

Bachelorarbeit  
im Bachelorstudiengang  
Betriebswirtschaft  
an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

**Ist-Analyse und Soll-Konzepte für ein Teilelager in der Automotive Branche**

**Welche aktuellen Probleme lassen sich identifizieren und welche Soll-Konzepte lassen sich zu welchen Kosten umsetzen?**

Erstkorrektor: Prof. Dr. Oliver Kunze

Betreuer: Pierre Bassing

Verfasser: Thomas Buchholz (Matrikel-Nr. 250158)

Thema erhalten: 06.05.2022

Arbeit abgegeben: 01.09.2022

## Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit selbständig angefertigt, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe und die Überprüfung mittels Anti-Plagiatssoftware dulde.

Neu-Ulm, 01.09.22

Ort, Datum



A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping letters, positioned above a horizontal line.

Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Glossar.....	V
Abbildungsverzeichnis .....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VII
Formelverzeichnis .....	X
Abstract .....	XI
1. Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung und Zieldefinition.....	1
1.2 Aufbau der Bachelorarbeit .....	2
1.3 Vorstellung der Firma Voith .....	3
2. Literaturrecherche .....	5
2.1 Grundlegende Begriffe, Kennzahlen und Parameter.....	5
2.2 Grundlegende Aspekte zu Lager- und Kommissioniersystemen.....	8
3. Vorstellung Lagerhalle 3.....	16
3.1 Abgrenzung des Untersuchungsobjekts .....	16
3.2 Beschreibung der verwendeten Ladungsträger.....	19
3.3 Stapelfähigkeit der Ladungsträger.....	23
3.4 Detaillierte Beschreibung der Bereiche im Gebäude des Einlagerorts 4013.....	24
3.5 Verwendete Lagerbediengeräte in der Halle 3 .....	32
4. Kapazitätsanalyse des Einlagerorts 4013 .....	33
4.1 Methodisches Vorgehen .....	33
4.2 Getroffene Annahmen .....	34
4.3 Berechnung der Vorhandenen Lagerkapazität .....	35
4.4 Kritische Diskussion der Vorgehensweise .....	43
5. Prozessanalyse der Kommissionierungsabläufe in der Halle 3 .....	45
5.1 Prozessbeschreibung der Kommissionierung.....	45
5.2 Analyse der vermeidbaren Personalkoten in der Kommissionierung.....	57
6. Serviceanalyse.....	64
6.1 Serviceproblembeschreibung .....	64
6.2 Methodik der Serviceanalyse .....	64

6.3	Getroffene Annahmen bei der Serviceanalyse .....	65
6.4	Kostenbewertung der eingeschränkten Materialverfügbarkeit.....	66
6.5	Kritische Diskussion des Vorgehens .....	69
7.	Ursachenanalyse der Kommissionierineffizienz und Serviceineffizienz der Lagerhalle .	70
7.1	Identifizierung der Einzelnen Ursachen mit Hilfe des Ishikawa Diagramms .....	70
7.2	Auswertung und Priorisierung der identifizierten Problemursachen.....	82
8.	Vorstellung der Sollkonzepte.....	96
8.1	Aufbau eines Regals auf der Blocklagerfläche des Lagerbereichs Mitte .....	96
8.2	Auslagerung von Nulldrehern .....	101
8.3	Einlagerung der Kleinladungsträger in ein Kleinteilelager .....	107
9.	Nutzenbetrachtung des Sollkonzepts .....	109
9.1	Auswirkung auf die Bestandssituation .....	109
9.2	Auswirkung auf den Kommissionierprozess.....	110
9.3	Auswirkung auf die Servicequalität der Lagerhalle 3 .....	111
9.4	Gesamteinsparung durch die Auslagerung der Nulldreher.....	114
10.	Kosten des Konzepts Auslagerung der Nulldreher .....	115
10.1	Investitionskosten.....	115
10.2	Laufende Kosten.....	115
10.3	Einmalige Migrationskosten.....	116
11.	Ergebnis der Kostenbetrachtung .....	121
11.1	Betrachtung der Gesamtkosten des Ist-Zustands.....	121
11.2	Gesamt-Einsparungsmöglichkeiten des Sollkonzepts .....	121
11.3	Gegenüberstellung der Gesamtkosten zum Einsparungspotential Konzepts.....	122
12.	Zusammenfassung .....	124
13.	Fazit und Ausblick .....	126
14.	Literaturverzeichnis.....	127
15.	Anhang .....	130

## Abkürzungsverzeichnis

ERP	Enterprise Resource Planning
EU	Euro Palette
EUG	Euro Gitterbox
GJ	Geschäftsjahr
ID	Identifikationsnummer
IN	Industrie Palette
KLТ	Kleinladungsträger
LVS	Lagerverwaltungssystem
m	Meter
mm	Millimeter
nw	Nicht wertschöpfend
ROI	Return on Investment
VDA	Verband der Automobilindustrie
VDB	Verpackungsdatenblatt
VIAB	Verschleißfreies Integriertes Anfahr- und Bremssystem
VTM	Voith Turbo München
w	Wertschöpfend
WE	Wareneingang

## Glossar

Bewegung/-art	Dokumentiert die Umbuchung/Bewegung von Materialien in SAP, die ( <i>hier</i> ) über den Verbrauch hinaus gehen
Einlagerort	Vorgesehener Lagerort nach dem Materialstammdaten in SAP
Füllmenge	Anzahl an Materialien, die in einen Ladungsträger passen
Gebinde	Bewegbare Einheit, <i>hier</i> : eine Lagereinheit (bspw. Euro Gitterbox)
Materialstammdaten	Dokumentation aller Eigenschaften von Produkten in einer Firma
Nulldreher	<i>hier</i> : Materialien, die im laufenden Geschäftsjahr (seit 01.10.2021) nicht bewegt wurden
Sachnummer	Eindeutige Nummer zur Identifizierung jedes Materials
SAP	Zentrale Software zur Steuerung von Prozessen im Unternehmen
Transaktion	Programme innerhalb der SAP-Software
Verbrauch	Material wird verbraucht, wenn es für die weitere Verarbeitung aus dem Lager entnommen wird
Wareneingangsbuchung	Registrierung in SAP, dass Material angeliefert wurde.
Werk	Organisatorische Einheit zur Gliederung der Organisation in SAP
Werma	<i>hier</i> : interne Bezeichnung der Störungsdatenbank

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Am Standort Garching hergestellte Produkte.....	4
Abbildung 2: Koordinaten in einem Regallager.....	7
Abbildung 3 Blocklager in Quer- und Aufsicht .....	9
Abbildung 4 Fachregallager aus Front- und Quersicht .....	10
Abbildung 5 Statische (links) und dynamische (rechts) Warenbereitstellung .....	12
Abbildung 6 Beispielhafte Darstellung eines Gabelstaplers .....	13
Abbildung 7 Elektrischer Hochhubwagen.....	14
Abbildung 8 Lageplan Voith Turbo Garching .....	17
Abbildung 9 Layout Gebäude 914 .....	18
Abbildung 10 Beispielhafte Darstellung Verschiedener Rahmen .....	20
Abbildung 11 Sonstige Ladungsträger .....	23
Abbildung 12 UML-Aktivitätendiagramm „Kommissionierung von Teilen“ .....	55
Abbildung 13 Ishikawa Diagramm .....	73
Abbildung 14 Überlastung des Fachregallagers.....	78
Abbildung 15 Überlastung der Blocklagerfläche Mitte .....	78
Abbildung 16 Beispielhafte Darstellung des Papiercomputers .....	83
Abbildung 17 Darstellung der Einflussmatrix.....	84
Abbildung 18 Mögliche Wirkungsverhältnisse.....	86
Abbildung 19 Einflussmatrix der Einflussfaktoren.....	94
Abbildung 20 Abmessungen der Regalanlage ARP12.....	97
Abbildung 21 Aufteilung Lagerbereich Mitte mit Regal .....	100

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Struktureller Aufbau der Bachelorarbeit .....	3
Tabelle 2 Übersicht grundlegender Begriffe .....	5
Tabelle 3 Grundlegende Lagerkennzahlen.....	6
Tabelle 4 Koordinaten zur Beschreibung von Lagerdimensionen .....	7
Tabelle 5 Beschreibung der Dimensionen von Lagerplätzen und Fachmodulen .....	7
Tabelle 6 Beschreibung der Dimensionen von Ladeeinheiten bzw. Ladungsträgern .....	8
Tabelle 7 Abmessungen der Rahmenhöhen der Europaletten.....	20
Tabelle 8 Abmessungen der Rahmenhöhen der Europaletten.....	21
Tabelle 9 Abmessungen der Euro Gitterbox .....	21
Tabelle 10 Abmessungen der KLT Ladungsträger .....	22
Tabelle 11 Abmessungen der KLT Lagereinheiten.....	22
Tabelle 12 Stapelfaktoren der Lagereinheiten.....	24
Tabelle 13 Lagerplatzhöhen der unteren zwei Etagen.....	25
Tabelle 14 Lagerplatzkapazitäten der Etagen 1 & 2.....	36
Tabelle 15 Lagerplatzkapazitäten der Etage 3.....	36
Tabelle 16 Lagerplatzkapazitäten der Etagen 1 & 2 des Regals 1.1 .....	37
Tabelle 17 Lagerplatzkapazitäten der Etage 3 des Regals 1.1 .....	37
Tabelle 18 Anzahl Lagerplätze mit / ohne Regal 1.1 .....	38
Tabelle 19 Kapazität der Regale (Euro Palette 1 Rahmen).....	38
Tabelle 20 Kapazität der Regale (Euro Palette 2 Rahmen).....	39
Tabelle 21 Kapazität der Regale (Euro Palette 3 Rahmen).....	39
Tabelle 22 Kapazität der Regale (Euro Gitterbox).....	39
Tabelle 23 Kapazität der Regale (Euro Paletten mit KLTs).....	39
Tabelle 24 Kapazität der Regale (KLTs).....	40
Tabelle 25 Kapazität der Regale (Industrie Palette 1 Rahmen).....	40
Tabelle 26 Kapazität der Regale (Industrie Palette 2 Rahmen).....	40
Tabelle 27 Kapazität der Regale (Industrie Palette 3 Rahmen).....	40
Tabelle 28 Kapazität Lagerbereich Mitte mit $C_y= 1$ .....	41
Tabelle 29 Kapazität Lagerbereich Nord-Ost mit $C_y= 1$ .....	41
Tabelle 30 Kapazität Lagerbereich Süd mit $C_y= 1$ .....	42
Tabelle 31 Gesamtkapazität der Blocklagerflächen .....	42
Tabelle 32 Gesamtaufnahmefähigkeit an KLTs durch die Blocklagerflächen.....	42
Tabelle 33 Gesamtkapazität des Einlagerorts 4013.....	43
Tabelle 34 Gesamtaufnahmefähigkeit an KLTs durch den Einlagerort 4013 .....	43

Tabelle 35 Legende der im Aktivitätendiagramm verwendeten Symbole .....	47
Tabelle 36 Verwendete statistische Kennwerte in der Prozessanalyse .....	48
Tabelle 37 Einzelne Zeitmessungen „Hinlaufen zum Lagerort (01)“ .....	51
Tabelle 38 Statistische Kennzahlen „Suchen des Lagerorts (02)“ .....	52
Tabelle 39 Statistische Kennzahlen „Identifizieren des Ladungsträgers (03)“ .....	52
Tabelle 40 Statistische Kennzahlen „Davor/Daraufstehende LT wegräumen (04)“ .....	52
Tabelle 41 Statistische Kennzahlen „LT auslagern (05)“ .....	53
Tabelle 42 Statistische Kennzahlen „Kommissionieren benötigter Mengen (06)“ .....	53
Tabelle 43 Statistische Kennzahlen „LT einlagern (07)“ .....	53
Tabelle 44 Statistische Kennzahlen „Davor/Daraufstehende LT wieder Hinräumen (08)“ .....	54
Tabelle 45 Statistische Kennzahlen „Kommissionierte Teile bereitstellen (09)“ .....	54
Tabelle 46 Statistische Kennzahlen „Dokumentieren des abgeschlossenen Kommissioniervorgangs“ .....	54
Tabelle 47 Detaillierte Analyse der einzelnen Prozessschritte .....	61
Tabelle 48 Anzahl kommissionierter Positionen pro Zeitraum .....	62
Tabelle 49 Insgesamt vermeidbare Personalkosten .....	62
Tabelle 50 Kosten der einzelnen Störungen .....	67
Tabelle 51 Gewählte Einflussbereiche im Ishikawa Diagramm .....	72
Tabelle 52 Anzahl in den Gängen stehende LT .....	75
Tabelle 53 Detaillierte Beschreibung der Problemursachen des Ishikawa Diagramms .....	81
Tabelle 54 Definition der Einflussfaktoren .....	85
Tabelle 55 Zusammengefasste Einflussfaktoren .....	85
Tabelle 56 Beschreibung der einzelnen Einflussfaktoren .....	92
Tabelle 57 Papiercomputer mit beschriebenen Einflussfaktoren .....	93
Tabelle 58 Lagerplatzkapazitäten kleine Blocklagerfläche mit $Cy=1$ .....	98
Tabelle 59 Gesamtkapazität der kleinen Blocklagerfläche .....	98
Tabelle 60 Anzahl Lagerplätze neue Regalreihe .....	99
Tabelle 61 Kapazität des neuen Regals Etage 1 & 2 .....	99
Tabelle 62 Kapazität des neuen Regals Etage 3 .....	99
Tabelle 63 Vergleich der neuen zur alten Kapazität nach Umsetzung des Soll-Konzepts .....	100
Tabelle 64 Vorgehensweise zur Identifizierung der Nulldreher .....	103
Tabelle 65 Abmessung Ladungsträger Karton .....	104
Tabelle 66 Vorgehen Feststellung der Lagereinheiten .....	106
Tabelle 67 Anzahl Lagereinheiten mit Nulldrehern .....	107
Tabelle 68 Gegenüberstellung Anzahl LT Nulldreher mit in den Gängen stehenden LT .....	109
Tabelle 69 Neue mittlere Arbeitszeiten nach Auslagerung der Nulldreher .....	111
Tabelle 70 Einsparung an vermeidbaren Personalkosten durch die Auslagerung der Nulldreher .....	111

