- Normteile: € 20,92

Zusammenfassend konnten somit die bestellfixen Kosten pro Bestellposition und somit je Materialnummer, wie in Tabelle 9 ersichtlich, ermittelt werden:

Tabelle 9: bestellfixe Kosten

<i>Materialfeld</i>	<i>Radsatz</i>	<i>Stahlbau</i>	<i>Montageteile</i>	<i>Guss- & Schmiedeteile</i>	<i>Normteile</i>
<i>Kosten op. Einkauf [€]</i>	4,20	1,48	11,75	6,35	18,82
<i>Kosten MH [€]</i>	27,69	24,42	28,45	29,57	20,92
<i>Kosten gesamt [€]</i>	31,89	25,90	40,20	35,92	39,74

Kapitalbindungs- und Lagerkostensatz:

Abschließend mussten für „ i_k “ und „ i_{ph} “ Daten erhoben werden. Für diese Parameter wurden seitens Controllings folgende Werte angegeben:

1. der Kapitalbindungssatz, welcher mit 7,5% p.a. vorgegeben wurde und
2. die Lagerkosten pro Palettenstellplatz, welche mit € 168,36 p.a. kalkuliert wurden.

Da für den Lagerkostensatz weder Prozent-, noch Dezimalwerte, sondern nur die Lagerkosten an sich angegeben werden konnten, musste die Losgrößenformel noch adaptiert werden, dazu genaueres in Kapitel 7.4.

Für die hier ermittelten Parameter musste eine Möglichkeit gefunden werden, diese in ein Tool fest zu integrieren und mit dem es auch möglich ist variable Parameter, in diesem Fall den Gesamtbedarf „ x “ und die Bezugskosten pro Mengeneinheit „ K_f “, manuell einzugeben.

7.3.4 Softwareauswahl für das Bestelllosgrößen-Tool

Ausgehend von den Anforderungen aus der Projektinitiierung, vor allem durch die weiterführende Wartung des Tools ohne besondere Programmierkenntnisse, wurde entschieden, das Tool mit Hilfe von Microsoft Excel zu erstellen. Der Grund hierfür lag darin, dass im Stellenprofil des strategischen, als auch des operativen Einkaufs Microsoft Office Kenntnisse gefordert werden, was eine künftige Toolpflege jedem Mitarbeiter ohne Programmierkenntnis ermöglicht. Des Weiteren eignet sich Microsoft Excel durch die Sperrfunktion einzelner Zellen, um eine Manipulation von Dritten vorzubeugen. Um

sicherzustellen, dass jedem Mitarbeiter dieselbe und aktuelle Version des Tools zur Verfügung steht, soll im Laufe der Implementierung eigens auf einem Netzlaufwerk ein Ordner dafür angelegt und die Zugriffsberechtigungen zentral durch die siemensinterne IT dafür erteilt werden.

7.4 Erstellung des Tools zur Bestelllosgrößenberechnung

Begonnen wurde mit einer Excel-Tabelle in der zunächst zwei Felder, für den Jahresbedarf und die Bezugskosten pro Mengeneinheit, ein Dropdown-Menü für die Auswahl des Materialfelds und ein Ergebnisfeld vorgesehen waren. Die fixen Parameter wurden simultan in einem zweiten Registerblatt hinterlegt mit dem Gedanken diese zukünftig für den täglichen Gebrauch nicht sichtbar zu hinterlegen und mittels Blattschutz zu unveränderbaren Parametern zu fixieren. Bei der Auswahl des Lagerkostensatzes wurde bereits festgestellt, dass dieser nicht mittels Prozent- bzw. Dezimalwertes ausgedrückt werden kann, sondern anhand der Lagerkosten pro Stück mit Hilfe der Kosten je Lagerstellplatz. Diese Anforderung führte an dieser Stelle zu einer Anpassung der klassischen Andler-Formel, gegenüber zu dem wie sie in der Literatur zu finden ist, wie folgt:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * c * x}{K_f * i_k + l_x}}$$

wobei „ l_x “ hier die Lagerkosten pro Stück darstellen. Durch die Kosten pro Palettenstellplatz konnte man nun die Lagerkosten pro Stück berechnen. Dies erforderte einen zusätzlichen variablen Parameter „Stück/Palettenstellplatz,“ um so die Lagerkosten pro Stück zu eruieren.

7.4.1 Pilotversuch und Testphasen

Die Eingabemaske für den Erstversuch ist in Abbildung 34 ersichtlich.

optimale Bestelllosgröße			
Materialgruppe	Guss- und Schmiedeteile		
			MatGrNr: 1
bestellfixe Kosten:	€ 201,98	kalk. Zinssatz p.a. [%]	7,50
Jahresbedarf:	1144	Stück/Palette	2
Preis pro Stück:	€ 1.299,00	Lagerkosten/Palette p.a.	€ 138,00
Lagerkosten pro Stück:	€ 69,00		
Zinskosten pro Stück:	€ 97,43		
optimale Bestelllosgröße:	53	optimale Bestellhäufigkeit:	22
Lagerkostensatz pro Stk. [%]	5,31		
		grau-markierte Felder sind gesperrt	
		blau-markierte Felder sind zu befüllen	

Abbildung 34: Eingabemaske in der ersten Testphase

Es gab hierbei drei Felder, die zu befüllen waren:

1. der Jahresbedarf, der aus dem SAP-System mittels Addition der Monatsbedarfe entnommen werden konnte,
2. der Preis pro Stück, der vom Lieferanten angeboten wurde und

3. die Stückzahl der Bauteile, die auf einer Palette gelagert werden können.

In der ersten Testphase, dem Pilotversuch, kam das Tool lediglich für Guss- und Schmiedeteile zum Einsatz, da die Anzahl der Teile pro Projekt gering waren und es dadurch einfach war, das Tool in einem kleinen Rahmen zu testen. Dazu wurden die drei operativen Einkäufer der Guss- und Schmiedeteile, sowie der strategische Einkäufer dieses Materialfeldes mit dem Programm im Zuge einer halbstündigen Einschulung betraut.

Die ersten zu berechnenden Teile waren Radsatzlagergehäuse für das Projekt Rhein-Ruhr Express. Hierfür wurde ein Jahresbedarf von 64 Stück ermittelt, pro Palettenstellplatz können vier Stück gelagert werden und der Preis beim Lieferanten „Kovis Proizvidna Druzba d.o.o.“ wurde mit € 495,00 vertraglich vereinbart.

Auf dieser Basis wurde das Losgrößentool befüllt, siehe dazu Abbildung 35, und eine optimale Bestelllosgröße von acht Stück ermittelt, welche in weiterer Folge auch festgelegt wurde.

optimale Bestelllosgröße			
Materialgruppe		Guss- und Schmiedeteile	
			MatGrNr: 1
bestellfixe Kosten:	€ 35,92	kalk. Zinssatz p.a. [%]	7,50
Jahresbedarf:	64	Stück/Palette	4
Preis pro Stück:	€ 495,00	Lagerkosten/Palette p.a.	€ 168,36
Lagerkosten pro Stück:	€ 42,09		
Zinskosten pro Stück:	€ 37,13		
optimale Bestelllosgröße:	8	optimale Bestellhäufigkeit:	8
Lagerkostensatz pro Stk. [%]	8,50		
grau-markierte Felder sind gesperrt blau-markierte Felder sind zu befüllen			

Abbildung 35: Pilotversuch bei Vergabeentscheidung

Wie in Abbildung 35 ersichtlich wurden teilweise die fixen Parameter, als auch die Zwischenergebnisse, wie beispielsweise die Zins- und Lagerkosten pro Stück, in der Eingabemaske angezeigt, um nicht plausible Ergebnisse durch mögliche Fehler einfacher verstehen zu können. Informativ wurde die optimale Bestellhäufigkeit mittels „Jahresbedarf“ dividiert durch „optimale Bestelllosgröße“ ohne Rest, errechnet.