Tabelle 71 Aktuell vermeidbare Gesamtkosten in der Lagerhalle .....	121
Tabelle 72 Gesamteinsparungen durch Auslagerung der Nulldreher.....	122
Tabelle 73 Gegenüberstellung aktueller Gesamtkosten zu den möglichen Einsparungen .....	123

## Formelverzeichnis

(1)	Bestimmung Anzahl Lagerplätze	26
(2)	Gesamtkapazität des Lagerbereichs a im Bezug auf die Lagereinheit b	33
(3)	Lagerplatzkapazität im Lagerbereich a für die Lagereinheit b	33
(4)	Arithmetisches Mittel	47
(5)	Standardabweichung	47
(6)	Minimum beobachteter Werte	48
(7)	Maximum beobachteter Werte	48
(8)	Mittlere Kommissionierzeit pro Position	48
(9)	Vermeidbare Personalkosten für die Kommissionierung	58
(10)	Kosten der Störung x	65

## Abstract

Die vorliegende Bachelorarbeit beschäftigt sich mit einem Teilelager der Voith Turbo GmbH & Co. KG am Standort Garching bei München. Es wird der Frage nachgegangen welche Probleme in den Auslagerungsprozessen der Lagerhalle identifiziert werden können, welche vermeidbare Kosten hierdurch entstehen und wie sich die Schwierigkeiten der Lagerhalle auf weitere Firmenbereiche auswirken. Ziel ist es herauszufinden, welche Ursachen für die beschriebenen Probleme auszumachen sind und welche Verbesserungskonzepte zu welchen Kosten vorgeschlagen werden können. Dieser Fragestellung wird mit Hilfe einschlägiger Fachliteratur, Experteninterviews, sowie Untersuchungen vor Ort nachgegangen. Es ist festzustellen, dass die Mitarbeiter in der Kommissionierung fast 40% ihrer durchschnittlichen Arbeitszeit mit eigentlich vermeidbaren Tätigkeiten verbringen, die durch fehlendes Wissen der Lagerorte, zu hohen Beständen und fehlender Prozess- bzw. Verantwortungsstrukturen hervorgerufen werden. Unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die im Materialfluss nachgelagerte Montage entstehen jährliche Mehrkosten in Höhe von ca. 180.000 €. In der vorliegenden Arbeit werden mehrere Konzepte vorgeschlagen, die helfen die aktuellen Schwierigkeiten zu lindern. Konkret wird dargelegt, wie die Verlagerung nicht bewegter Materialien zu einem externen Logistikdienstleister jährliche Einsparungen in Höhe von ca. 20.000 € ermöglicht. Dieses Soll-Konzept ist jedoch nicht als eine umfassende und alleinig zufriedenstellende Lösung anzusehen. Langfristig wird die Implementierung eines Lagerverwaltungssystems empfohlen. Die hierfür im Lager nötigen Voraussetzungen werden in dieser Ausarbeitung dargelegt.

## 1. Einleitung

„Eine ungewohnte Knappheit von wichtigen Rohstoffen und unverzichtbaren Zulieferteilen bremst die wirtschaftliche Erholung nach der Corona-Krise aus.“ Deshalb rechnen Logistik-Fachleute damit, dass „künftig wieder mehr Sicherheitspuffer in den Lagern“ der Unternehmen geschaffen werden müssen. (Fehr 2021). So beschreibt der Autor Mark Fehr in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung die aktuelle Situation, in der sich viele Unternehmen in Deutschland wiederfinden. Dabei wird dem Leser dieses Artikels schon nach den ersten Sätzen schnell klar, die pünktliche Zulieferung von Teilen und somit auch die internen und externen Logistikabläufe, sind für Unternehmen von essenzieller Bedeutung.

Auch diese Bachelorarbeit befasst sich mit dem Themenfeld der Logistik. Dabei wird der Blick jedoch nicht weiter (zum Glück!) auf die Auswirkungen der Corona-Pandemie oder die Störungen internationaler Handelsketten gerichtet sein, sondern begrenzt sich lokal auf den Firmenstandort von Voith Turbo in Garching bei München. Auch im lokal begrenzten Umfeld hat die Qualität der logistischen Abläufe immense Auswirkungen auf einen gesamten Unternehmensstandort. So konnte der Verfasser dieser Arbeit während eines Praktikums bei Voith Turbo im Bereich des operativen Einkaufs wiederholt beobachten, wie ein schlecht organisiertes Lager immer wieder zu Produktionsstörungen, bis hin zu -stillständen führen kann, welche durch verzögerte Auslagerungen und nicht mehr auffindbare Lagerobjekte hervorgerufen wurden. Diese Bachelorarbeit dient dazu, die aktuellen Schwierigkeiten dieses intern als „Halle 3“ bezeichneten Lagers näher zu betrachten. Dabei wird zu sehen sein, dass gerade in Zeiten internationaler Lieferkettenstörungen, der Blick auf die lokalbegrenzte Logistik nicht vergessen werden sollte, da gerade hier viele Schwachstellen und Möglichkeiten der Optimierung aufgefunden werden können.

### 1.1 Problemstellung und Zieldefinition

In dieser Abhandlung wird, wie bereits angerissen, der Blick auf ein Teilelager am Firmenstandort von Voith Turbo in Garching gerichtet. Dabei ist sowohl vorgesehen, den aktuellen Ist-Zustand und die hier auftretenden Schwierigkeiten einer detaillierten Betrachtung zu unterziehen, als auch den Blick auf potentielle Möglichkeiten der Optimierung zu richten. Um eine möglichst zielgerichtete und präzise Auswertung aktueller Probleme zu ermöglichen, wird dabei der Fokus dieser Arbeit auf die Auslagerung von Materialien aus dem Teillager gerichtet werden. Dies begründet sich damit, dass gerade eine nicht zufriedenstellende Auslagerung die lokalen Abläufe eines Firmenstandorts empfindlich stören kann.

Somit zielt diese Bachelorarbeit darauf ab, folgende konkrete Forschungsfragen zu beantworten:

- *Welche Schwierigkeiten können in der Auslagerung der Lagerhalle identifiziert werden, welche vermeidbaren Kosten rufen sie hervor, und wie wirken sich diese Probleme auf die im Materialfluss nachgelagerte Montage finanziell aus?*
- *Welche Ursachen sind für die beschriebenen Probleme verantwortlich und welche Maßnahmen können zu welchen Kosten vorgeschlagen werden?*

Wie zur Beantwortung dieser Fragen konkret vorgegangen wird, wird im nachfolgenden Unterkapitel näher erläutert.

## 1.2 Aufbau der Bachelorarbeit

Die folgende Tabelle stellt den strukturellen Aufbau dieser Ausarbeitung dar:

Ziel des Abschnitts	Konkrete Vorgehensweise
Vermittlung wichtiger Grundlagen der Logistik	In Kapitel zwei werden dem Leser für ein umfassendes Verständnis dieser Ausarbeitung zunächst wichtige Grundlagen aus der Logistik vermittelt. Diese umfassen sowohl wichtige Begriffe, Kennzahlen und Parameter, als auch grundlegende Aspekte zu Lager- und Kommissioniersystemen.
Vorstellung und Analyse Lagerhalle 3	In einem nächsten Schritt wird die zu analysierende Lagerhalle im Detail untersucht. Dabei wird zunächst genau definiert, wie sich der Untersuchungsbereich abgrenzen lässt. Darauf aufbauend werden alle relevanten Aspekte des Lagerobjekts detailliert betrachtet. Dazu werden die verwendeten Ladungsträger und Fördermittel beschrieben. Anschließend wird dargestellt, welche Bereiche des Lagergebäudes untersucht werden und wie diese Lagerbereiche im Detail aufgebaut sind.  Schließlich wird in Kapitel 4 die Kapazität des betrachteten Einlagerorts ermittelt. Diese Kapazitätsermittlung soll dem Leser der Arbeit helfen, die Dimension des Lagers besser greifen zu können und ermöglicht darüber hinaus auch die Bewertung eines der vorgeschlagenen Sollkonzepte. Die Analyse der Aufnahmefähigkeit schließt die grundlegende Beschreibung des Untersuchungsobjekts ab.

Prozessanalyse der Kommissionierungsabläufe	In Kapitel 5 wird nun die Auslagerung der Lagerhalle detailliert betrachtet. Hier wird dem Leser zunächst vorgestellt, wie eine typischer Auslagerungsprozesse abläuft. Auf Basis einer detaillierten Untersuchung der einzelnen Prozessschritte werden darauf aufbauend vermeidbare Arbeitsschritte identifiziert und die dadurch hervorgerufenen Personalkosten ermittelt.
Analyse der Servicequalität	In Kapitel 6 erfolgt eine Analyse der Qualität der Belieferung des Kundens der Lagerhalle. Dabei wird untersucht, wie häufig Störungen und Stillstände in der Montage auftreten, für die die Halle 3 verantwortlich zu machen ist. Im Zuge dieser Analyse werden auch die hier entstehenden, vermeidbaren Personalkosten ermittelt.
Untersuchung der Ursachen der Probleme bei der Teilebereitstellung durch die Lagerhalle	Kapitel 7 bestimmt und bewertet mögliche Ursachen, die für die in Kapitel 5 und 6 untersuchten Probleme verantwortlich sind. Auf Basis dieser Auswertung werden in den darauffolgenden Kapiteln mögliche Sollkonzepte betrachtet.
Vorstellung und Auswertung möglicher Sollkonzepte	Schließlich werden in den Kapiteln 8-10 zunächst mögliche Verbesserungsideen vorgeschlagen. Diese werden in einem nächsten Schritt auf ihre Sinnhaftigkeit, ihren Nutzen und die entstehenden Kosten untersucht.
Handlungsempfehlung und Ausblick	Die Bachelorarbeit wird mit einer rückblickenden Zusammenfassung und einem Ausblick auf das empfohlene weitere Vorgehen abgerundet.

*Tabelle 1 Struktureller Aufbau der Bachelorarbeit*

### 1.3 Vorstellung der Firma Voith

Diese Bachelorarbeit wurde in Kooperation mit der Voith Turbo GmbH & Co KG am Standort Garching bei München erstellt. Voith Turbo ist einer von drei Konzernbereiche des Voith Konzerns mit Sitz in Heidenheim. Der Mutterkonzern wurde 1867 als Familienunternehmen gegründet und beschäftigt heute ca. 20.000 Kollegen an über 60 Standorten weltweit. Die Firma zeichnet sich vor allem durch ihre innovativen Produkte aus, die in einer großen Bandbreite an Märkten zu finden sind. So entwickelt und produziert das Unternehmen Produkte für den Energiemarkt, den Öl & Gas Markt, den Papiermarkt, den

Rohstoffmarkt und ist auch im Bereich Transport & Automotive tätig (Voith GmbH & Co. KGaA 2021,, ).

Der Konzernbereich Voith Turbo ist dabei auf die Produktion von Fabrikaten im Bereich Transport und Automotive ausgerichtet. Auch hier kann die Firma eine große Bandbreite an bedienten Branchen aufweisen, die die Marktbereiche Industrie, Schiene, Straße und Marine umfassen. Am Standort Garching werden hierbei die nachfolgende sechs Bauteilgruppen für den Bereich Straße hergestellt: verlustfreie Bremssysteme (Retarder), Turbo-Retarder-Kupplungen, (Schwingungs)dämpfer, Luftkompressoren, Turbosysteme und Automatikgetriebe (Voith Turbo GmbH & Co. KG. 2021).

Die folgenden Abbildungen zeigen beispielhaft in Garching hergestellte Produkte. Wichtig zu erwähnen ist, dass die Eigenschaften der Bauteile in den hier durchgeführten Analysen und Auswertungen nicht weiter von Relevanz sein werden.



*Abbildung 1 Am Standort Garching hergestellte Produkte (von links: Automatikgetriebe, Retarder, Luftkompressor, Dämpfer) (Voith Turbo GmbH & Co. KG. 2021)*

## 2. Literaturrecherche

### 2.1 Grundlegende Begriffe, Kennzahlen und Parameter

Um ein Lager möglichst präzise und unmissverständlich beschreiben zu können, ist eine Definition von grundlegenden Kennzahlen, Parametern und Begriffen essenziell. Diese Arbeit orientiert sich hierbei an Timm Gudehus „Logistik; Grundlagen, Strategien und Anwendungen“.

Zunächst werden hier verwendete, allgemeingültige Bezeichnungen vorgestellt:

Bezeichnung	Definition
Lagereinheit / Ladeinheit 1 [LE]	„Eine Lagereinheit ist eine logische Zusammenfassung einer oder mehrerer Materialmengen (...), die innerhalb eines Lagers als zusammengehörige Einheit verwaltet werden können“ (SAP Help Portal k.A., S. 572).  „[Sie] besteht meist aus einem Ladungsträger, der die Artikeleinheiten enthält.“ (Gudehus 2010, S. 586)
Ladungsträger 1 [LT]	Ladungsträger werden verwendet, um ungleichförmige Artikel zu bündeln und gleichartige Lagereinheiten zu bilden. (Gudehus 2010, S. 586)
Lagerplatz 1 [LP]	Ein Lagerplatz kann „ein klar definierter Bereich in bspw. einem Blockplatzlager oder Regal sein.“ (Gudehus 2010, S. 579)
Fachmodul 1 [FM]	„Ein Fachmodul kann einen oder mehrere Lagerplätze enthalten und zeichnet sich durch eine ununterbrochene Lagerfläche zwischen zwei Regalrahmen aus.“ (Gudehus 2010, S. 579)
Einzelplatzlager	Auf jedem Lagerplatz kann genau eine Ladeinheit stehen, die sich im direkten Zugriff befindet. (Gudehus 2010, S. 573)
Mehrfachplatzlager	Es können pro Lagerplatz mehrere Ladeinheiten eingelagert werden. Dabei ist nur die „oberste der Auslagerseite zugewandte Einheit ohne Umlagerung direkt erreichbar.“ (Gudehus 2010, S. 573)

*Tabelle 2 Übersicht grundlegender Begriffe*

Neben den aufgeführten Begriffen sind auch verschiedene Kennzahlen zur Beschreibung grundlegender Lagerkennzahlen essenziell. Diese werden im Folgenden näher definiert (Gudehus 2010, S. 572f.):

Bezeichnung	Definition	Variable	Einheit
Anzahl Lagerplätze	Anzahl vorhandener Lagerplätze im Lagerbereich a	$N_{LP(a)}$	[LP]
Stapelläge	Die maximale Anzahl an Ladeeinheiten, die auf einem Lagerplatz nebeneinanderstehen können.	$C_x$	[LE]
Stapelfaktor	Die maximale Menge an Ladeeinheiten, die auf einem Platz übereinandergestapelt werden können.	$C_y$	[LE]
Stapeltiefe	Die maximale Menge an Ladeeinheiten, die hintereinander auf einem Lagerplatz angeordnet werden können.	$C_z$	[LE]
Lagerplatzkapazität	Maximale Anzahl an Lagereinheiten, die auf einem Lagerplatz eingelagert werden können.	$C_{LP}$	[LE]
Lagerkapazität	Die Lagerkapazität bezeichnet „die maximale Anzahl von LE, die ein Lager aufnehmen kann“ (Arnold und Furmans 2009, S. 176)	$C_{Ges}$	[LE]

*Tabelle 3 Grundlegende Lagerkennzahlen*

Mit den aufgeführten Daten kann ein Lagerbereich bereits recht weitreichend in Bezug auf eingelagerte Lagereinheiten und Kapazitäten dargestellt und beschrieben werden. Jedoch ist bis zu diesem Punkt noch keine präzise Aussage über Abmessungen von Lagerdimensionen oder Lagerplätzen etc. möglich.

Um Lagerdimensionen eindeutig beschreiben zu können, führt Gudehus folgende Lagerkoordinaten ein, welche auch in dieser Arbeit so Anwendung finden werden (Gudehus 2010, S. 572f.):

- x – Koordinate: Horizontalrichtung parallel zum Bedienungsgang
- y – Koordinate: Vertikalrichtung senkrecht zum Gang
- z – Koordinate: Horizontalrichtung senkrecht zum Bedienungsgang

Die folgende Grafik hilft die Ausrichtung der Koordinaten besser zu verstehen:

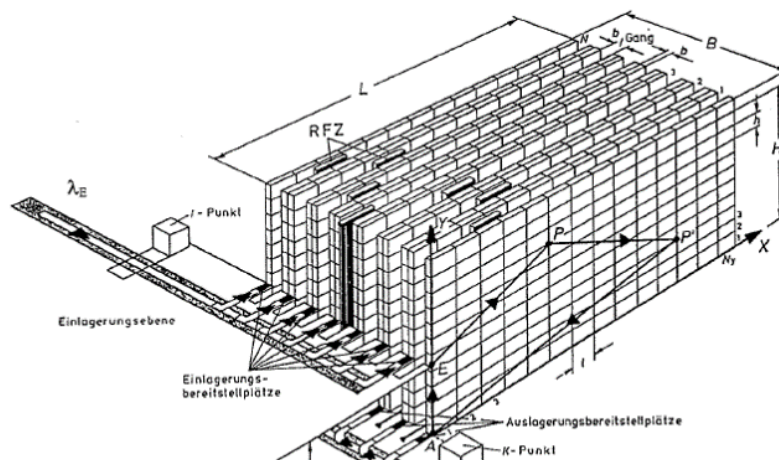


Abbildung 2: Koordinaten in einem Regallager (Gudehus 2010, S. 572)

	Parameter	Lagerkoordinaten	Einheit
Länge eines Lagerbereichs	L	x – Koordinate	[Meter]
Breite eines Lagerbereichs	B	z – Koordinate	[Meter]
Höhe eines Lagerbereichs	H	y – Koordinate	[Meter]

Tabelle 4 Koordinaten zur Beschreibung von Lagerdimensionen

Neben den Lagerdimensionen selbst, werden auch die Abmessungen der Lagerplätze und Fachmodule analog zu den Lagerkoordinaten beschrieben:

	Parameter	Lagerkoordinaten	Einheit
Länge eines Lagerplatzes	$l_{LP}$	x – Koordinate	[Millimeter]
Tiefe eines Lagerplatzes	$b_{LP}$	z – Koordinate	[Millimeter]
Höhe eines Lagerplatzes	$h_{LP}$	y – Koordinate	[Millimeter]
Länge eines Fachmoduls	$l_{FM}$	x – Koordinate	[Millimeter]
Tiefe eines Fachmoduls	$b_{FM}$	z – Koordinate	[Millimeter]
Höhe eines Fachmoduls	$h_{FM}$	y – Koordinate	[Millimeter]

Tabelle 5 Beschreibung der Dimensionen von Lagerplätzen und Fachmodulen

Bezüglich der Fachmodule werden nur die Innenmaße relevant sein. Die anderen Dimensionen, wie sie Gudehus beschreibt (Gudehus 2010, S. 579), bspw. die Außenmaße der Fachmodule, werden hier aus Relevanzgründen nicht näher betrachtet werden.

Die Abmessungen der Ladeeinheiten bzw. der Ladungsträger werden mit folgenden Parametern definiert. Eine Angabe der Lagerkoordinaten ist hier nicht sinnvoll, da die Paletten verschieden orientiert eingelagert werden können. In dieser Abhandlung wird die längere Seite des Ladungsträgers, respektive der Ladeinheit, als die „Länge“ angesehen (vgl. Gudehus 2010, S. 587).

	Parameter	Einheit
Länge der Ladeinheit	$l_{LE}$	[Millimeter]
Breite der Ladeinheit	$b_{LE}$	[Millimeter]
Höhe der Ladeinheit	$h_{LE}$	[Millimeter]
Länge des Ladungsträgers	$l_{LT}$	[Millimeter]
Breite des Ladungsträgers	$b_{LT}$	[Millimeter]
Höhe des Ladungsträgers	$h_{LT}$	[Millimeter]

Tabelle 6 Beschreibung der Dimensionen von Ladeeinheiten bzw. Ladungsträgern

## 2.2 Grundlegende Aspekte zu Lager- und Kommissioniersystemen

Neben grundlegenden Begriffen, Kennzahlen und Parametern, die zur klaren Beschreibung und Definition von Lagerräumen benötigt werden, sollen in diesem Unterkapitel weitere Aspekte zu Lager- und Kommissioniersystemen betrachtet werden. Dabei ist es nicht das Ziel dieses Kapitels, alle momentan in der Industrie verwendeten Lageraspekte aufzuführen, sondern stattdessen den Fokus auf die für das untersuchte Lager relevanten logistischen Grundlagen zu legen.

### 2.2.1 Unterscheidbare Lagerarten

Im Sachbuch „Logistik; Wege zur Optimierung der Supply Chain“ werden die folgenden grundlegenden Lagerarten unterschieden: Blocklager, Fach-Regallager, Paletten-Regallager, Durchlauf-Regallager, Verschiebe-Regallager und Parternoster-Regallager (Schulte 2016, S. 240ff.).

In der zu untersuchenden Lagerhalle sind wie später zu sehen sein wird nur die Lagertypen Blocklager und Fachregallager von Relevanz. Deshalb finden nur diese Lagerarten hier eine nähere Betrachtung. Dabei werden die beiden Lagerarten definiert und ihre Vor- und Nachteile gegenüber gestellt.

#### 2.2.1.1 Blocklager

„Bei der Blocklagerung werden die Lagergüter auf dem Fußboden in großflächigen Blocks aufbewahrt“ (Schulte 2016, S. 240). Blocklager sind insbesondere dann als geeignete Form der Lagerung anzusehen,

wenn ein „geringerer Sortimentsumfang vorliegt und große Mengen je Artikel gelagert werden“. Bei einem umfangreichen Sortiment empfiehlt Christof Schulte die Aufteilung des Blocklagers in Zeilen, wodurch eine bessere Zugänglichkeit ermöglicht wird. Diese Art der Blocklagerung bezeichnet Schulte dabei als „Zeilenlager“ (Schulte 2016, S. 241f.). Wie zu sehen sein wird, finden sich im Untersuchungsobjekt jedoch nur Blocklager und keine Zeilenlager.

Die klaren Vorteile eines Blocklagers sind die vergleichsweise geringen Investitionskosten, da hier nur Farbmarkierungen zur Abgrenzung der Lagerfläche benötigt werden, und keine umfangreiche Lageranlage eingerichtet werden muss. Auch spricht für ein Blocklager, dass das vorhandene Raumvolumen befriedigend ausgenutzt wird, da die einzelnen Ladeeinheiten direkt aufeinandergestellt werden können und keine Abstände wegen Lageranlagen etc. eingehalten werden müssen. Weitere Vorteile sind der minimale Personalbedarf und die geringe Störanfälligkeit dieser Lagerart (Schulte 2016, S. 241).

Dem gegenüber stehen eingeschränkte Möglichkeiten der Automatisierung. Auch ist eine Direktentnahme „nur im Randbereich des Blocks möglich“. Dies hat zur Folge, dass sich eine Bestandsführung bzw. -kontrolle als schwierig gestaltet, da nicht jedes Lagerobjekt direkt einsehbar ist (Schulte 2016, S. 241). Gerade deshalb ist eine genaue Dokumentation der in einem Blocklager eingelagerten Materialien essenziell, um lange Suchaufwände etc. zu verhindern.

Die folgende Abbildung zeigt ein Blocklager aus der Quer- und Aufsicht:

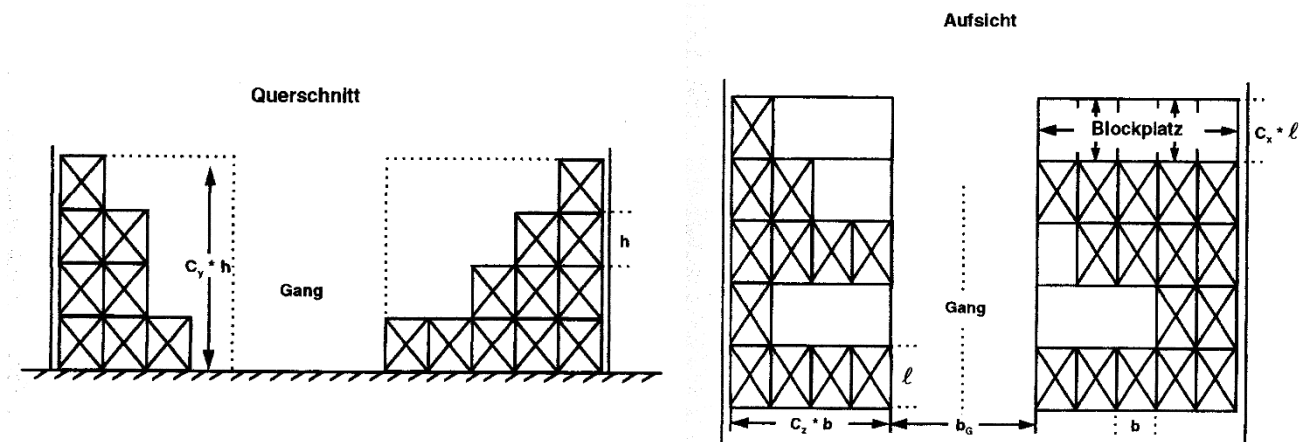


Abbildung 3 Blocklager in Quer- und Aufsicht (Gudehus 2010, S. 575)

### 2.2.1.2 Fachregallager

Gudehus beschreibt Fachregallager folgendermaßen: Sie „bestehen aus einzelnen Fachmodulen (FM), die (...) einen oder mehrere Lagerplätze enthalten. Die Fachmodule sind (...) in einer Regalkonstruktion nebeneinander und übereinander (...) zusammengefügt“ (Gudehus 2010, S. 579). Die folgende Abbildung zeigt ein Fachregal aus der Front- und Querschnittsicht:

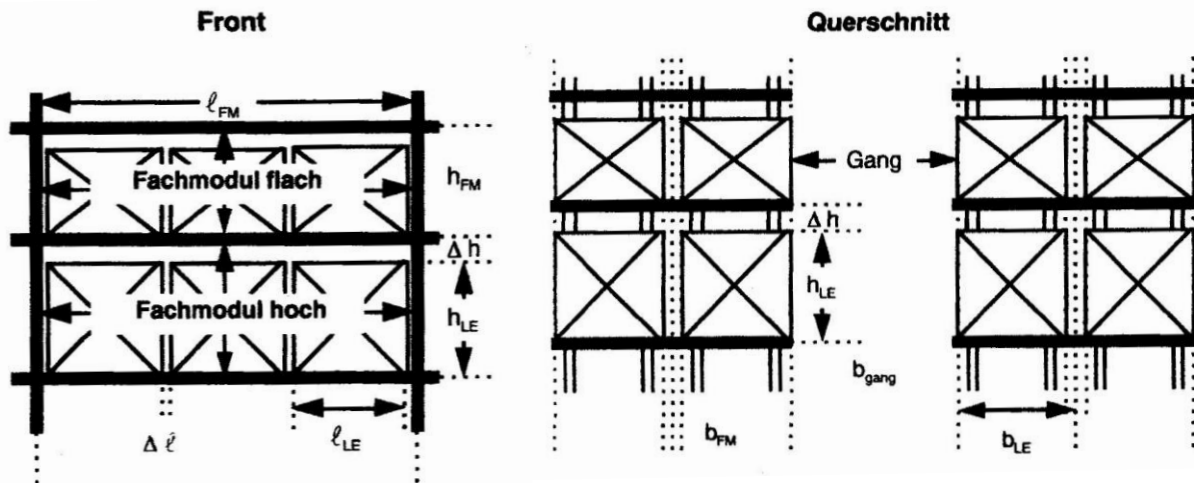


Abbildung 4 Fachregallager aus Front- und Quersicht (Gudehus 2010, S. 579)

Schulte dahingegen unterscheidet grundsätzlich zwischen Fachregallager und Paletten-Regallager. Diese unterscheiden sich laut Schulte darin, dass bei Fachregallagern die Lagerung „auf geschlossenen Fachböden aus Stahlblech oder Holz auf mehreren Ebenen“ vorgenommen wird, während die Paletten-Regallager „meist keine Regalböden, sondern Auflageträger, auf die die Ladeeinheiten abgesetzt werden“ enthalten (Schulte 2016, S. 242). Auch wenn in das in Kapitel 3.4.1 aufgeführte Regallager nur palettierte Einlagerungen stattfinden, handelt es sich dennoch um ein Fachregallager. Grund hierfür ist, dass die Ladeeinheiten auf Metallgittern aufliegend im Regal aufbewahrt werden (Schulte 2016, S. 242).

Fachregallager zeichnen sich durch eine „direkte Zugriffsmöglichkeit zu jedem Artikel“ aus, und eignen sich deshalb für hohe Umschlagsleistungen. Auch sind sie kaum störanfällig, ermöglichen eine gute „Ordnungsmöglichkeit und Bestandskontrolle“ und rufen, abhängig von der gewählten Ausstattung der Regalanlage, mittel hohe Investitionskosten hervor. (Schulte 2016, S. 245).