Während der Testphase durch den strategischen Einkauf, der dieses Tool bei der Anfrage an den Lieferanten testete, ergaben sich folgende Fragen:

- Wie ist mit dem Tool umzugehen, wenn als Incoterms nicht „DAP“ (**D**elivered **A**t **P**lace), sondern „FCA“ (**F**ree **C**arrier) vereinbart wird?
- Wie werden Zeugnis-kosten pro Lieferlos berücksichtigt?
- Wie ist mit Jahresbedarfen umzugehen, wenn sich die Bedarfe über mehrere Jahre erstrecken?

Bei FCA-Lieferungen müssen die Transportkosten pro Lieferlos als Zusatzkosten berücksichtigt werden. Gleiches gilt bei weiteren Kosten je Lieferlos, wie beispielsweise Zeugnis-kosten, die von manchen Lieferanten extra in Rechnung gestellt werden. Somit wurde ein Zusatzfeld „Zusatzkosten/Lieferlos“ als Eingabefeld hinzugefügt. Für die dritte Frage wurde vereinbart, dass die Gesamtmengen durch die Anzahl der

bedarfsauslösenden Monate gerechnet und anschließend mal zwölf Monate multipliziert werden.

Diese Rückmeldungen wurden in der zweiten Testphase berücksichtigt und führte zu folgender Eingabemaske, siehe Abbildung 36.

optimale Bestelllosgröße	
Materialgruppe	Guss- und Schmiedeteile ▼
„Als Preisbasis gelten die Incoterms „DAP“.“	
Sollte es sich um einen „FCA“ Lieferanten handeln, sind die Transportkosten je Lieferung als Zusatzkosten einzutragen.	
Jahresbedarf:	963
Preis pro Stück:	€ 1.272,00
Stück/Palettenstellplatz	2
Zusatzkosten pro Lieferlos	€ 0,00
grau-markierte Felder sind gesperrt	
grün-markierte Felder sind Ergebnisfelder	
optimale Bestelllosgröße:	20

Abbildung 36: Eingabemaske der zweiten Testphase

Es ist ersichtlich, dass nun vier Felder zu befüllen sind. Die Zusatzkosten pro Lieferlos haben erheblichen Einfluss auf die bestellfixen Kosten, was in Folge die optimale Bestelllosgröße erhöht.

Die zur Berechnung notwendigen Festwerte, als auch Zwischenergebnisse, wurden einstweilen in der zweiten Registerkarte hinterlegt, wie in Abbildung 37 ersichtlich.

Materialgruppen	Kosten	Kosten op. Einkauf inkl. 10% Änderungsrate	Kosten MH	Summe Wareneingang	Wareneingang	Eingangskontrolle	Ware einlagern	Zeit pro Bestellposition
Guss- und Schmiedeteile	35,92	6,35	29,57	29,97	9,97	13,70	6,20	0,0836
Normteile	39,74	19,92	20,92	21,13	6,45	9,69	5,18	0,2485
Montageteile	40,20	11,75	28,45	28,74	8,27	14,27	6,20	0,1548
Stahlbau	25,90	1,48	24,42	24,67	8,27	10,20	6,20	0,0195
Radsatz	31,89	4,20	27,69	27,97	9,97	11,80	6,20	0,0553
bestellfixe Kosten:	€ 35,92	Materialgruppe für Dropdownmenü liegt auf "B100 und C100"						
Lagerkosten pro Stück:	€ 64,18							
Kapitalbindungskosten pro Stück:	€ 95,40							
kalk. Zinssatz p.a. 1%	7,59							
Lagerkosten/Palette p.a.	€ 168,36							
Stundensatz op. Einkauf	€ 69,00							
Stundensatz MH	€ 59,40							

Abbildung 37: Hinterlegung der festen Parameter

Es wurde darauf geachtet, dass jährlich veränderbare Parameter, wie kalkulatorischer Zinssatz, jährliche Lagerkosten pro Palettenstellplatz, als auch die Stundensätze, separat aufgelistet sind, um die Wartung dieses Tools so einfach wie möglich zu gestalten. In dieser Testphase für die Dauer von zwei Monaten wurden nun auch Stahlbauteile, also für Blechzuschnitte, mittels dem Losgrößentool angefragt. Hierbei fiel auf, dass das Tool für eine größere Anzahl an Materialnummern – vor allem bei Stahlbauteilen werden üblicherweise über zwanzig Materialnummern pro Projekt angefragt – nicht praktikabel ist, da für jede angefragte Materialnummer eine eigene Datei notwendig werden würde. Eine Lösung konnte mittels einer tabellarischen Form des Tools gefunden werden, die es ermöglichte eine Vielzahl von Bauteilen in einer Datei abzubilden. Ein weiterer Vorschlag war es ein Kommentarfeld zu integrieren. Dies sollte ermöglichen, Notizen zu getroffenen Entscheidungen festzuhalten, wenn man diese bewusst gegen das Ergebnis der Berechnung treffen musste. Dies konnte beispielsweise der Fall sein, wenn ein Lieferant die errechnete Losgröße nicht akzeptierte, da sie nicht mit dessen Produktionslosgröße vereinbar war. Daraufhin

Ablauf Losgrößendefinition

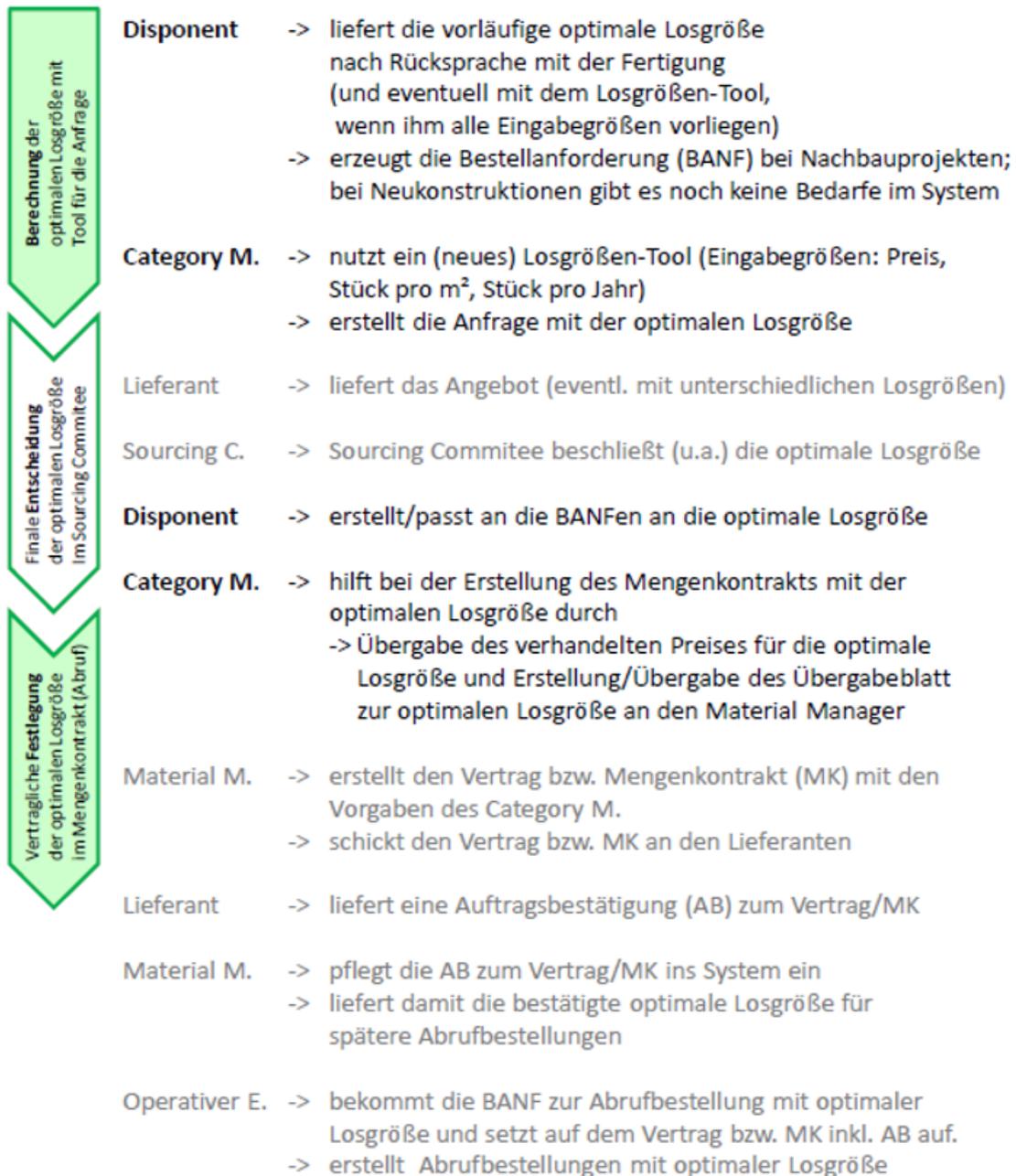


Abbildung 40: Siemens Sourcingprozess mithilfe des Losgrößentools am Standort Graz

Der neue Prozess sieht vor, dass die Losgröße zu Beginn des Projekts vom Disponenten gemeinsam mit der Fertigung auf Basis der Produktionsplanung abgestimmt wird. Der Disponent hinterlegt diese vorläufig im System und erstellt die zugehörigen Bestellanforderungen. Anschließend berechnet der strategische Einkäufer (Category Manager) unter Verwendung des Losgrößentools die optimale Bestelllosgröße. Im Optimalfall ist diese ein gemeinsamer Teiler oder gemeinsames Vielfaches von der Fertigung vorgeschlagenen Losgröße. Sollte dies nicht zutreffen, wird die errechnete Losgröße für die Anfrage priorisiert. Die Anfrage an die Lieferanten erfolgt danach mit der Bitte um alternative Bestelllosgrößen. Üblicherweise wird ein Angebot innerhalb von

drei Wochen übermittelt. Auf Basis der unterschiedlichen Angebote der verschiedenen Lieferanten, entscheidet das Sourcingkomitee über das zu wählende Angebot. Dieses Komitee besteht aus

- dem strategischen Einkäufer,
- dem technischen Konstruktionsverantwortlichen,
- dem Projekteinkäufer,
- dem Supplier Quality Engineer,
- dem Projektleiter und
- dem Disponenten.

Nach dieser Entscheidung wird die Losgröße fest im SAP auf Basis des gewählten Angebotes eingestellt und künftig die Bestellungen ausgelöst.

7.4.3 Go-Live

Damit das Tool für alle künftigen Nutzern zur Verfügung steht und gewährleistet ist, dass auf die aktuell gültigen Daten zugegriffen wird, wurde auf einem Netzlaufwerk des Standorts Graz Eggenberg ein Ordner erstellt, der jedem Nutzer am Standort mit Leserechten zur Verfügung steht. Dies gewährleistet, dass keine der Dateien gelöscht oder verändert werden kann. Die Ordnerstruktur ist in Abbildung 41 ersichtlich.

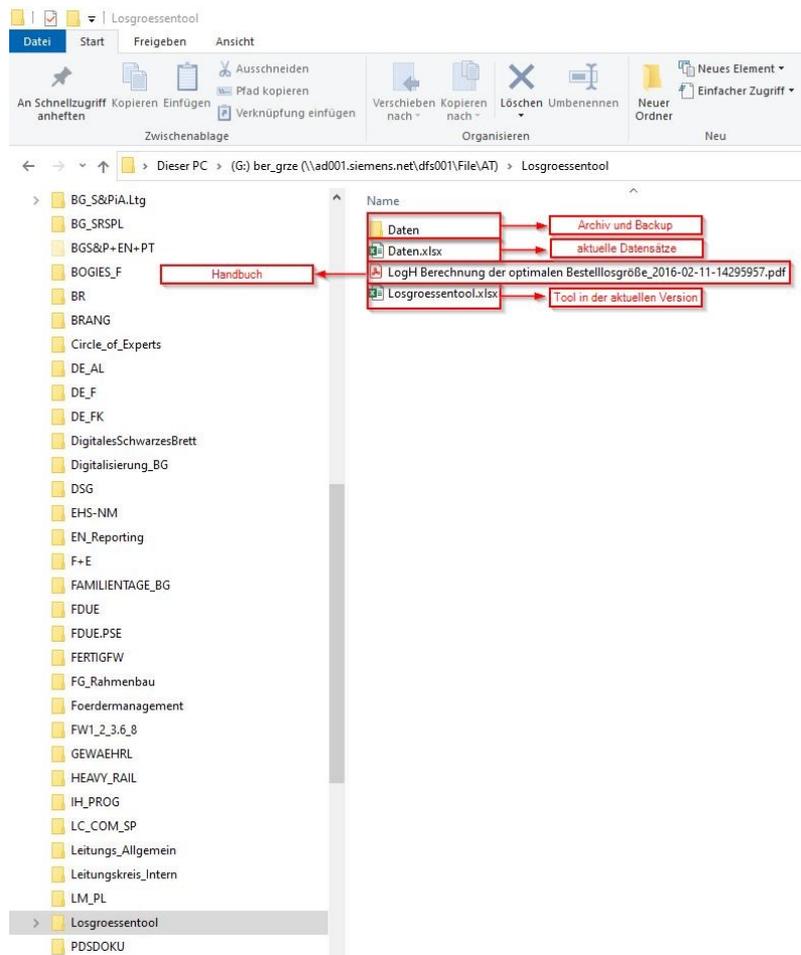


Abbildung 41: Ordnerstruktur des Losgrößentools

Im Ordner „Daten“ sind alle Versionen von vorigen Datensätzen, auf die das Tool zurückgegriffen hat, gesichert. Dieser Ordner dient auch zur Sicherung mittels Kopie des Losgrößentools und beinhaltet ebenso die Word-Datei des Handbuchs. Der Zugriff ist nur für Personen freigeschaltet, die für die Wartung des Tools verantwortlich sind.

Die Datei „Daten.xlsx“ enthält die aktuellen Datensätze. Das Datenblatt ist mittels Blattschutz gesperrt und die Daten sind mittels „Schriftfarbe“ weiß nicht ersichtlich. Es war dennoch notwendig diese Datei im selben Ordner des Tools zu hinterlegen, da ansonsten eine Verknüpfung der Daten nicht möglich gewesen wäre.

„LogH Berechnung der optimalen Bestelllosgröße_2016-02-11-14295957.pdf“ ist das siebenseitige Handbuch, das eine korrekte Bedienung sicherstellt und im Anhang zu finden ist.

Die Datei „Losgroessentool.xlsx“ ist die aktuelle Version des Tools, welche bis dato die Eingabemaske der dritten Testphase besitzt und in Verwendung ist.

7.4.4 Erste Ergebnisse der Toolanwendung

Die Bestandsüberwachung im Werk Graz erfolgt seit dem GJ2012 im Wochentakt mittels Score Card-Auswertung aus dem SAP-System. Diese beinhalten, neben der Volumina der getätigten Bestellungen je Monat, auch die Plan- und Ist-Bestände der RHB-Teile, der unfertigen Erzeugnisse (UE), sowie des WIPs. Die Plan-Bestände werden hierbei je nach geplantem Umsatz und geplanter Fertigung dynamisch angepasst. Eine detaillierte Festlegung der Planwerte auf Materialgruppenebene wird jedoch nicht vorgenommen. Um einen ganzjährigen Durchschnittswert zu erhalten, wurde für diese Arbeit jeweils zum Ende der folgenden Geschäftsjahre ausgewertet. Vor der Einführung des Tools im GJ 2014/15 lag der Ist-RHB-Bestandswert mit 29,3 Mio. € nur knapp unter dem Planwert von 31,2 Mio. €. Dies entspricht ein Unterschreiten des Zielwertes von rund 6,1%. Im Laufe des GJs 2015/16 kam es zum Rollout des Losgrößentools. Da der Einsatz des Tools nur in Verbindung mit Projektstarts erfolgen konnte, wurde auch der Start nur schrittweise vorgenommen. Trotzdem konnte im ersten Geschäftsjahr nach der Einführung ein Bestandsrückgang der RHB-Teile auf 24,0 Mio. € bei einem Planwert von 29,8 Mio. € verzeichnet werden, und man lag somit 19,5% unter der Plan-Vorgabe, siehe Abbildung 42.