Als Nachteilhaft muss vor allem angebracht werden, dass ein Fachregallager „teilweise [zu] ungünstige[n] Greifpositionen für Bedienungspersonal“ führt, ein „hoher Personalaufwand bei manueller Bedienung“ zu verzeichnen ist und der hohe Flächenbedarf zu einer „geringe[n] Raumnutzung bei manueller Regalbedienung“ führt (Schulte 2016, S. 242).

### 2.2.2 Lager-Belegungsstrategie

Neben der Art und dem Aufbau eines Lagers, können auch verschiedene Arten der Belegung, die sogenannten Belegungsstrategien, unterschieden werden. Gudehus unterscheidet hierbei neun verschiedene Belegungsstrategien (vgl. Gudehus 2010, S. 598f.). In dieser Literaturrecherche werden dabei nur die Belegungsstrategien Beachtung finden, die in der untersuchten Lagerhalle ansatzweise verfolgt werden.

Die erste der relevanten Lagerbelegungsarten ist die feste Lagerplatzzuordnung. Bei dieser Lagerorganisation werden „für den maximal zu erwartenden Lagerbestand jedes Artikels (...) Lagerplätze fest reserviert, die nicht durch Ladeeinheiten anderer Artikel belegt werden dürfen“ (Gudehus 2010, S. 598).

Die zweite Lager-Belegungsstrategie ist dagegen die freie bzw. chaotische Lagerplatzzuordnung. Hier werden „frei werdende Lagerplätze (...) für die nächste einzulagernde Ladeinheit genutzt, unabhängig davon, welcher Artikel darin enthalten ist“ (Gudehus 2010, S. 599). Diese Lagerorganisation ermöglicht „eine effizientere Nutzung der Kapazitäten“ (Schulte 2016, S. 274). Da hierbei jedoch der genaue Standort der Artikel nicht vordefiniert ist, muss eine Lagerplatz Dokumentation (bspw. mit Hilfe eines Lagerverwaltungssystems) erfolgen.

Schließlich ist im Untersuchungsobjekt teilweise auch die zonenweise feste Lagerordnung aufzufinden. Bei dieser Lagerorganisation werden „bestimmte Lagerzonen (...) für die Lagerung definierter Warengruppen reserviert“ (Gudehus 2010, S. 599).

Nun wurden sowohl die grundsätzlich unterscheidbaren Lagerarten sowie verschiedene Möglichkeiten der Lagerorganisation aufgeführt. Doch wie läuft in einem Lager die Ein- bzw. Auslagerung ab? Diese Frage wird im nächsten Unterkapitel beantwortet.

### 2.2.3 Gestaltung der Kommissionierung

In dieser Abhandlung wird der Fokus fast ausschließlich auf der Auslagerung von Materialien aus der Lagerhalle gelegt werden. Deshalb wird auch in dieser Literaturrecherche hauptsächlich die Auslagerung von Materialien näher betrachtet.

Bei der Kommissionierung „unter Einsatz von Menschen“ werden grundsätzlich „zwei alternative Methoden unterschieden“ (Schulte 2016, S. 271): die statische Kommissionierung, auch „Person zur Ware“ genannt und die dynamische Auslagerung „Ware zur Person“. Bei letzterer Methode werden die gewünschten Lagereinheiten vom Lagerplatz hin zum Kommissionierer bewegt. Die nachfolgende Darstellung stellt diese Unterscheidung beispielhaft dar:

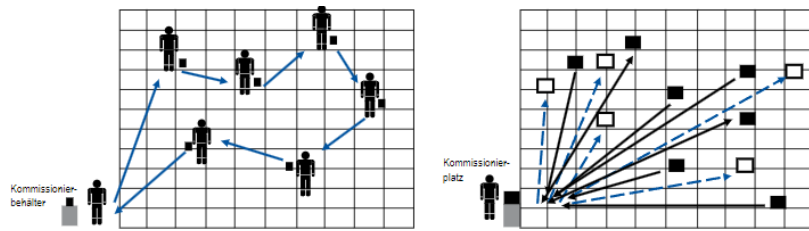


Abbildung 5 Statische (links) und dynamische (rechts) Warenbereitstellung (Schulte 2016, S. 272)

Da im untersuchten Lagergebäude nur das System der statischen Warenbereitstellung aufzufinden ist, wird nur diese Kommissioniermethode eine nähere Betrachtung finden. Bei dieser Vorgehensweise der Auslagerung entnimmt der Kommissionierer eine Teilmenge aus dem Regal. Dabei können „durch die vorherige Bestimmung der Kommissionierreihenfolge (...) die Wege des Kommissionierers minimiert werden“ (Schulte 2016, S. 271). Zusätzlich zur eigentlichen Entnahme fallen laut Schulte noch weitere Aufgaben an, wie die Klärung des Lagerorts des Materials, das „Finden des Weges zu diesem Lagerorts“, der „Gang zu diesem Lagerort“, sowie die „Identifikation des Lagerfaches, aus dem das Material zu entnehmen ist“ (Schulte 2016, S. 271). Wie momentan ein beispielhafter typischer Auslagerungsvorgang im untersuchten Lager abläuft, wird in Kapitel 5.1.3 detailliert beschrieben.

#### 2.2.4 Verschiedene Fördermittel im Lagerraum

Im letzten Unterkapitel wurde beschrieben, dass in dieser Arbeit und im untersuchten Lagergebäude nur die statische Warenbereitstellung vorzufinden ist. Dies bedeutet also, dass die Waren bei der (Ein-) und Auslagerung zum Lagerplatz (hin bzw.) wegtransportiert werden müssen. Mit welchen Fördermitteln wird die Ware dabei transportiert?

Hierfür werden sogenannte unstetige Fördermittel verwendet. Diese Fördermittel sind beweglich und „arbeiten intermittierend bei in der Regel frei wählbarer Bewegungsrichtung“ (Schulte 2016, S. 211). Schulte unterscheidet dabei zwischen flurgebundenen und flurfreien, sowie gleislosen bzw. spurgeführten Unstetigförderern.

Flurfreie Unstetigförder sind beispielsweise Krane und Elektrohängebahnen, da sie keinen Kontakt zum Boden benötigen (vgl. Schulte 2016, S. 220ff.). Eine solche Art der Fördermittel findet in dieser Ausarbeitung jedoch keine weitere Beachtung, weshalb hier von einer detaillierten Ausarbeitung abgesehen wird. Auch gleisgebundene, also nicht frei bewegbarer Fördermittel, werden in der Lagerhalle nicht verwendet und somit nicht weiter beachtet.

In dieser Ausarbeitung sind nur flurgebundene, gleislose Fördermittel von Relevanz. „Gleislose Flurförderzeuge werden (...) verwendet, wenn ein hohes Maß an Flexibilität und die Freihaltung der Verkehrswege von fest installierten Einrichtungen gefordert werden“ (Schulte 2016, S. 212). Grundsätzlich werden dabei viele verschiedene Flurförderzeuge am Markt angeboten, welche durch eine Vielzahl an „unterschiedlichen Anbau- bzw. Greifvorrichtungen eine große Variationsbreite auf[weisen]“ (Schulte 2016, S. 213). Im untersuchten Lager werden dabei zwei Flurförderzeuge verwendet: Gabelstapler und Gabelhubwagen. Gabelstapler „zeichnen sich durch eine extrem hohe Flexibilität aus“, da sie „keinen Einschränkungen durch das Layout oder durch vorgegebene Wege und Strecken“ unterliegen (Schulte 2016, S. 213):



- 
- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| • flurgebunden    | • frei verfahrbar |
| • manuell bedient | • Einzelantriebe  |

*Abbildung 6 Beispielhafte Darstellung eines Gabelstaplers (Schulte 2016, S. 214)*

Wie erwähnt werden neben den Gabelstaplern auch Gabelhubwagen im Untersuchungsobjekt verwendet. Die verwendeten Gabelhubwagen können dabei auch Paletten in der höchsten Etage des Fachregallagers (vgl. Kapitel 3.4.1) ein- und auslagern und verfügen über einen elektrischen Antrieb, was auch das Bewegen schwerer Ladeeinheiten sicher ermöglicht. Die folgende Abbildung zeigt ein vergleichbares Fördermittel, wie es auch von den Mitarbeitern in der Lagerhalle benutzt wird:



*Abbildung 7 Elektrischer Hochhubwagen (hub-technik24.de 2022)*

### 2.2.5 Verschiedene Ausbaustufen von Kommissioniersystemen

Schulte führt verschiedene Möglichkeiten auf, wie die für die Entnahme relevanten Informationen übermittelt werden können: sie können entweder „Beleggebunden (Papierkommissionierung), oder beleglos (teilautomatisierte Kommissionierung)“ an den verantwortlichen Lagermitarbeiter transferiert werden (Schulte 2016, S. 277).

Die schriftlichen Belege erfordern „vom Personal gelesen und Position für Position abgearbeitet [zu]werden“. Hier bietet sich ein Ansatzpunkt zur Optimierung, indem der zeitintensive Lesevorgang durch das beleglose Kommissionieren eliminiert wird (Schulte 2016, S. 278).

Wenn die benötigte Hardware vorhanden ist, bieten sich verschiedene Möglichkeiten der beleglosen Auslagerung. Diese beinhalten bpsw. Datenterminals zur mobilen Datenerfassung, sowie Pick-by-Voice-, Pick-by-Vision-, Pick-by-Light-, sowie Pick-by-Balance-Systeme. Wie genau diese Systeme funktionieren, und welche Vor- und Nachteile sie bieten, wird bei Christof Schulte im Detail erörtert (siehe Schulte 2016, S. 277ff.). Wie zu lesen sein wird, sind die momentanen Probleme in der Lagerhalle von deutlich grundlegenderer Natur. Hier ist zum jetzigen Zeitpunkt, aus Sicht des Verfassers dieser Arbeit, nicht einmal ansatzweise an die Implementierung belegloser Kommissioniersysteme zu denken. Deshalb erscheint es als nicht zielführend an dieser Stelle detaillierter auf die verschiedenen teilautomatisierten Möglichkeiten der Kommissionierung einzugehen.

An stattdessen soll hier zunächst der Blick auf eine grundlegende Voraussetzung für beleglose Kommissioniersysteme geworfen werden: die Einführung eines digitalen Systems, das die Einlagerungsorte der verschiedenen Materialien zentral überblickt und in die Ein- und Auslagerungsabläufe eingebunden

ist. Systeme, die diese Funktionen beinhalten werden als Lagerverwaltungssysteme bezeichnet. Grundlegende Eigenschaften und Vorteile einer solchen Lagerdigitalisierung werden im nächsten Unterkapitel vorgestellt.

### 2.2.6 Lagerverwaltungssysteme

Die Firma „proLogistik GmbH & Co KG“, die selbst eigene Lagerverwaltungssysteme (LVS) zum Verkauf anbietet, definiert Lagerverwaltungssysteme folgendermaßen: „Ein Lagerverwaltungssystem (LVS) ist quasi der Herzschrittmacher eines jeden Lagers. Im engeren Sinne handelt es sich hierbei um ein bestandsführendes System, das die korrelierenden Abhängigkeiten zwischen Beständen (...) sowie der physischen Ebene (Lagerort, Lagerfach (...)) abbildet und verwaltet.“ Dabei schafft das LVS „Transparenz, aufwändiges Suchen entfällt“ und eine deutliche Steigerung der Lieferqualität ist festzustellen. Des Weiteren wird eine „chaotische Lagerplatzverwaltung“ möglich (proLogistik GmbH + Co KG 2022).

Christof Schulte beschreibt dazu in „Logistik; Wege zur Optimierung der Supply Chain“ die Funktionen eines LVS folgendermaßen (Schulte 2016, S. 258):

- „Zuordnung von Einlagerungsaufträgen zu Leerfächern,
- Zuordnung von Auslagerungsaufträgen zu Ladeeinheiten,
- (...)
- Führung des Lagerabbildes (Leerfächer und belegte Fächer),
- Fortschreibung aller Mengen der ein- und ausgelagerten Artikel.“

Zusammenfassend wird also ersichtlich, dass es sich bei einem Lagerverwaltungssystem um ein System handelt, das alle Ein- und Auslagerungsaktivitäten überblickt, steuert und einen ständigen Überblick über die Bestände und Lagerorte der einzelnen Materialien behält. In den folgenden Kapiteln wird immer wieder auf das Thema des LVS verwiesen werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass zumindest diese hier vorgestellten grundlegenden Funktionen durch die Implementierung eines solchen Systems ermöglicht werden.

### 3. Vorstellung Lagerhalle 3

Bevor in den nachfolgenden Kapiteln konkrete Untersuchungen bzgl. der Lagerhalle erfolgen, wird dem Leser hier die Lagerhalle zunächst vorgestellt. Dabei erfolgt anfangs eine genaue Abgrenzung des Untersuchungsobjekts, bevor darauf aufbauend grundlegende Aspekte, wie die relevanten Bereiche im Gebäude, die verwendeten Lagerarten, Ladungsträger und Lagerbediengeräte vorgestellt werden. Für eine umfassende Vorstellung der Lagerhalle wird auch in Kapitel 4 die Aufnahmefähigkeit und damit die Kapazität des Einlagerorts 4013 ermittelt, da hierfür keine Daten vorliegen.

#### 3.1 Abgrenzung des Untersuchungsobjekts

Die in dieser Abhandlung untersuchte Lagereinrichtung wird firmenintern häufig als „Halle 3“ oder „Lagerhalle 3“ bezeichnet. Diese Bezeichnung wird auch in dieser Arbeit verwendet. Wie auf den folgenden Seiten jedoch zu sehen sein wird, befinden sich im untersuchten Gebäude zwischen den Lagerbereichen auch noch andere Bereiche, die nicht Teil dieser Ausarbeitung sind. Deshalb erscheint es als sehr wichtig, gleich zu Beginn der Bachelorarbeit klar aufzuzeigen, auf welcher Basis die Abgrenzung der Untersuchungsbereiche von anderen im gleichen Gebäude befindlichen Bereichen erfolgt:

Die Abgrenzung der Untersuchungsbereiche von den anderen sich in der Lagerhalle befindlichen Bereiche basiert auf der Definition der Lagerbereiche, wie sie im ERP System (SAP) von Voith hinterlegt sind. Alle Lagerflächen, auf denen Teile mit dem Einlagerort 4013 eingelagert werden, sind Teil der Untersuchungen dieser Abhandlung. Alle anderen Bereiche werden in dieser Arbeit keinen weiteren Betrachtungen unterliegen. Somit wird, wenn von der „Halle 3“ oder dem „Einlagerort 4013“ oder der „Lagerhalle 3“ die Rede ist, immer nur auf die Lagerflächen Bezug genommen, die unter die eben genannte Definition fallen.