Graz		last update: 26.09.16														2 of 8	
		Dimension	Current FY														
			avg.	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	avg.	
Bestand RHB	Ist	Mio. €	29,3	26,50	27,96	28,40	26,7	23,6	22,6	24,6	22,8	19,2	22,4	21,2	21,9	24,0	
	Plan	Mio. €	31,2	27,7	28,5	29,0	29,2	27,0	28,0	30,8	29,4	30,0	32,0	32,5	33,0	29,8	

Abbildung 42: Auszug aus der Score Card GJ15/16

Ob dieses Unterschreiten ausschließlich auf den Einsatz des neuen Losgrößentools zurückzuführen war, konnte im Zuge dieser Arbeit nicht lückenlos festgestellt werden, da auch andere nicht-quantifizierbare Parameter Einfluss auf diesen Wert haben. Es sei jedoch festgehalten, dass vor allem ab der zweiten Geschäftsjahreshälfte die Planwerte deutlich unterschritten wurden, sodass ein Zusammenhang mit der Nutzung des Tools nicht restlos ausgeschlossen ist. Befragungen der Mitarbeiter ergaben, dass keine langwierigen Diskussionen mehr, während den Sourcings zum Thema Bestelllosgröße

zustande kamen. Die dadurch entstandene Zeitersparnis konnte nicht ermittelt und somit auch nicht monetär bewertet werden. Die Rückmeldungen bezüglich des Einsatzes waren jedoch positiv, sodass seitens Einkaufs- und Logistikleitung entschieden wurde an der verpflichtenden Verwendung des Tools festzuhalten.

In den darauffolgenden Geschäftsjahren konnte der RHB-Bestandsplanwert nur noch im GJ2016/17 unterschritten werden. Die Überschreitungen der Folgejahre betragen zwischen 1,2% und 6,7%. Die Ursachen dafür waren vielfältig und ein Überbestand von Zukaufteilen wurde teilweise bewusst in Kauf genommen. Im GJ2017/18 erfolgte der Projektstart des neuen ICx für die Deutsche Bahn. Aufgrund möglicher hoher Pönalzahlungen wurde bewusst Bestand von Zukaufteilen von Single-Source-Lieferanten mit geringer Lieferperformance aufgebaut. Dabei handelte es sich vor allem um Schmiedeteile, die für einen Jahresbedarf beschafft wurden. Eine weitere Ursache in diesem GJ waren Lieferterminverschiebungen von Kunden, weshalb der Produktionsplan massiv angepasst werden musste und somit bereits auf Lager befindliche Teile länger als angedacht dort verweilten. Im GJ18/19 waren es hauptsächlich Motoren der Lokomotive „Vectron,“ die einen durchschnittlichen Lagerbestand von 2,1 Mio. € ausmachten und somit den Ist-Bestand über die Planwerte brachte. Zu Geschäftsjahresende bedeutete dies einen Durchschnittsistbestand von 32,9 Mio. € bei einem durchschnittlichen Planbestand von 32,5 Mio. €. Auch dieser Überbestand wurde bewusst in Kauf genommen, um die stetig steigende Produktion der Loks sicherzustellen und Engpässe der Motoren abzufangen, da deren Wiederbeschaffungszeiten >1 Jahr beträgt. Im gefolgten GJ2019/20 war es allein der weltweiten Covid19-Pandemie geschuldet, dass sehr kurzfristig Bestände übermäßig angeschafft wurden, um Lieferengpässe aller Lieferanten auszugleichen. Die daraus resultierenden Folgen im Hinblick auf die Bestandshöhe werden in dieser Arbeit nicht weiterverfolgt.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass es unterschiedliche Gründe für das Halten von Beständen gibt, auch sind diese abhängig von der Funktion, die diese Bestände einnehmen sollen. Die häufigste Funktion stellt vermutlich die Sicherungsfunktion dar. Vor allem bei produzierenden Unternehmen sind Bestände von Zukaufteilen ein zentrales Thema, da mit ihnen die Versorgung der Produktion einhergeht. Gleichzeitig wird durch diese auch Kapitalbindung und Lagerkosten verursacht, was zu einem Zielkonflikt führt. Aus diesem Grund gibt es je nach Branche der Unternehmen branchenspezifische Methoden, um Bestände zu reduzieren bzw. mit ihnen umzugehen.

Mit dieser Arbeit wird durch die Literaturrecherche ein Verständnis für die Bedeutung von Beständen und deren Funktionen nähergebracht. Gleichzeitig wird dadurch eine Lösung für eine langfristige Reduktion der Bestandshöhe für das Siemens Werk am Standort Graz Eggenberg gefunden. Im Zuge der Ausarbeitung wurde entschieden ein Augenmerk auf die Bestellosgröße zu legen und mithilfe der Literatur eine mathematische Grundlage dafür zu finden. Durch die Anforderungen seitens der

Logistikleitung an die Berechenbarkeit der Losgröße, wurde entschieden, dass die klassische Andler Losgrößenformel dabei zur Anwendung kommt.

Im Zuge des empirischen Teils dieser Arbeit wurde ein Tool zur Berechnung dieser Bestelllosgröße erstellt. Dazu wurde die aktuelle Ist-Bestandssituation erhoben und eine Bestandsanalyse durchgeführt. Dadurch konnte der Bestand in fünf Materialgruppen im Werk Graz klassifiziert werden. Diese fünf Gruppen finden sich auch im Tool wieder.

Um die klassische Losgrößenformel nach Andler implementieren zu können, wurden je nach Materialgruppe die bestellfixen Kosten ermittelt und detailliert festgehalten.

Als Softwarelösung wurde im Zuge der Ausarbeitung Microsoft Excel gewählt, da alle Anforderungen damit erfüllt wurden und eine leichte Wartung und Änderung der Parameter sichergestellt werden konnte.

Nach mehreren Testphasen wurde das Tool vollständig in den Siemens Einkaufsprozess am Standort Graz Eggenberg implementiert und ist seither im Einsatz. Durch Verwenden der vorhandenen Netzwerkstruktur kann auch sichergestellt werden, dass für alle Mitarbeiter die letztgültige Version des Tools zur Verfügung steht.

Erste Ergebnisse konnten nicht eindeutig zeigen, dass eine massive Bestandsänderung auf das Tool zurückzuführen ist, da durch Sondermaßnahmen bzw. durch außergewöhnliche Situationen bewusst die Bestände erhöht wurden, um die Sicherung der Produktion zu gewährleisten.

Nichtsdestotrotz hat sich das Tool im Einkaufsprozess bewährt und vermeidet bis dato meist langwierige Diskussionen durch Zielkonflikte der verschiedenen Stakeholder während den Vergabeentscheidungen. Die fixen Parameter des Tools, wie beispielsweise der Zinssatz und die Stundensätze, werden jährlich im Zuge der regelmäßigen Toolpflege aktualisiert.

Zukünftig wird die Lagerfläche im Werk Eggenberg verschwinden, um für Produktionsflächen Platz zu schaffen und die Zukaufteile in Lägern im Umkreis eingelagert. Ob diese Läger zukünftig als Konsignationslager (Bestände im Eigentum der jeweiligen Lieferanten) oder als triviale Außenlager geführt werden, ist noch nicht entschieden. Diese Entscheidung wird jedenfalls auch für die weitere Zukunft des Losgrößentools entscheidend.

Literaturverzeichnis

- Arndt, H. (2008): Supply Chain Management: Optimierung logistischer Prozesse. 4., aktualisierte und überarb. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-0794-3.
- Arnolds, H.; Heege, F.; Tussing, W. (2013): Materialwirtschaft und Einkauf: Grundlagen - Spezialthemen - Übungen. 12., aktualisierte und überarb. Aufl, Wiesbaden: Springer Gabler. ISBN 978-3-8349-3160-3.
- Bacher, B. (2016): MTM_Zeitbausteine. In: .
- Bichler, K.; Krohn, R.; Riedel, G.; Schöppach, F. (2010): Beschaffungs- und Lagerwirtschaft: praxisorientierte Darstellung der Grundlagen, Technologien und Verfahren. 9., aktualisierte und überarb. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-1974-8.
- Bogaschewsky, R. (1993): Dynamische Materialdisposition im Beschaffungsbereich. In: Albach, H. (Hrsg.): Industrielles Management: Beschaffung - Produktion - Qualität - Innovation - Umwelt: Reader zur Industriebetriebslehre. Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-663-02131-5, S. 3–23.
- Bornemann, H. (1986): Bestände-Controlling: Materialfluß-Analyse - Bestände-Management Fallstudien. ISBN 978-3-322-82815-6.
- Boyanova, B. (2015): Analyse und Bewertung der industriellen Methoden zur Artikelsegmentierung für die Materialwirtschaft. S.I.: IGEL VERLAG GMBH. ISBN 978-3-95485-281-9.
- Bullinger, H.-J.; Spath, D.; Warnecke, H.-J.; Westkämper, E. (2009): Handbuch Unternehmensorganisation: Strategien, Planung, Umsetzung. 3., neu bearbeitete Auflage, Berlin Heidelberg: Springer. ISBN 978-3-540-72136-9.
- Busch, A.; Dangelmaier, W. (2002): Integriertes Supply Chain Management: Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. 1. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-409-11958-0.
- Coyle, J. J. (2017): Supply chain management: a logistics perspective. 10e. Aufl., Australia: Cengage Learning. ISBN 978-1-305-85997-5.
- Doborjginidze, G. (2019): Analyse der Entwicklung Intermodaler Logistik-Netzwerke in Mittel- und Osteuropäischen Ländern. Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-658-24046-2.
- Fandel, G.; François, P.; Gubitz, K.-M. (1994): PPS-Systeme: Grundlagen, Methoden, Software, Marktanalyse. ISBN 978-3-662-09394-8.
- Fischer, W.; Dittrich, L. (2013): Materialfluß und Logistik: Potentiale vom Konzept bis zur Detailauslegung. 2. erweiterte Auflage, Softcover reprint of the original 2nd ed. 2004, Berlin: Springer Berlin. ISBN 978-3-642-62260-1.
- Fleischmann, B. (2018): Begriffliche Grundlagen der Logistik. In: Tempelmeier, H. (Hrsg.): Begriff der Logistik, logistische Systeme und Prozesse. Berlin, Germany: Springer Vieweg. ISBN 978-3-662-57768-4 (Fachwissen Logistik)., S. 1–16.

- Fortmann, K.-M.; Kallweit, A. (2007): Logistik. 2., aktualisierte Aufl, Stuttgart: Kohlhammer. ISBN 978-3-17-019832-6.
- Gleißner, H.; Femerling, C. (2008): Logistik: Grundlagen - Übungen - Fallbeispiele; Bachelor geeignet. 1. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-0296-2.
- Haasis, H.-D. (2009): Flexible Lagersysteme: von der Bestandshaltung zur produktionssynchronen Versorgung. Frankfurt am Main: Lang. ISBN 978-3-631-59367-7.
- Hahn, D.; Kaufmann, L. (2014): Handbuch Industrielles Beschaffungsmanagement Internationale Konzepte -- Innovative Instrumente -- Aktuelle Praxisbeispiele. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Gabler. ISBN 978-3-663-01583-3.
- Hansmann, K.-W. (2006): Industrielles Management. 8., völlig überarb. und erw. Aufl, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486-58058-7.
- Harris, F. W. (1913): How many parts to make at once., S. 135–136, 152 (Factory, The Magazine of Management).
- Hartel, D. H. (2019): Vorgehensweise in der Projektarbeit. In: Hartel, D. H. (Hrsg.): Projektmanagement in Logistik und Supply Chain Management: Praxisleitfaden mit Beispielen aus Industrie, Handel und Dienstleistung. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Wiesbaden: Springer Gabler. ISBN 978-3-658-23998-5, S. 47–93.
- Heinen, E. (1990): Industriebetriebslehre: Entscheidungen im Industriebetrieb. 8., durchges. u. verb. Aufl., Nachdr, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-409-33150-0.
- Heiserich, O.-E.; Helbig, K.; Ullmann, W. (2011): Logistik: eine praxisorientierte Einführung. 4., vollst. überarb. und erw. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-1852-9.
- Händler, J. (1999): Material-Management: Grundlagen, Instrumentarien, Teilfunktionen. München: Hanser. ISBN 978-3-446-21012-7.
- Isermann, H. (1998): Logistik: Gestaltung von Logistiksystemen. 2., überarb. und erw. Aufl, Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie. ISBN 978-3-478-39632-5.
- Junge, O. (2001): Kundenorientiertes Bestandsmanagement und Informationssysteme. ISBN 978-3-8386-4344-1.
- Jünemann, R. (1989): Materialfluß und Logistik: systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen. Berlin: Springer-Verl. ISBN 978-3-540-51225-7.
- Jäger, S. C. (2009): Instrumente des Beschaffungscontrollings. ISBN 978-3-8366-2985-0.
- Kerth, K.; Asum, H.; Stich, V. (2015): Die besten Strategietools in der Praxis: welche Werkzeuge brauche ich wann? ; Wie wende ich sie an? ; Wo liegen die Grenzen? 6., überarbeitete und erweiterte Auflage, München: Hanser. ISBN 978-3-446-44254-2.
- Klaus, P.; Krieger, W. (2008): Gabler Lexikon Logistik: Management logistischer Netzwerke und Flüsse; [A - Z]. 4., komplett durchges. und aktualisierte Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-0149-1.
- Kortus-Schultes, D.; Ferfer, U. (2005): Logistik und Marketing in der Supply Chain: Wertsteigerung durch virtuelle Geschäftsmodelle. 1. Aufl, Wiesbaden: Gabler.