Die folgende Abbildung zeigt die Position der Lagerhalle auf dem Firmengelände des Voith Turbo Werks in Garching.

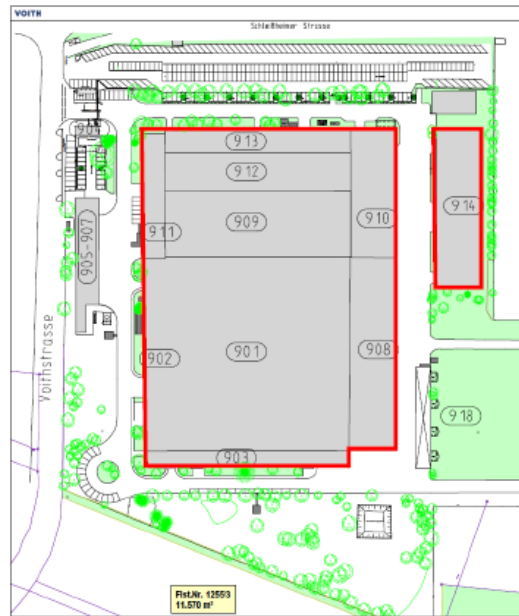


Abbildung 8 Lageplan Voith Turbo Garching (Voith Turbo GmbH & Co. KG. 2021)

Alle Lagerflächen des SAP Einlagerorts 4013 befinden sich in dem im mit den Ziffern „914“ versehenen Gebäude. Es ist klar zu erkennen, dass es sich um ein alleinstehendes, physisch getrenntes Gebäude handelt. Im Areal zwischen dem Gebäude „914“ und dem Bereich „910“ erfolgt die Entladung neu angelieferter Materialien aus den LKWs. Die in dieser Arbeit immer wieder aufgeführte Abteilung „Wareneingang“ (WE) ist im Bereich „910“ des Hauptgebäudes anzutreffen.

Nun sind die Standorte des Gebäudes, in dem sich die relevante Lagerfläche der Halle 3 befindet, sowie weitere in dieser Arbeit erwähnten Firmenbereiche bekannt. Als nächstes wird mit der Abbildung 9 ein detaillierter Blick auf den Aufbau des Gebäudes „914“ geworfen. Dabei werden die einzelnen zu unterschiedlichen Bereiche zur klaren Definition und Abgrenzung markiert und mit Zahlen versehen. Wichtig zu beachten ist, dass diese Markierungen nicht maßstabsgetreu erfolgen, sondern nur einen Überblick über die verschiedenen Bereiche ermöglichen sollen.

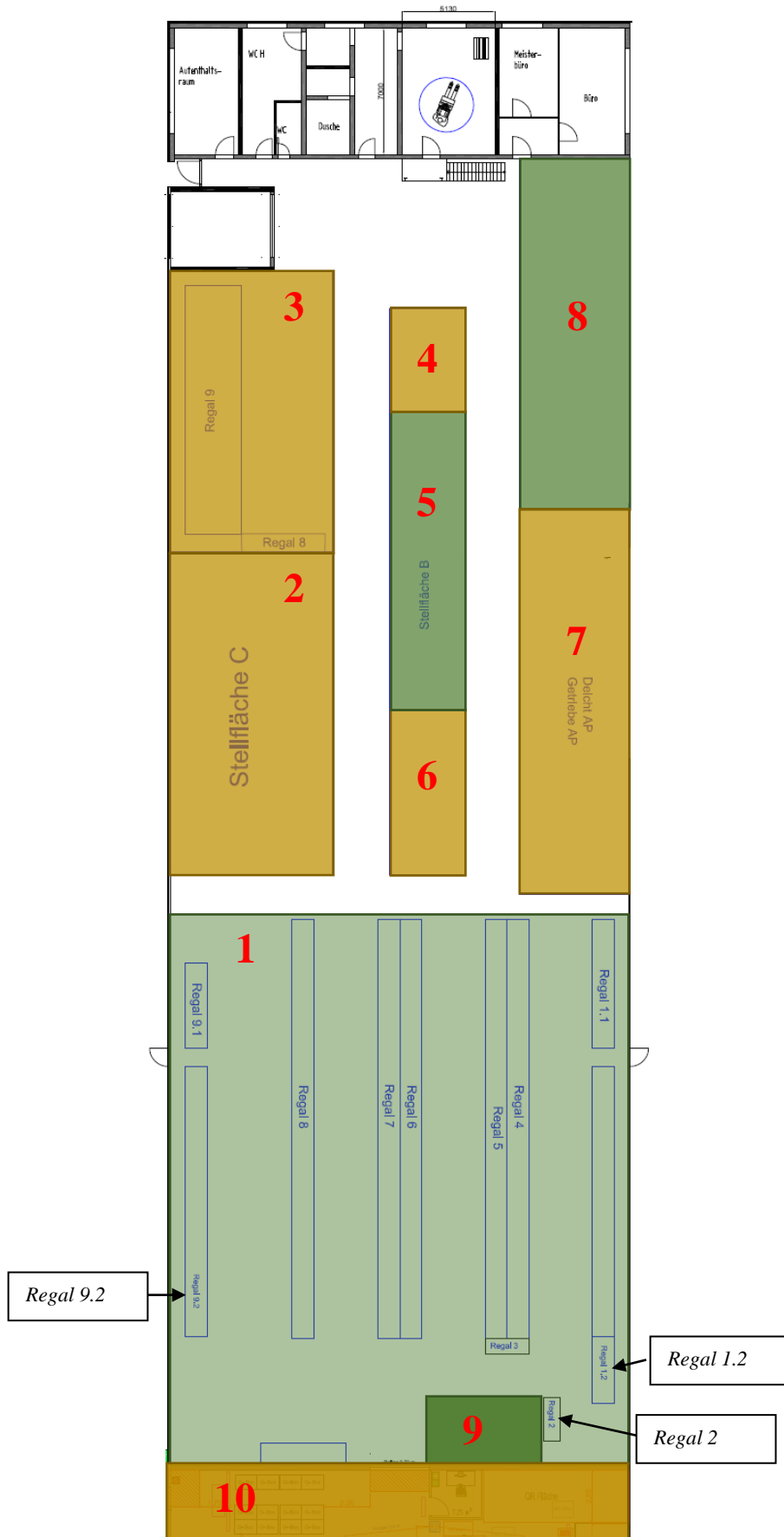


Abbildung 9 Layout Gebäude 914 (Voith Datenbank)

Es wird auf einen Blick unmittelbar ersichtlich, dass viele verschiedene Bereiche in der Lagerhalle anzutreffen sind. Insgesamt lassen sich zehn verschiedene Bereiche unterscheiden, von denen nur die mit der Farbe Grün versehenen Bereiche als Teil des Einlagerorts 4013 anzusehen sind:

1. Fachregallager (*Einlagerort 4013*)
2. Blocklagerfläche für Verpackungen
3. Umpackbereich für das Hochregallager
4. Lagerfläche kommissionierte Getriebkits
5. Lagerbereich Mitte (*Einlagerort 4013*)
6. Lagerbereich Überprüfung und Versandvorbereitung
7. Arbeitsplatz Überprüfung und Versandvorbereitung
8. Blocklagerplatz Nord Ost (*Einlagerort 4013*)
9. Blocklagerplatz Süd (*Einlagerort 4013*)
10. Lagerbereich Voith Electric Drive Systems (VEDS).

Da nicht in jeder der Lagerunterteilungen alle in der Halle 3 verwendeten Ladungsträger eingelagert werden können, werden die verschiedenen verwendeten Ladungsträger und ihre Stapelfähigkeit zunächst beschrieben. Daran anschließend folgt dann eine präzise Beschreibung der einzelnen aufgelisteten Bereiche.

### 3.2 Beschreibung der verwendeten Ladungsträger

Bevor nun auf die Ladungsträger eingegangen wird, ist eine grundlegende Bemerkung hier unerlässlich. Die für die Einlagerung vorgesehenen Materialien werden nicht umgepackt, sondern immer so eingelagert, wie sie angeliefert wurden.

Des Weiteren kann gesagt werden, dass in der Lagerhalle alle Artikel ausnahmslos mit Hilfe von Ladungsträgern eingelagert werden. Einlagerungen von gleichförmigen Artikeleinheiten (bspw. Standardkartons, Papierrollen etc.), die auch ohne Ladungsträger gelagert werden können, findet im untersuchten Ladungsobjekt nur in Ausnahmefällen statt und werden deshalb hier nicht weiter beachtet (vgl. Gudehus 2010, S. 587).

Folglich können die folgenden Ladungsträger im Untersuchungsobjekt unterschieden werden: Euro Paletten, Industriepaletten, Euro Gitterboxen und Klein Ladungsträger (KLT). Mit Ausnahme der KLTs bilden die Maße der Ladungsträger auch die Außenmaße der Lagereinheiten ab. Daher gilt unter Berücksichtigung dieser Ausnahme für die restlichen Ladungsträger:

$$h_{LT} = h_{LE}$$

$$l_{LT} = l_{LE}$$

$$b_{LT} = b_{LE}$$

In den nächsten Unterkapiteln werden nun die einzelnen Ladungsträger, sowie ihre Abmessungen, beschrieben.

### 3.2.1 Euro Palette

Bei der in dieser Arbeit bezeichneten „Euro Palette“ (EU) handelt es sich um den Palettentyp EPAL 1 mit den folgenden Grundabmessungen (European Pallet Association e.V. (EPAL) 2022b):

$$b_{LTEU} = 800\text{mm} \quad l_{LTEU} = 1200\text{mm} \quad h_{LTEU} = 144\text{mm}$$

In die Lagerhalle 3 werden, mit einzelnen Ausnahmen, nur Euro Paletten eingelagert, an die mindestens ein und bis zu drei Holzaufsatzrahmen angebracht sind. Die Anzahl an Rahmen ist dabei abhängig von der Menge und den Dimensionen des einzulagernden Materials. Die folgenden Abbildungen zeigen beispielhaft, wie ein bzw. zwei Holzaufsatzrahmen an Paletten angebracht werden können. Der dritte Holzaufsatzrahmen wird analog angebracht:



Abbildung 10 Beispielhafte Darstellung Verschiedener Rahmen (Knüppel Verpackung GmbH & Co. KG 2022; Rotom Austria GmbH 2022)

Die Höhen der Holzrahmen wurden abgemessen. Zusammen mit der zugrundeliegenden Palette ergeben sich damit die folgenden möglichen Abmessungen der Lagereinheiten:

Ladungsträger	Anzahl Holzrahmen	Höhe der Rahmen	Höhe der Lagereinheit
Euro Palette	1 Rahmen	190mm	$h_{LTEU1} = 334\text{mm}$
	2 Rahmen	380mm	$h_{LTEU2} = 524\text{mm}$
	3 Rahmen	570mm	$h_{LTEU3} = 714\text{mm}$

Tabelle 7 Abmessungen der Rahmenhöhen der Europaletten

### 3.2.2 Industrie Palette

Die bei Voith verwendeten Industriepaletten (IN) entsprechen den Maßen der Paletten-Art EPAL 3 und weisen die folgenden Abmessungen auf (European Pallet Association e.V. (EPAL) 2022a):

$$b_{LTIN} = 1000\text{mm} \quad l_{LTIN} = 1200\text{mm} \quad h_{LTIN} = 144\text{mm}$$

Analog zu den Euro Paletten werden auch bei den Industrie Paletten Rahmen verwendet. Hier werden jedoch andere Rahmenhöhen verwendet, wie Nachmessungen gezeigt haben. Damit ergeben sich die folgenden Abmessungen: der Lagereinheiten:

Ladungsträger	Anzahl Holzrahmen	Höhe der Rahmen	Höhe der Lagereinheit
Industrie Palette	1 Rahmen	240mm	$h_{LTIN1} = 384\text{mm}$
	2 Rahmen	480mm	$h_{LTIN2} = 624\text{mm}$
	3 Rahmen	720mm	$h_{LTIN3} = 864\text{mm}$

Tabelle 8 Abmessungen der Rahmenhöhen der Europaletten

### 3.2.3 Euro Gitterbox

Neben den beiden vorgestellten Paletten werden auch Euro Gitterboxen (EUG) in der Halle 3 eingelagert. Die Gitterboxen entsprechen hierbei der genormten EPAL Gitterbox und werden deshalb im weiteren Verlauf dieser Ausarbeitung als „Euro Gitterbox“ bezeichnet.

Sie weisen dabei die folgenden Abmessungen auf (European Pallet Association e.V. (EPAL) 2022c):

Ladungsträger	Abmessungen der Lagereinheit		
Euro Gitterbox	$l_{EUG} = 1200\text{mm}$	$b_{EUG} = 800\text{mm}$	$h_{EUG} = 970\text{mm}$

Tabelle 9 Abmessungen der Euro Gitterbox

### 3.2.4 Kleinladungsträger

Letztlich müssen nun die KLTs näher betrachtet werden. Bevor aber die benutzten Kleinladungsträger im Detail untersucht werden können, muss klar definiert werden, was unter einem KLT verstanden wird.

KLTs sind standardisierte, mehrfachverwendbare, stapelbare aus recycelbarem Polypropylen gefertigte Kunststoff-Behälter. Sie wurden Ende der 1980-iger Jahre vom Verband der Automobilindustrie (VDA) entwickelt und sind in der VDA-Norm 4500 bzw. 4504 vereinheitlicht. Sie können überall eingesetzt werden, „wo Mehrweg-Verpackungen für Kleinteile oder empfindliche Produkte verlangt sind.“ Grundsätzlich lassen sich verschiedene Größen unterscheiden, wobei sie zu „allen anderen Euro-Maß-Behälter und KLT-Varianten kompatibel sind“ (DE-PACK GmbH & Co. KG 2022).

Das bedeutet für die Lagerhalle, dass von einem bestimmten Kleinladungsträger immer eine bestimmte Anzahl auf eine Europalette nebeneinander angeordnet werden können.