- ISBN 978-3-409-11634-3.
- Kottke, E. (1966): Die optimale Beschaffungsmenge. Berlin: Duncker u. Humblot. ISBN 978-3-428-00822-3.
- Kummer, S.; Grün, O.; Jammerneegg, W. (2013): Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik. 2., aktualisierte Aufl., [Nachdr.], München: Pearson Studium. ISBN 978-3-8273-7351-9.
- Lang, M. (2004): eDistribution - Distributionsstrategien im eZeitalter. In: Wannenwetsch, H.; Nicolai, S. (Hrsg.): E-Supply-Chain-Management: Grundlagen - Strategien - Praxisanwendungen. 2., überarb. und erw. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-409-22015-6 (Gabler-Lehrbuch), S. 203–227.
- Liebetruth, T. (2020): Prozessmanagement in Einkauf und Logistik: Instrumente und Methoden für das Supply Chain Process Management. Place of publication not identified: GABLER. ISBN 978-3-658-28292-9.
- Martin, H. (2006): Transport- und Lagerlogistik: Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik; mit 38 Tabellen. 6., vollst. überarb. Aufl, Wiesbaden: Vieweg. ISBN 978-3-8348-0168-5.
- Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2009): Unternehmenslogistik: Grundlagen für die betriebliche Praxis mit zahlreichen Beispielen, Repetitionsfragen und Antworten. 1. Aufl., Ausg.: N0029, Zürich: Compendio Bildungsmedien. ISBN 978-3-7155-9347-0.
- Mathar, H.-J.; Scheuring, J. (2012): Unternehmenslogistik: Grundlagen für die betriebliche Praxis mit zahlreichen Beispielen, Repetitionsfragen und Antworten. 2., überarb. Aufl, Zürich: Compendio Bildungsmedien. ISBN 978-3-7155-9638-9.
- Meier, L. H. (2008): Koordination interdependenter Planungssysteme in der Logistik: Einsatz multiagentenbasierter Simulation im Planungsprozess von Container-Terminals im Hafen. 1. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-1418-7.
- Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P. (2012): Logistische Kennlinien: Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. 3. Auflage, Berlin Heidelberg Dordrecht London New York: Springer Vieweg. ISBN 978-3-540-92838-6.
- Ottwaska, C. (2008): Das Lager als Schlafplatz des Kapitals: Probleme und Chancen der Lagerpolitik. Hamburg: Diplomica Verl. ISBN 978-3-8366-6668-8.
- Pack, L. (1964): Optimale Bestellmenge und optimale Losgröße: Zu einigen Problemen ihrer Ermittlung. ISBN 978-3-663-13167-0.
- Pfohl, H.-C. (2016): Logistikmanagement: Konzeption und Funktionen. 3., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage, Berlin Heidelberg: Springer Vieweg. ISBN 978-3-662-48783-9.
- Pfohl, H.-C. (2018): Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen. 9., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage, Berlin: Springer Vieweg. ISBN 978-3-662-56227-7.
- Reinelt, G. R. (2010): Zentral, dezentral oder wie? Ein Erfahrungsbericht zur Umsetzung in einem Unternehmen der Hausgeräteindustrie. In: Fröhlich-Glantschnig, E.; Lingohr, T. (Hrsg.): Gibt es die optimale Einkaufsorganisation? organisatorischer Wandel und pragmatische Methoden zur Effizienzsteigerung. 1. Aufl, Wiesbaden:

- Gabler. ISBN 978-3-8349-2135-2, S. 31–46.
- Schuh, G.; Schmidt, C. (2014): Produktionsmanagement. 2., vollst. neu bearb. und erw. Aufl, Berlin: Springer Vieweg. ISBN 978-3-642-54287-9.
- Seeck, S. (2010): Erfolgsfaktor Logistik: klassische Fehler erkennen und vermeiden. 1. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-1975-5.
- Sheffi, Y. (2006): Worst-case-Szenario: wie Sie Ihr Unternehmen auf Krisen vorbereiten und Ausfallrisiken mindern; [Lieferengpässe und Produktionsstörungen - Energiepreissteigerungen und Währungsschwankungen - Streiks und Naturkatastrophen]. Landsberg am Lech: mi-Fachverl. ISBN 978-3-636-03080-1.
- Siemens AG (2019): Ergebnisveröffentlichung Q4 GJ 2019. URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:a26bf1a5-e3d4-4896-b28c-be0867f52910/2019-q4-earnings-release-de.pdf> (Zugriff: 24.03.2020).
- Siemens AG (2021): Organization Charts BG&P. URL: <https://soc.siemens.cloud/orgcharts/orgchart?organizationUniqueName=SMO%20RS%20CP%20BG%26P> (Zugriff: 03.01.2021).
- Siemens AG (2021): Organization Charts MF-GRZ LOG. URL: <https://soc.siemens.cloud/orgcharts/orgchart?organizationUniqueName=SMO%20RS%20CP%20BG%26P%20MF-GRZ%20LOG> (Zugriff: 03.01.2021).
- Siemens Mobility (2020): Press page of Siemens Mobility. URL: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/company/press.html> (Zugriff: 24.03.2020).
- Stich, V.; Hering, N.; Brosze, T. (2013): Beschaffungslogistik. In: Schuh, G.; Stich, V. (Hrsg.): Logistikmanagement. 2., vollst. neu bearb. und erw. Aufl, Berlin: Springer Vieweg. ISBN 978-3-642-28991-0 (Handbuch Produktion und Management; 6), S. 77–113.
- Suzaki, K. (1989): Modernes Management im Produktionsbetrieb: Strategien, Techniken, Fallbeispiele. München: Hanser. ISBN 978-3-446-15305-9.
- Syska, A. (2006): Produktionsmanagement: das A - Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute. 1. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-0235-1.
- Vahrenkamp, R.; Kotzab, H.; Siepermann, C. (2012): Logistik: Management und Strategien. 7., überarbeitete und erweiterte Auflage, München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486-70579-9.
- Voigt, K.-I. (2008): Industrielles Management: Industriebetriebslehre aus prozessorientierter Sicht. Berlin: Springer. ISBN 978-3-540-25648-9.
- Voß, P. H. (2007): Horizontale Supply-Chain-Beziehungen: Potentiale der Zusammenarbeit zwischen Zulieferern in Supply Chains. 1. Aufl, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. ISBN 978-3-8350-0974-5.
- Wannenwetsch, H. (2014): Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung. 5., neu bearb. Aufl, Berlin: Springer Vieweg. ISBN 978-3-642-45022-8.
- Weele, A. J. van; Eßig, M. (2017): Strategische Beschaffung: Grundlagen, Planung und Umsetzung eines integrierten Supply Management. Wiesbaden: Springer Gabler. ISBN 978-3-658-08490-5.

- Werner, H. (2008): Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 3., vollst. überarb. und erw. Aufl, Wiesbaden: Gabler. ISBN 978-3-8349-0504-8.
- Werner, H. (2013): Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 5., überarb. und erw. Aufl, Wiesbaden: Springer-Gabler. ISBN 978-3-8349-3259-4.
- Zoller, K.; Robrade, A. (1987): Dynamische Bestellmengen- und Losgrößenplanung. Verfahrensübersicht und Vergleich. In: OR Spektrum, Jg. 9, Nr. 4, S. 219–233.

Anhang

Anhang A: Logistik Handbuch - Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“

SIEMENS
AG Österreich

Arbeitsanweisung

LOG – HB: Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“

Freigabe:	<i>Dr. Erlach, Stefan</i>	<i>BG MF-GRZ</i>	Digital unterschrieben von Erlach Stefan Datum: 2016.02.17 11:07:57 MEZ (003) Erlach Stefan	
Prüfung:	<i>Hr. Fuchs, Gerhard</i>	<i>BG MF-GRZ LOG ML</i>	Digital unterschrieben von Fuchs Gerhard Datum: 2016.02.11 14:43:53 MEZ (002) Fuchs Gerhard	
Erstellung:	<i>Hr. Schrammel, Gerhard</i>	<i>BG MF-GRZ LOG ML</i>	Digital unterschrieben von Schrammel Gerhard Datum: 2016.02.11 14:33:18 MEZ (001) Schrammel Gerhard	
	Name	Org.-Einheit	Datum	Unterschrift

Geltungsbereich BG
 Standort-spezifisch: EGGEN

Zusammenfassung *Berechnung der optimalen Bestelllosgröße unter Verwendung des „Losgrößentools“*

Verteiler *BG MF-GRZ*

Prozesszuordnung

Reviewdatum (Turnus) wird als dokumentiertes Wissen geführt

Bei personalisierten Rollen (wie „Mitarbeiter“, „Leiter“ u. a. m.) ist jeweils grammatikalisch die männliche Form gewählt. Selbstverständlich beziehen sich die Rollen gleichermaßen auf Frauen, die diese Rollen bekleiden.

<i>Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“</i>	<i>BG MF-GRZ</i>	Dokumentnummer/Art/Revision: A6Z00038717864/PM2/-	1/7
Als Kopie nur zur Information! Aktuelle Fassung im SAP!			