In der Halle 3 werden grundsätzlich zwei verschiedene KLTs als Ladungsträger von Kleinteilen verwendet. Sie weisen die folgenden Abmessungen auf (Verband der Automobilindustrie 2018):

Ladungsträger	Abmessungen der Ladungsträger		
KLT 4322	$l_{KLT42} = 400\text{mm}$	$b_{KLT42} = 300\text{mm}$	$h_{KLT42} = 213\text{mm}$
KLT 6422	$l_{KLT62} = 600\text{mm}$	$b_{KLT62} = 400\text{mm}$	$h_{KLT62} = 213\text{mm}$

Tabelle 10 Abmessungen der KLT Ladungsträger

Voith intern werden diese Ladungsträger als KLT 4321 und KLT6421 geführt. Die Behälter sind aber identisch mit den KLT 4322 und KLT 6422 Behältern. Deswegen wird für die weitere Ausführung keine weitere Unterscheidung nötig sein und die respektiven KLTs werden als identisch betrachtet.

Bei den Kleinladungsträgern ist eine präzise Differenzierung zwischen Ladungsträger und Ladeinheit essenziell. Während ein einzelner Behälter als Ladungsträger angesehen werden muss, wird die Zusammenfassung mehrerer KLTs auf bspw. einer Palette als Ladeinheit bzw. Lagereinheit bezeichnet.

Bei Voith werden die KLTs immer auf Euro Paletten angeliefert und auch so wie angeliefert, eingelagert. In Abhängigkeit vom untersuchten KLT passen entweder 8 Stück (KLT4321) oder 4 Stück (KLT6321) in eine Lage auf einer Palette. Wie viele Klein-Ladungsträger dann tatsächlich zusammen auf einer Palette angeliefert werden und damit auch eine Lagereinheit bilden, kann nicht allgemeingültig definiert werden. Auch werden mit fortgeschrittener Kommissionierung die Inhalte der einzelnen Kunststoff-Boxen Stück für Stück aufgebraucht und damit die Anzahl Ladungsträger pro Ladeinheit verringert. Somit sind nicht nur KLT Ladeinheiten mit verschiedenen Größen bedingt durch den Lieferanten auffindbar, sondern es bilden sich tatsächlich auch immer wieder neue Zusammensetzungen der Ladeinheiten.

Zur Begrenzung der Komplexität späterer Berechnungen, wird von hier an angenommen, dass sich eine Lagereinheit immer aus drei übereinander gestapelten Ebenen an KLT Ladungsträgern auf einer Euro Palette zusammensetzt. Daraus ergeben sich die folgenden Abmessungen der Lagereinheiten mit gegebener Menge an aufgestapelten KLTs:

Ladungsträger	Menge LT	Abmessungen der Lagereinheiten		
KLT 4321	24	$l_{EUKLT42} = 1200\text{mm}$	$b_{EUKLT42} = 800\text{mm}$	$h_{EUKLT42} = 783\text{mm}$
KLT 6422	12	$l_{EUKLT62} = 1200\text{mm}$	$b_{EUKLT62} = 800\text{mm}$	$h_{EUKLT62} = 783\text{mm}$

Tabelle 11 Abmessungen der KLT Lagereinheiten

### 3.2.5 Sonstige Ladungsträger

Um möglichst auf alle vorhandenen Ladungsträger einzugehen, wird hier nun auch kurz auf einzelne zusätzliche Lagereinheiten eingegangen. Da sie jedoch sehr selten im untersuchten Bereich der Lagerhalle aufkommen, werden sie nicht weiter untersucht werden.

Bei den zusätzlichen Lagereinheiten handelt es sich unter anderem um auf Euro Paletten aufgestapeltes Verpackungsmaterial, Kartonboxen oder andere Güter, wie auf den nachfolgenden Abbildungen beispielhaft zu erkennen ist.



Abbildung 11 Sonstige Ladungsträger (Eigene Aufnahmen)

Zusammenfassend wurden nun alle aufkommenden Ladeeinheiten bzw. Ladungsträger vorgestellt.

### 3.3 Stapelfähigkeit der Ladungsträger

Insbesondere für die spätere Bestimmung der Kapazitäten der Blocklager muss neben den Dimensionen der Ladungsträger auch die maximale Stapelfähigkeit der Ladungsträger definiert werden. Dabei gelten nach Auskunft des verantwortlichen Teamleiters die gleichen Regeln der Stapelung von Ladungsträgern wie im restlichen Voith Werk (siehe Anhang A).

Wie im Anhang zu sehen ist, wird bei den Vorgaben zur Stapelung der LT nicht zwischen Euro- und Industrie Paletten unterschieden. Deswegen wird auch in dieser Ausarbeitung hier keine Unterscheidung getroffen werden. Auch gibt es keine konkreten Regelungen, die die Stapelfähigkeit von aus KLTs bestehenden Lagereinheiten konkretisieren. Aufgrund der Abmessungen der Lagereinheiten „Euro Palette mit KLTs“ wird in dieser Arbeit der Stapelfaktor für beide KLT Arten mit den drei rahmigen Paletten gleichgesetzt, da diese ähnliche Abmessungen aufweisen.

Damit ergeben sich die folgenden Stapelfaktoren:

	Max. Stapelfaktor $C_{y(LT)}$ der LT
Euro / Industrie Palette 1 Rahmen	5 Stück
Euro / Industrie Palette 2 Rahmen	3 Stück
Euro / Industrie Palette 3 Rahmen	2 Stück
Euro Palette mit KLTs	2 Stück
Euro Gitterboxen	4 Stück

Tabelle 12 Stapelfaktoren der Lagereinheiten

### 3.4 Detaillierte Beschreibung der Bereiche im Gebäude des Einlagerorts 4013

In Kapitel 3.1 wurden die einzelnen Bereiche bereits vorgestellt, und ihre Anordnung mit Hilfe eines Layoutsplan verdeutlicht. Nachdem nun die im Lagerobjekt auffindbaren Ladungsträger erläutert wurden, kann nun die detaillierte Beschreibung der einzelnen Bereiche erfolgen.

Um später die konkreten Kapazitäten der Lagerhalle 3 zu determinieren, werden hier für alle Lagerbereiche des Einlagerorts 4013 die Abmessungen und Dimensionen, sowie die Anzahl der einzelnen Lagerplätze so konkret wie möglich erfasst und beschrieben.

#### 3.4.1 Fachregallager

Zur besseren Verständlichkeit und Zuordnung wurden die unterschiedlichen Regalreihen mit Nummern versehen. Die Nummerierung der Regalreihen kann in Abbildung 9 eingesehen werden. Beim mit der Zahl „1“ gekennzeichneten Bereiche handelt es sich um ein Fachregallager, welches sich aus insgesamt neun unterschiedlichen Regalreihen zusammensetzt.

Die Ein- und Auslagerung der Ladeeinheiten erfolgt bei allen Regalreihen von einer Seite der Lagerplätze. Solche Lagerplätze werden als „Einschubplätze“ bezeichnet. Das bedeutet, dass keine räumliche getrennte Einlagerung und Auslagerung von zwei Seiten stattfinden kann (Gudehus 2010, S. 574). Dies ergibt sich in der Halle 3 entweder durch die bauliche Anordnung der Regale im Lagerraum oder wird durch Durchschubsicherungen vorgegeben. Des Weiteren handelt es sich bei allen Lagerflächen um stationäre Lager, da alle Lagerplätze fest an einem Ort fixiert sind.

Das Regallager besteht aus mehreren verschiedenen Regal Konstruktionen. Zunächst werden die Dimensionen betrachtet, die über die verschiedenen Regalreihen hinweg einheitlich bleiben.

Dabei werden grundsätzlich die Außendimensionen der Regalreihen nicht näher untersucht, da die Regale selbst nicht Gegenstand von Anpassungen sind. Es wird des Weiteren angenommen, dass alle

Regale die gleiche Höhe (y-Koordinate) besitzen. Dies spiegelt nicht die exakte Realität wider, ist hier aber nicht weiter ausschlaggebend, da die leicht unterschiedlichen Regalhöhen keine Auswirkung auf die maximalen Stapelhöhen in den jeweilig höchsten Fächern aufweisen und somit keinen Einfluss auf die Kapazitätsbestimmung haben.

Alle Regalkonstruktionen können in drei Etagen (in y-Richtung) eingeteilt werden. Die Lagerplatzhöhen der unteren beiden Etagen der verschiedenen Regalanlagen wurden abgemessen. Die folgende Tabelle zeigt die Abmessungsergebnisse in mm:

	Regal 1.1	Regal 1.2	Regal 2	Regal 3	Regal 4-8	Regal 9.1	Regal 9.2
$h_{LPEtage1}$	1050	1090	1120	1120	1060	1040	1040
$h_{LPEtage2}$	1050	1020	1080	1080	1060	1080	1080

Tabelle 13 Lagerplatzhöhen der unteren zwei Etagen

Die Lagerplatzkapazitäten  $C_{LP}$  zwischen den unterschiedlichen Regalanlagen unterschieden sich laut der für die Halle 3 verantwortlichen Führungskraft nicht. Deshalb wird von einem allgemein gültigen Wert der Lagerplatzhöhe für alle Lagerplätze pro Etage ausgegangen. Um bei dieser Verallgemeinerung eine möglichst konservative Bewertung der Sachlage sicherzustellen, wird für die jeweilige Etage jeweils der kleinste Wert ausgewählt.

Die vertikale Lagerplatzdimension für die dritte Etage  $h_{LPEtage3}$  wurde aus dem Typenschild der Regalanlage ARP12 (Regale 4-8) entnommen (Anhang B). Auch hier wird die gleiche Lagerplatzhöhe für die anderen Regalsysteme angenommen.

Letztlich wird auch für alle Lagerplätze eine identische Tiefe  $b_{LP}$  angenommen. Etwaige minimal unterschiedliche Tiefen sind auch nicht weiter ausschlaggebend, da sie keine weitere Auswirkung auf die Aufnahmefähigkeit der einzelnen Lagerplätze haben.

Zusammenfassend ergeben sich daraus nun für alle Lagerplätze der jeweiligen Etagen die folgenden Kennzahlen:

$h_{LPEtage1}$	1040mm
$h_{LPEtage2}$	1020mm
$h_{LPEtage3}$	2000mm
$b_{LP}$ :	1200mm

Schließlich müssen nun noch die Längen der einzelnen Fachmodule und die daraus resultierende Anzahl an Lagerplätzen  $N_{LP}$  der verschiedenen Regale betrachtet werden. Grundsätzlich muss erwähnt werden, dass sich die Abmessungen der Fachmodule übereinander (y-Richtung) nicht verändern, weshalb die jeweiligen Etagen des Regals übereinander die gleichen Abmessungen ermöglichen und damit die gleiche Anzahl an Lagerplätzen bieten. Die Längen der Fachmodule wurde für die jeweiligen verschiedenen Regalarten abgemessen.

Im Folgenden werden die einzelnen Regalreihen betrachtet. Eine Zusammenfassung über mehrere Regalreihen hinweg, wurde bei gleichen Fachmodul- bzw. Lagerplatzlängen vorgenommen.

### Regalreihe 1

Die Regalreihe 1 weist zwei verschiedene Regalkonstruktionen auf. Diese werden, wie in Abbildung 9 zu sehen ist, mit „Regal 1.1“ und „Regal 1.2“ bezeichnet.

Dabei besteht der Bereich Regal 1.1 aus 22 Fachmodulen, die jeweils nur einen Lagerplatz enthalten und  $l_{FM1.1} = 830\text{mm}$  lang sind. Die Länge der Lagerplätze ist hier identisch mit der Länge der Fachmodule. Dies bedeutet folglich  $l_{LP1.1} = 830\text{mm}$ .

Die restlichen zwei Fachmodule des Regals 1, also Regalbereich 1.2, können jeweils zwei Lagerplätze pro Fachmodul anbieten. Die Länge dieser FM betragen jeweils  $l_{FM1.2} = 2170\text{mm}$ . Nach Aussage des verantwortlichen Teamleiters kann jedes Fachmodul mit mindestens dieser Länge zwei Paletten aufnehmen. Damit halbiert sich die Fachmodullänge und es resultiert daraus eine Lagerplatzlänge von jeweils  $l_{LP1.2} = 2170\text{mm}/2 = 1085\text{mm}$ .

Mit dem Wissen über die Anzahl der Fachmodule, die Anzahl der hierin befindlichen Lagerplätze und dem Wissen über die Anzahl Etagen, kann die insgesamt Anzahl der Lagerplätze für die Regale 1.1 und 1.2 mit folgender Formel berechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{Anzahl Lagerplätze} &= \text{Anzahl Fachmodule} * \text{Anzahl Lagerplätze pro Fachmodul} * \\ &\text{Anzahl Etagen} \end{aligned} \quad (1)$$

Damit ergeben sich die folgenden Werte:

Anzahl Lagerplätze Regalreihe 1.1	$N_{LP1.1} = 22 * 1 * 3 =$	66
Anzahl Lagerplätze Regalreihe 1.2	$N_{LP1.2} = 2 * 2 * 3 =$	12
Anzahl Lagerplätze Regal 1	$N_{LP1} = 66 + 12 =$	78

### Regalreihe 2-3

Bei den zwei Kurzregalen (Regal 2 und 3) handelt es sich jeweils um nur ein Fachmodul pro Etage, welches jeweils zwei Lagerplätze bereitstellt. Beide Lager sind baugleich und weisen nachstehende identische Maße auf:

$$l_{FM2/3} = 2170\text{mm}$$

$$l_{LP2/3} = 1085\text{mm}$$

Damit ergeben sich mit Formel 1 die nachfolgende Anzahl an Lagerplätzen:

Anzahl Lagerplätze Regalreihe 2	$N_{LP2} = 1 * 2 * 3 =$	6
Anzahl Lagerplätze Regalreihe 3	$N_{LP3} = 1 * 2 * 3 =$	6
Anzahl Lagerplätze Regal 2-3	$N_{LP1} = 6 + 6 =$	12

### Regalreihe 4-8

Bei den Regalen 4 bis 8 handelt es sich um ein Palettenregalsystem mit der Bezeichnung ARP12, welches 2019 erbaut wurde (siehe Anhang B). Die baugleichen Regalreihen sind jeweils in 10 Fachmodule unterteilt, bieten zwei Lagerplätze pro Fachmodul und weisen die folgenden Abmessungen auf:

$$l_{FM4-8} = 2200\text{mm}$$

$$l_{LP4-8} = 1100\text{mm}$$

Damit ergeben sich mit Formel 1 die nachfolgende Anzahl an Lagerplätzen:

Anzahl Lagerplätze pro Regalreihe	$N_{LPein} = 10 * 2 * 3 =$	60
Anzahl Lagerplätze Regalreihen 4-8	$N_{LP4-8} = 60 * 5 =$	300

### Regalreihe 9

Letztlich wird noch das Regal 9 näher betrachtet. Auch dieses Regal weist zwei verschiedene Bauarten auf. Regal 9.1 bietet acht Fachmodule, die jeweils Platz für zwei Lagerplätze zur Verfügung stellen. Der zweite Regalteil (Regal 9.2) besteht aus einem direkt angehängten Regalmodul, welches nur Platz für einen Lagerplatz bietet. Die Anzahl der Lagerplätze ergibt sich aus den folgenden Werten:

$$l_{FM9.1} = 2170\text{mm}$$

$$l_{LP9.1} = 1085\text{mm}$$

$$l_{FM9.2} = 1080\text{mm}$$

$$l_{LP9.2} = 1080\text{mm}$$

Damit ergeben sich mit der Formel 1 die nachfolgende Anzahl an Lagerplätzen:

$$\text{Anzahl Lagerplätze Regalreihe 9.1} \quad N_{LP9.1} = 8 * 2 * 3 = 48$$

$$\text{Anzahl Lagerplätze Regalreihe 9.2} \quad N_{LP1.2} = 1 * 1 * 3 = 3$$

$$\text{Anzahl Lagerplätze Regal 9} \quad N_{LP1} = 48 + 3 = 51$$

Mit den in den verschiedenen Unterkapiteln bestimmten Werten kann nun die Gesamtzahl an vorhandenen Lagerplätzen für das in der Halle 3 befindlichen Fachregallager ermittelt werden.

Dazu wird die Summe über die einzelnen berechneten Werte gebildet:

$$\text{Anzahl Lagerplätze Fachregallager} \quad N_{LPRegale} = 78 + 12 + 300 + 51 = 441$$

Hier muss jedoch beachtet werden: diese Anzahl an Lagerplätzen ist nicht auf alle in Kapitel 3.2 beschriebenen Ladungsträger anwendbar. Wie die obere Auswertung zeigt, weist die Regalreihe 1.1 eine Fachmodullänge von  $l_{FM1.1} = 830\text{mm}$  auf und bietet somit nur Platz für die Einlagerung von Euro Gitterboxen und Euro Paletten, nicht aber für Industriepaletten.

Die Bestimmung der genauen Kapazitäten erfolgt in Kapitel 4.

### 3.4.2 Blocklagerflächen für Verpackungen

Das nächste betrachtete Gebiet im Lager ist mit der Nummer „2“ versehen. Der gesamte Bereich wird für die Lagerung von Verpackungsmaterialien verwendet. Diese Verpackungen umfassen Kartonagen, Holzdeckel und -rahmen und weitere für die Umhüllung von Fertigteilen benötigte Utensilien. Die einzelnen Verpackungsmaterialien werden dabei meist auf Paletten aufgestapelt und im gekennzeichneten Bereich eingelagert. Nach der Definition der Lagerarten in Kapitel 2.2.1, handelt es sich hierbei um ein reines Blocklager. Es sind keine Zeilen zwischen den einzelnen Lagereinheiten erkennbar. Es muss jedoch auch erwähnt werden, dass dieser Bereich im Erstellungszeitraum der Bachelorarbeit mehrmals umstrukturiert und neu angeordnet wurde.

Wie bereits bekannt ist, werden in dieser Arbeit nur Materialien und Lagerbereiche betrachtet, die für die Einlagerung im Einlagerort 4013 vorgesehen sind (vgl. Kapitel 3.1). Da der Stellplatz fest als Aufbewahrungsort von Verpackungsmaterialien definiert ist, vergleichsweise wenig Fläche einnimmt und die Verpackungs-Materialien grundsätzlich nicht systemisch (und damit nicht als Einlagerort 4013) erfasst werden, wird dieser Bereich keiner weiteren Untersuchung unterliegen und als unveränderlich angesehen.

### 3.4.3 Umpackbereich für das Hochregallager

Im nächsten Schritt wird der dritte Bereich näher betrachtet. In diesem Bereich werden Materialien von den unterschiedlichsten Ladungsträger der Lieferanten in VTM-Paletten umgepackt, um in das Hochregallager eingelagert werden zu können. Dieser Bereich wird für die weiteren Ausführungen der Arbeit nicht weiter von Relevanz sein, da der gesamte Bereich nicht für die Einlagerung von Materialien vorgesehen ist.

### 3.4.4 Lagerfläche „Getriebekits“

Im Bereich 4 des Lagers werden sogenannte Getriebekits gelagert, welche nachts kommissioniert werden und von diesem Lagerort in die Montage transportiert werden. Die Getriebekits setzen sich aus einzelnen Bauteilen zusammen, welche für die Montage des Endprodukts benötigt werden. Sie sind systemisch nicht mehr im Einlagerort 4013 erfasst und somit nicht mehr Teil des systemischen Lagerbestands der Lagerhalle. Deshalb unterliegt dieser Bereich keiner weiteren Betrachtung in dieser Ausarbeitung.

### 3.4.5 Lagerbereich Mitte

Als Lagerbereich Mitte ist der Bereich zwischen Nummer „4“ und „6“ definiert. Für diesen Lagerbereich wurden die folgenden Dimensionen abgemessen:

- Länge (x-Koordinate) = 13m
- Breite (z-Koordinate) = 5m.

Dieser Bereich wird als Blockplatzlager verwendet. Das Blocklager wird dabei von den Bediengängen auf beiden Seiten des Lagerbereichs mit Gabelhubwagen bedient. Es handelt sich bei beiden Bediengängen um Einlagerungs- und Auslagerungsbediengänge, von denen jeweils die Blocklagerfläche bis zu ihrer Mitte hin bedient wird. Damit sind vom jeweiligen Bediengang jeweils Lagerplätze mit einer Stapeltiefe von  $C_z = 2$  Lagereinheiten bedienbar.

Bei allen Lagerplätzen handelt es sich dabei um Mehrfachlagerplätze. Das bedeutet, dass pro Lagerplatz „mehrere Ladeeinheiten untergebracht werden [können], von denen jeweils nur die oberste der Auslagerseite zugewandte Einheit ohne Umlagern direkt erreichbar ist“ (Gudehus 2010, S. 573).

Da für die untersuchte Lagerfläche kein einheitlicher Ladungsträger und keine feste Lagerplatzzuordnung vordefiniert ist, wird für die Bestimmung der Anzahl Lagerplätze ( $N_{LPB5}$ ) von Lagerplätzen ausgegangen, welche groß genug dimensioniert sein müssen, um Industriepaletten aufzunehmen. Außerdem wird angenommen, dass alle Lagerplätze im Blockplatzlager die gleiche Größe haben, da es keine feste Lagerplatzzuordnung für den Lagerbereich 4013 gibt (siehe Kapitel 7.1.3).

Auf Basis dieser Annahmen betragen die Abmessungen der einzelnen Lagerplätze:

$b_{LPB5}$	2500mm
$l_{LPB5}$	1000mm

Aus den genannten Abmessungen ergeben sich insgesamt  $N_{LPB5} = 26$  [LP]. Jeweils 13 Lagerplätze werden dabei vom einen bzw. anderen Bediengang aus bedient.

#### 3.4.6 Lagerbereich und Arbeitsplatz Überprüfung und Versandvorbereitung

Wie an der Farbe im Layout erkannt werden kann, sind die Bereiche „6“ und „7“ auch nicht von Relevanz für die weiteren Untersuchungen. Hier werden Teile zwischengelagert, welche systemisch nicht im Einlagerort 4013 erfasst werden. Der Lagerbereich „6“ ist dafür da, um die gegenüberliegenden Arbeitsplätze (Bereich 7) mit Teilen zu versorgen und muss auch als komplett getrennt zum Einlagerort 4013 betrachtet werden. Im Abschnitt 7 werden die im Bereich 6 zwischengelagerten Wasser-Retarder und andere fertig produzierte Endprodukte auf ihre Funktionstüchtigkeit hin überprüft und versandfertig verpackt. Da hier keinerlei Lagerung stattfindet, ist auch dieser Abschnitt für die weitere Betrachtung der Lagerhalle nicht weiter von Relevanz.

#### 3.4.7 Blockplatzlager Nord-Ost

Schließlich muss nun noch der letzte Bereich im nördlichen Teil des Gebäudes näher betrachtet werden. Hierbei handelt es sich um ein weiteres Blockplatzlager, das jedoch in diesem Fall nur von einer Seite und damit von einem Bediengang aus befüllt und entleert wird.

Für die Größe dieses Lagerbereichs wurden die folgenden Werte abgemessen:

- Länge (x-Koordinate) = 20m
- Breite (z-Koordinate) = 6m.

Analog zum „Lagerbereich Mitte“ wird auch hier von Lagerplatzdimensionen ausgegangen, die so gestaltet sind, dass alle verwendeten Ladungsträger eingelagert werden können. Hierbei haben auch alle Lagerplätze grundsätzlich die gleichen Dimensionen und werden folgendermaßen definiert:

$$b_{LPB8} \quad 6000\text{mm}$$

$$l_{LPB8} \quad 1000\text{mm}$$

Bei einer Lagerplatzlänge von 1m und einer Länge des Lagerbereichs von 20m, können somit  $N_{LPB8} = 20$  [LP] in diesem Blocklager identifiziert werden, die sich alle als Mehrfachlagerplätze darstellen (vgl. Kapitel 3.4.5).

### 3.4.8 Blockplatzlager Süd

Als letzter Bereich, der für den Einlagerort 4013 von Relevanz ist, wird das „Blockplatzlager Süd“ näher betrachtet. Hier wurden die folgenden Dimensionen mittels Abmessens für diesen Lagerbereichs ermittelt:

- Länge (x-Koordinate) = 5m
- Breite (z-Koordinate) = 3,6m.

Daraus ergeben sich fünf getrennte, parallel nebeneinander angeordnete Mehrfachlagerplätze mit den folgenden Abmessungen:

$$b_{LPB9} \quad 3600\text{mm}$$

$$l_{LPB9} \quad 5000\text{mm}$$

### 3.4.9 Lagerbereich Voith Electric Drive System (VEDS)

Als letzter abtrennbarer Bereich des Gebäudes „Halle 3“ muss nun noch das Areal „Lagerbereich Voith Electric Drive Systems (VEDS)“ näher spezifiziert werden. Bei dem mit Nummer 10 versehenen Bereich handelt es sich um ein Zwischenlager von Komponenten eines neuartigen elektrischen Antriebssystems. Auch wenn es sich genau genommen auch um einen Lagerbereich handelt, werden diese Materialien nicht im Einlagerort 4013 aufbewahrt. Deshalb muss der der Lagerbereich 10 als komplett getrennt vom Untersuchungsobjekt angesehen werden, und ist für die weitere Arbeit nicht von Relevanz.

Hiermit wurden nun alle Lagerbereiche, in denen Teile mit dem Einlagerort 4013 aufbewahrt werden, detailliert beschrieben.

Im nächsten Unterkapitel wird nun noch ein recht grober Blick auf die verwendeten Lagerbediengeräte geworfen, womit die Vorstellung der Lagerhalle 3 abgeschlossen werden wird.

### 3.5 Verwendete Lagerbediengeräte in der Halle 3

In der Halle 3 werden nur die fluggebunden, gleislosen Lagerbediengeräte Gabelhubwagen und Gabelstapler verwendet (vgl. Kapitel 2.2.4). Für die Gabelstapler ist dabei, nach Auskunft der verantwortlichen Führungskraft, eine Mindestbreite der Bediengänge (bspw. zwischen den Regalreihen) von 3,5 Metern erforderlich. Wie in Kapitel 7.1.3 zu sehen sein wird, sind viele Lagereinheiten in den Zwischengängen der Regale, aufgrund von Kapazitätsproblemen, aufzufinden. Deshalb ist eine Verwendung von Gabelstaplern in der Halle 3 momentan nur eingeschränkt möglich.

Bei den in Kapitel 5 erhobenen Prozesszeiten wurde ausschließlich ein Gabelhubwagen verwendet. Deshalb wird bei allen im weiteren Verlauf dieser Arbeit durchgeführten Auswertungen und Analysen davon ausgegangen, dass die anfallenden Ein- und Auslagerungen etc. immer mit Hilfe des Lager-Fördermittels Gabelhubwagen durchgeführt werden.

## 4. Kapazitätsanalyse des Einlagerorts 4013

Wie zu Beginn dieser Arbeit zu lesen war, soll im Zuge dieser Abhandlung auch die Kapazität des Einlagerorts 4013 ermittelt werden. Dies ist insbesondere deshalb sinnvoll und für Voith wertvoll, da bisher für die Aufnahmefähigkeit der Halle 3 keine Daten vorliegen. Doch wie kann die Kapazität der untersuchten Lagerbereiche möglichst genau ermittelt werden? Dieser Frage wird in diesem Kapitel nachgegangen werden.

### 4.1 Methodisches Vorgehen

Zur Bestimmung des Fassungsvermögens des Untersuchungsobjekts wird auf die Daten des Kapitels 3 zurückgegriffen. Weitere Informationen, die über die im letzten Kapitel ermittelten Daten hinaus gehen, werden nicht benötigt.

Für die verschiedenen Lagerbereiche wird die Aufnahmefähigkeit auf Basis der Anzahl an Lagerplätzen und der für diese Lagerplätze ermittelten Lagerplatzkapazitäten, abhängig von der Lagereinheit, bestimmt.