SIEMENS**Arbeitsanweisung****AG Österreich**

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Zweck	3
2 Prozessbeschreibung	3
3 Einleitung	4
3.1 Bedienung des Tools.....	4
3.1.1 Aktivieren der Inhalte.....	4
3.1.2 Auswählen der Materialgruppe.....	5
3.1.3 Jahresbedarfsmenge.....	6
3.1.4 Preis/ Stück.....	6
3.1.5 Stück/ Palette.....	6
3.1.6 (Optional) Zusatzkosten/ Lieferlos.....	6
3.1.7 frei verwendbare Felder.....	7
4 Begriffe und Abkürzungen	7
5 Referenzierte Unterlagen	7
6 Änderungsdokumentation	7
Abbildung 1: Ablauf Losgrößendefinition.....	3
Abbildung 2: Benutzeroberfläche.....	4
Abbildung 3: Sicherheitswarnung.....	4
Abbildung 4: Inhalte aktivieren.....	5
Abbildung 5: Drop-Down Menü.....	5
Abbildung 6: Jahresbedarfsmenge.....	6
Abbildung 7: Preis pro Stück.....	6
Abbildung 8: Stück pro Palette.....	6
Abbildung 9: Zusatzkosten pro Lieferlos.....	6
Abbildung 10: optimale Bestelllosgröße.....	7
Abbildung 11: frei verwendbare Felder.....	7

<i>Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“</i>	BG MF-GRZ	Dokumentnummer/Art/Revision: A6Z00038717864/PM2/-	27
Als Kopie nur zur Information! Aktuelle Fassung im SAP!			

1 Zweck

Diese Anweisung beschreibt die Vorgehensweise zur Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit Hilfe des „Losgrößentools“.

2 Prozessbeschreibung

Ablauf Losgrößendefinition

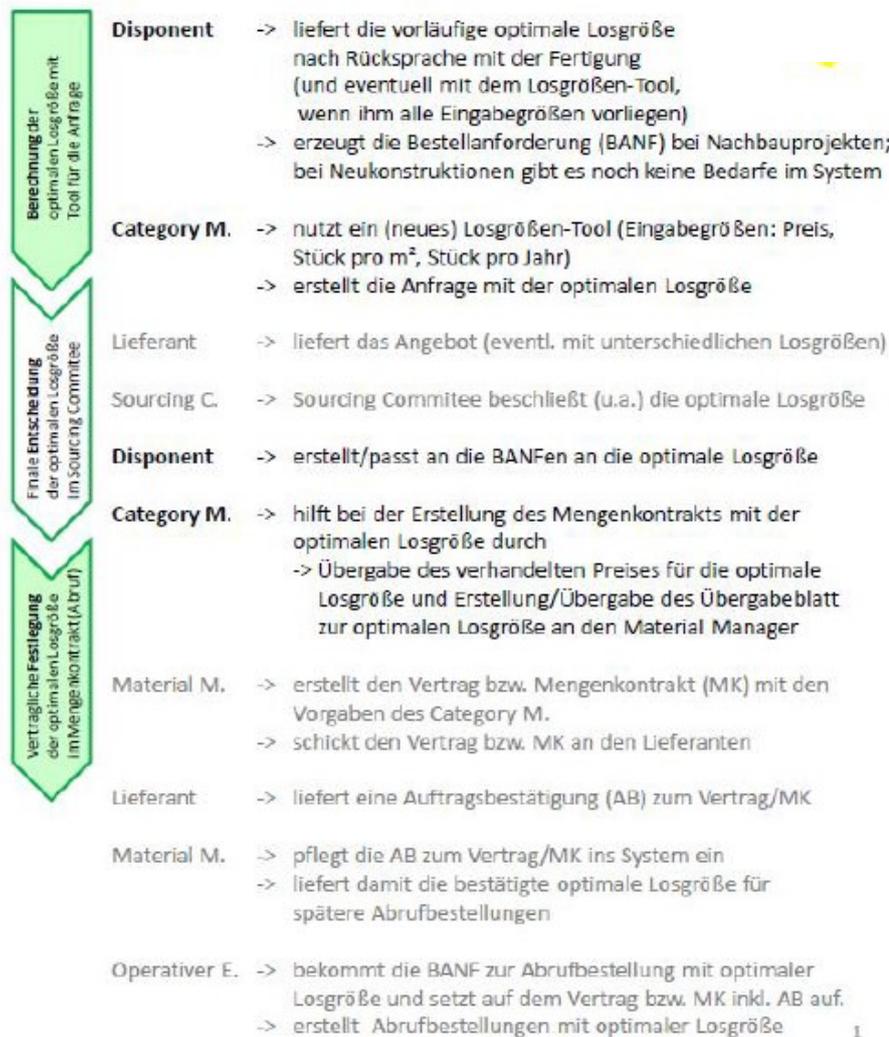


Abbildung 1: Ablauf Losgrößendefinition

Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“	BG MF-GRZ	Dokumentenummer/Art/Revision: A6Z00038717864/PM2/-	3/7
Als Kopie nur zur Information! Aktuelle Fassung im SAP!			

3 Einleitung

Als Basis der Losgrößenberechnung gilt die Andler-Losgrößenformel. Es berechnet auf mathematisch-wissenschaftlicher Grundlage die optimale Bestelllosgröße. Durch leichte Handhabung und Eingabe von 4 (optional 5) Parametern kann somit einfach und schnell die optimale Losgröße für das Werk Graz ausgegeben werden.

Dieser Wert ist als Richtwert zur Anfrage für den strategischen Einkäufer an den Lieferanten angedacht. Die grundsätzliche Regel einer max. Reichweite von 4 Wochen gilt nach wie vor als übergeordnete Grenze.

3.1 Bedienung des Tools

Im folgenden Abschnitt wird die richtige Bedienung des Tools erklärt. Zur Bedienung sind nur die Felder in der Tabelle – ausgenommen die grüne-markierte optimale Losgrößenspalte – sowie das Drop-Down-Menü veränderbar. Alle grau- und grün-markierten Felder sind gesperrte Zellen.

optimale Bestelllosgrößen								
Materialgruppe		„Als Preisbasis gelten die Incoterms ‚DAP‘.“ Sollte es sich um einen ‚FCA‘ Lieferanten handeln, ist der Stückpreis auf ‚DAP‘ umzurechnen.“						
Materialnummer	Kurztext	Jahresbedarf	Preis/ Stück	Stück/ Palette	Zusatzkosten/ Lieferlos	optimale Losgröße	vereinbarte Losgröße	Bemerkungen
						#DIV/0!		
						#DIV/0!		
						#DIV/0!		
						#DIV/0!		
						#DIV/0!		
						#DIV/0!		
						#DIV/0!		

Abbildung 2: Benutzeroberfläche

3.1.1 Aktivieren der Inhalte

Um die aktuellste Version des Tools zu verwenden müssen die Inhalte aktiviert werden. Dafür muss die Sicherheitswarnung über der Funktionsleiste mit dem Button „Optionen“ geöffnet werden.

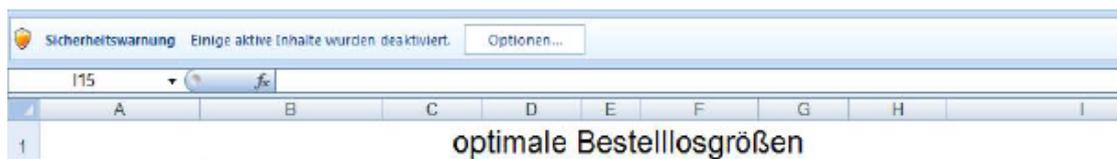


Abbildung 3: Sicherheitswarnung

Danach öffnet sich das unten angezeigte Fenster (der „Dateipfad“ kann durchaus abweichend sein). Bei den Auswahloptionen müssen beide Optionen auf „Diesen Inhalt aktivieren“ umgestellt werden (siehe Bild unten).

Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“	BG MF-GRZ	Dokumentenummer/Art/Revision: A6Z00038717864/PM2/-	4/7
Als Kopie nur zur Information! Aktuelle Fassung im SAP!			

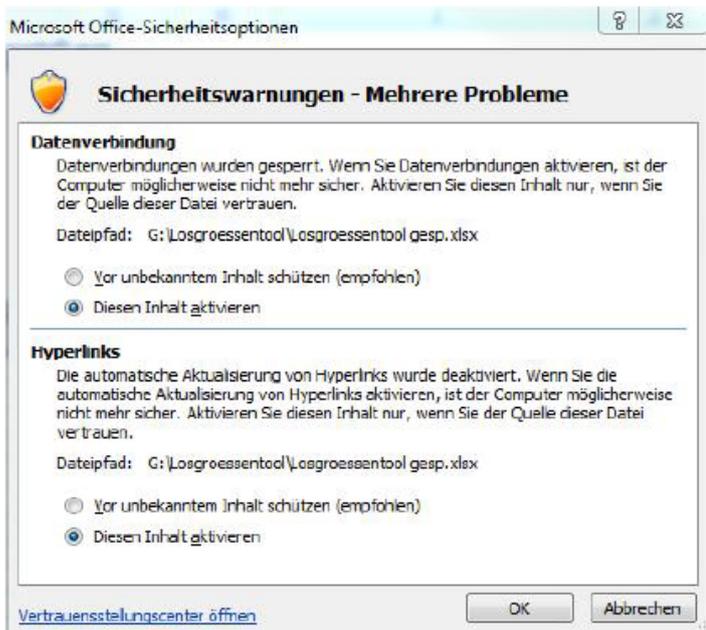


Abbildung 4: Inhalte aktivieren

3.1.2 Auswählen der Materialgruppe

Danach kann mit dem Berechnen der Losgröße fortgefahren werden. Dafür muss eine der 5 folgenden Materialgruppen durch das Drop-Down Menü ausgewählt werden, welche danach für das ganze Blatt gültig ist:

- Guss- und Schmiedeteile
- Normteile
- Montageteile
- Stahlbauteile
- Radsatz-Teile

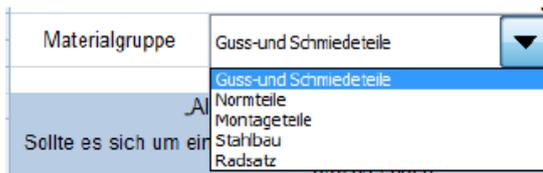


Abbildung 5: Drop-Down Menü

Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“	BG MF-GRZ	Dokumentenummer/Art/Revision: A6Z00038717864/PM2/-	57
Als Kopie nur zur Information! Aktuelle Fassung im SAP!			

SIEMENS**Arbeitsanweisung****AG Österreich****3.1.3 Jahresbedarfsmenge**

Die Spalte „Jahresbedarf“ stellt jene Menge dar, welche auf ein Jahr gemittelt benötigt wird. Sollte sich ein Projekt gleichmäßig auf z.B. 26 Monate erstrecken, so wird der Jahresbedarf gemittelt, also: der Projektbedarf (in diesem Fall) durch 26 dividiert und anschließend mit 12 (Monate) multipliziert. Sollte es eine Vor- und Hauptserie geben, so sind diese getrennt voneinander zu berechnen.

Materialnummer	Kurztext	Jahresbedarf	Preis/ Stück	Stück/ Palette	Zusatzkosten/ Lieferlos	optimale Losgröße	vereinbarte Losgröße	Bemerkungen
						#DIV/0!		

Abbildung 6: Jahresbedarfsmenge

3.1.4 Preis/ Stück

Als dritter Parameter ist der Stückpreis anzugeben. Ist dieser am Anfang nicht vorhanden, wird der Preis aus der KT-Liste entnommen.

Materialnummer	Kurztext	Jahresbedarf	Preis/ Stück	Stück/ Palette	Zusatzkosten/ Lieferlos	optimale Losgröße	vereinbarte Losgröße	Bemerkungen
						#DIV/0!		

Abbildung 7: Preis pro Stück

3.1.5 Stück/ Palette

Zur Erhebung der Lagerkosten des Materials, ist es notwendig den Platzbedarf des Materials anzugeben. Dieser bezieht sich auf die Anzahl der Teile, welche sich auf einer Palette (E-PAL) befinden. Im Falle, dass ein Stück mehrere Palettenstellplätze in Anspruch nimmt, so ist als Stück pro Palettenstellplatz der Bruchteil anzugeben, z.B. 1 Teil nimmt 2 Plätze in Anspruch, so ist 0,5 einzugeben. Bei stapelfähigen Paletten ist dennoch jede Palette als eigene und somit als 1 Palette anzugeben, da das benötigte Lagerhallenvolumen zur Berechnung heranzuziehen ist.

Materialnummer	Kurztext	Jahresbedarf	Preis/ Stück	Stück/ Palette	Zusatzkosten/ Lieferlos	optimale Losgröße	vereinbarte Losgröße	Bemerkungen
						#DIV/0!		

Abbildung 8: Stück pro Palette

3.1.6 (Optional) Zusatzkosten/ Lieferlos

Sollten in Ausnahmefällen Zusatzkosten pro Lieferlos (z.B. Prüfkosten eines externen Instituts) entstehen, sind diese im Sourcing Blatt auszuweisen und zu dokumentieren.

Materialnummer	Kurztext	Jahresbedarf	Preis/ Stück	Stück/ Palette	Zusatzkosten/ Lieferlos	optimale Losgröße	vereinbarte Losgröße	Bemerkungen
						#DIV/0!		

Abbildung 9: Zusatzkosten pro Lieferlos

Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“	BG MF-GRZ	Dokumentennummer/Art/Revision: A6Z00038717864/PM2/-	67
Als Kopie nur zur Information! Aktuelle Fassung im SAP!			

SIEMENS

AG Österreich

Arbeitsanweisung

Das Ergebnis der Berechnung wird im grün-markierten Feld mit der Bezeichnung „optimale Losgröße“ ausgegeben.

Materialnummer	Kurztext	Jahresbedarf	Preis/ Stück	Stück/ Palette	Zusatzkosten/ Lieferlos	optimale Losgröße	vereinbarte Losgröße	Bemerkungen
						#DIV/0!		

Abbildung 10: optimale Bestelllosgröße

3.1.7 frei verwendbare Felder

Die Felder „Materialnummer“, „Kurztext“, „vereinbarte Losgröße“ und „Bemerkungen“ sind frei zu verwenden, um die Berechnungen für einen späteren Zeitpunkt nachvollziehbar zu machen.

Materialnummer	Kurztext	Jahresbedarf	Preis/ Stück	Stück/ Palette	Zusatzkosten/ Lieferlos	optimale Losgröße	vereinbarte Losgröße	Bemerkungen
						#DIV/0!		

Abbildung 11: frei verwendbare Felder

4 Begriffe und Abkürzungen

Begriff/Abkürzung	Definition
BANF	Bestellanforderung
KT	Komponenten-Team

5 Referenzierte Unterlagen

Jeweils aktuelle Fassung folgender Dokumente:

Ref. Nr.	Titel	Dokumenten-Kennzeichen/Quelle/Link
/1/	„Umsetzung Siemens-interner Regelungen in verbundenen Unternehmen“	Z-RS Nr. 3/2008
/2/	Prozess "Dokumentenmanagement bei BG"	Prozesshaus BG

6 Änderungsdocumentation

Ver-sion	Datum der Freigabe	geänderte Abschnitte	Änderungsgrund
-	02.2016		Neuerstellung

Berechnung der optimalen Bestelllosgröße mit dem „Losgrößentool“	BG MF-GRZ	Dokumentnummer/Art/Revision: A6Z00038717864/PM2/-	7/7
Als Kopie nur zur Information! Aktuelle Fassung im SAP!			