Mathematisch kann diese grundlegende Vorgehensweise folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$C_{Ges(a,b)} = N_{LP(a)} * C_{LP(a,b)} \quad (2)$$

mit:

$C_{Ges(a,b)}$	Gesamtkapazität des Lagerbereichs a im Bezug auf die Lagereinheit b
$N_{LP(a)}$	Anzahl an Lagerplätzen im Lagerbereich a
$C_{LP(a,b)}$	Lagerplatzkapazität im Lagerbereich a für die Lagereinheit b

Wie in Kapitel 2 bereits definiert wurde, gibt die Lagerplatzkapazität  $C_{LP}$  an, wie viele Lagereinheiten maximal auf einem Lagerplatz eingelagert werden können. Die Lagerplatzkapazität wird dabei mit folgender Formel berechnet werden:

$$C_{LP(a,b)} = C_x * C_y * C_z \quad (3)$$

mit (jeweils in Abhängigkeit von Lagerbereich und Lagereinheit):

$C_x$	Stapellänge: Wie viele Lagereinheiten auf einem Lagerplatz parallel zum Bediengang eingelagert werden können.
$C_y$	Stapelhöhe: Wie viele Lagereinheiten auf einem Lagerplatz übereinander gestapelt werden können.
$C_z$	Stapeltiefe: Wie viele Lagereinheiten auf einem Lagerplatz in z-Richtung (also horizontal, senkrecht zum Bediengang) eingelagert werden können.

In Kapitel 3 war jedoch bereits zu lesen, dass die Halle 3 sich als ein sehr heterogenes Lager darstellt. So haben Lagereinheiten und Lagerplätze verschiedene Abmessungen und es sind verschiedene Stapelfaktoren abhängig von der Lagereinheiten festzustellen. Somit müssen die Kapazitäten immer in Abhängigkeit der gerade betrachteten Lagereinheit untersucht werden.

## 4.2 Getroffene Annahmen

Um die ohnehin schon hohe Komplexität durch die gerade angerissene Heterogenität der Lagereigenschaften einzugrenzen, wird die Ermittlung der Kapazitäten der Halle 3 unter den folgenden Annahmen erfolgen:

- Es wird angenommen, dass pro Lagerplatz keine Vermischung der Ladungsträger aufzufinden ist. Das bedeutet bspw., dass nur die Lagerplatzkapazität für die Aufnahme von nur Euro Gitterboxen ermittelt wird. Eine Vermischung von Euro Gitterboxen und bspw. Euro Paletten wird ausgeschlossen. Dies gilt für alle Ladungsträger.
- Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass das Gewicht der Lagereinheiten nie berücksichtigt werden muss. Dieses Vorgehen ist auch sinnvoll, da der Faktor Gewicht für die in der Halle 3 eingelagerten Materialien laut der hier verantwortlichen Führungskraft nicht von Relevanz ist.
- Es wird angenommen, dass alle Lagereinheiten so eingelagert werden, wie sie angeliefert wurden. Dies ist insbesondere im Falle der KLTs eine wichtige Annahme, da hier die Abmessungen der Lagereinheiten ohne großen Aufwand verändert werden könnten.

Auf Basis der hier nun getroffenen Annahmen und Einschränkungen wird im folgenden Unterkapitel die Kapazität der Lagerhalle 3 determiniert werden.

### 4.3 Berechnung der Vorhandenen Lagerkapazität

In diesem Kapitel wird nun die tatsächliche Lagerkapazität für die verschiedenen Lagereinheiten bestimmt. Dabei werden die Regalanlagen und die Blocklagerflächen zunächst getrennt voneinander betrachtet.

#### 4.3.1 Berechnung der Aufnahmefähigkeit der Regalanlagen

Wie in Kapitel 4.1 dargelegt, wird die Kapazität mit der Lagerplatzkapazität und der Anzahl vorhandener Lagerplätze errechnet. Deshalb müssen zunächst die Lagerplatzkapazitäten der Lagerplätze unter Berücksichtigung der vielen verschiedenen möglichen Abmessungen der Lagereinheiten ermittelt werden.

##### 4.3.1.1 Ermittlung der Lagerplatzkapazitäten $C_{LP(a,b)}$

In diesem Unterkapitel wird nun die Lagerplatzkapazitäten  $C_{LP(a,b)}$  der einzelnen Lagerbereiche in Abhängigkeit der Ladungsträger bzw. Lagereinheiten bestimmt.

Im Falle der Regalanlage müssen bei der Determinierung der Einlagerungskapazitäten auch die unterschiedlichen Höhen der Lagerplätze  $h_{LP}$  in den jeweiligen Etagen berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 3.4.1).

So können den Etagen 1 und 2 in den verschiedenen Regalreihen aller Regale (ausgenommen Regal 1.1) dieselben Lagerplatzkapazitäten pro Lagerplatz zugewiesen werden. Durch die höhere Lagerplatzhöhe von  $h_{LPEtage3} = 2000\text{mm}$  im Gegensatz zu  $h_{LPEtage1} = 1040\text{mm}$  bzw.  $h_{LPEtage2} = 1020\text{mm}$  muss die höchste Regaletage getrennt betrachtet werden.

Grundsätzlich erfolgt die Bestimmung der einzelnen Lagerplatzkapazitäten für die jeweiligen Etagen und Lagereinheiten mit der Formel 3.

Da sich die Lagerplätze über die Etagen hinweg nur in ihrer Höhe unterscheiden, sind folgende Werte für die Parameter der Formel für alle Ladungsträger gleichbleibend (ausgenommen Regal 1.1):

$$C_x = 1$$

$$C_z = 1$$

Aufgrund der Abmessungen der verschiedenen Lagereinheiten und Lagerplatzhöhen unterscheidet sich

---

jedoch der Stapelfaktor  $C_y$ . Somit ergeben sich für die Regaletagen 1 / 2 sowie 3 verschiedene Stapelfaktoren und damit Lagerplatzkapazitäten.

Die Stapelfaktoren  $C_y$  wurden dabei nicht über die Abmessungen der Lagereinheiten, sondern auf Basis von Expertengesprächen mit der verantwortlichen Führungskraft und den Lagermitarbeiter:innen bestimmt.

Damit ergeben sich für die Etagen 1 und 2 die folgenden Lagerplatzkapazitäten:

Regal Etage 1 / 2 (a)	Lagereinheit (b)	$C_y$	Lagerplatzkapazität $C_{LP(a,b)}$
	Euro Palette 1 Rahmen	2	$C_{REtage1/2EU1} = 2$ [LE/LP]
	Euro Palette 2 Rahmen	1	$C_{REtage1/2EU2} = 1$ [LE/LP]
	Euro Palette 3 Rahmen	1	$C_{REtage1/2EU3} = 1$ [LE/LP]
	Industrie Palette 1 Rahmen	2	$C_{REtage1/2IN1} = 2$ [LE/LP]
	Industrie Palette 2 Rahmen	1	$C_{REtage1/2IN2} = 1$ [LE/LP]
	Industrie Palette 3 Rahmen	1	$C_{REtage1/2IN3} = 1$ [LE/LP]
	Euro Gitterbox	1	$C_{REtage1/2EUG} = 1$ [LE/LP]
	Euro Palette mit 24 x 4321KLTs	1	$C_{REtage1/2EUKLT42} = 1$ [LE/LP]
	Euro Palette mit 12 x 6421KLTs	1	$C_{REtage1/2EUKLT62} = 1$ [LE/LP]

Tabelle 14 Lagerplatzkapazitäten der Etagen 1 & 2

Für die Etage 3 der Regalreihen ergeben sich im Hinblick der höheren Lagerplätze die folgenden möglichen Kapazitäten pro Lagerplatz:

Regal Etage 3 (a)	Lagereinheit (b)	$C_y$	Lagerplatzkapazität $C_{LP(a,b)}$
	Euro Palette 1 Rahmen	5	$C_{REtage3EU1} = 5$ [LE/LP]
	Euro Palette 2 Rahmen	3	$C_{REtage3EU2} = 3$ [LE/LP]
	Euro Palette 3 Rahmen	2	$C_{REtage3EU3} = 2$ [LE/LP]
	Industrie Palette 1 Rahmen	5	$C_{REtage3IN1} = 5$ [LE/LP]
	Industrie Palette 2 Rahmen	3	$C_{REtage3IN2} = 3$ [LE/LP]
	Industrie Palette 3 Rahmen	2	$C_{REtage3IN3} = 2$ [LE/LP]
	Euro Gitterbox	2	$C_{REtage3EUG} = 2$ [LE/LP]
	Euro Palette mit 24 x 4321KLTs	2	$C_{REtage3EUKLT42} = 2$ [LE/LP]
	Euro Palette mit 12 x 6421KLTs	2	$C_{REtage3EUKLT62} = 2$ [LE/LP]

Tabelle 15 Lagerplatzkapazitäten der Etage 3

Wie oben bereits aufgeführt, muss das Regal 1.1 getrennt betrachtet werden. Der Grund hierfür ist die geringere Lagerplatzlänge von  $l_{LP1.1} = 830\text{mm}$ . Deshalb können hier nur die Ladungsträger „Euro Palette“ und „Euro Gitterbox“ in dieser Lagerart aufbewahrt werden

Da die Höhen der Lagerplätze pro Etage über alle Regalreihen als identisch betrachtet werden, unterscheidet sich hier also nur die Art der möglichen Lagereinheiten (b). Die Faktoren  $C_x$ ,  $C_y$ ,  $C_z$  bleiben im Bezug auf die weiterhin einlagerbaren Lagereinheiten unverändert. Hieraus ergeben sich die folgenden möglichen Lagerplatzkapazitäten für das Regal 1.1:

Regal 1.1 Etage 1 / 2 (a)	Lagereinheit (b)	$C_y$	Lagerplatzkapazität $C_{LP(a,b)}$
	Euro Palette 1 Rahmen	2	$C_{R1.1Etage1/2EU1} = 2$ [LE/LP]
	Euro Palette 2 Rahmen	1	$C_{R1.1Etage1/2EU2} = 1$ [LE/LP]
	Euro Palette 3 Rahmen	1	$C_{R1.1Etage1/2EU3} = 1$ [LE/LP]
	Euro Gitterbox	1	$C_{R1.1Etage1/2EUG} = 1$ [LE/LP]
	Euro Palette mit 24 x 4321KLTs	1	$C_{R1.1Etage1/2EUKLT42} = 1$ [LE/LP]
	Euro Palette mit 12 x 6421KLTs	1	$C_{R1.1Etage1/2EUKLT62} = 1$ [LE/LP]

Tabelle 16 Lagerplatzkapazitäten der Etagen 1 & 2 des Regals 1.1

Regal 1.1 Etage 3 (a)	Lagereinheit (b)	$C_y$	Lagerplatzkapazität $C_{LP(a,b)}$
	Euro Palette 1 Rahmen	5	$C_{R1.1Etage3EU1} = 5$ [LE/LP]
	Euro Palette 2 Rahmen	3	$C_{R1.1Etage3EU2} = 3$ [LE/LP]
	Euro Palette 3 Rahmen	2	$C_{R1.1Etage3EU3} = 2$ [LE/LP]
	Euro Gitterbox	2	$C_{R1.1Etage3EUG} = 2$ [LE/LP]
	Euro Palette mit 24 x 4321KLTs	2	$C_{R1.1Etage3EUKLT42} = 2$ [LE/LP]
	Euro Palette mit 12 x 6421KLTs	2	$C_{R1.1Etage3EUKLT62} = 2$ [LE/LP]

Tabelle 17 Lagerplatzkapazitäten der Etage 3 des Regals 1.1

#### 4.3.1.2 Bestimmung der Anzahl Lagerplätze $N_{LP(a)}$ der Regalanlage

Nachdem nun die Kapazitäten der einzelnen Lagerplätze für die jeweiligen Lagereinheiten bekannt sind, wird nun bestimmt, wie viele Lagerplätze für die jeweiligen verschiedenen Lagereinheiten im Regalbereich zur Verfügung stehen. Hier muss dabei der Sonderfall des Regalbereichs 1.1 besondere Beachtung finden.

Grundsätzlich können, wie in Kapitel 4.3.1.1 erklärt wurde, die Euro Paletten mit den verschiedenen Rahmenhöhen, die Euro Gitterboxen, sowie die Euro Paletten mit aufgestapelten KLTs in alle

Lagerbereiche eingestapelt werden. Somit stehen für diese Lagereinheiten  $N_{LPRegale} = 441$  Lagerplätze zur Verfügung. Die Lagereinheiten „Industriepalette“ mit ihren unterschiedlichen Rahmenhöhen können jedoch nicht in das Regal 1.1 eingelagert werden. Dies hat zur Folge, dass sich die Anzahl verfügbarer Lagerplätze für diesen Ladungsträger um 66 Lagerplätze verringert. Hieraus ergibt sich die folgende Anzahl an Lagerplätzen insgesamt und pro Etage:

	Insgesamt	Pro Etage
$N_{LPRegale}$	441	147
$N_{LPRegale/1.1}$	375	125

Tabelle 18 Anzahl Lagerplätze mit / ohne Regal 1.1

Nun wurden alle Voraussetzungen geschaffen, um die Gesamtkapazität des Regallagers zu bestimmen.

#### 4.3.1.3 Bestimmung der Aufnahmefähigkeit $C_{Ges(a,b)}$ der Regalanlage

Die Aufnahmefähigkeit bzw. Kapazität der Regale wird grundsätzlich mit der Formel 2 bestimmt (vgl. Kapitel 4.1):

$$C_{Ges(a,b)} = N_{LP(a)} * C_{LP(a,b)}$$

Die beiden hierfür nötigen Parameter wurden bereits in den Kapiteln 4.3.1.1 und 4.3.1.2 für die jeweiligen Lagerbereiche (a) und Lagereinheiten (b) bestimmt.

Somit können nun mit Hilfe der Formel 2 die Kapazitäten für das Fachregallager, in Abhängigkeit der Lagereinheiten, berechnet werden. Aufgrund der Differenzen der verschiedenen Etagen erfolgt die Berechnung pro Etage. Anschließend wird über die Kapazitäten der einzelnen Etagen die Summe gebildet:

#### Euro Palette 1 Rahmen

Ebene	$N_{LP(a)}$ pro Etage	$C_{LP(a,b)}$	$C_{Ges(a,b)}$
1	147 [LP]	2 [LE/LP]	294 [LE]
2	147 [LP]	2 [LE/LP]	294 [LE]
3	147 [LP]	5 [LE/LP]	735 [LE]
Summe			1.323 [LE]

Tabelle 19 Kapazität der Regale (Euro Palette 1 Rahmen)

**Euro Palette 2 Rahmen**

Ebene	$N_{LP(a)}$ pro Etage	$C_{LP(a,b)}$	$C_{Ges(a,b)}$
1	147 [LP]	1 [LE/LP]	147 [LE]
2	147 [LP]	1 [LE/LP]	147 [LE]
3	147 [LP]	3 [LE/LP]	441 [LE]
Summe			735 [LE]

Tabelle 20 Kapazität der Regale (Euro Palette 2 Rahmen)

**Euro Palette 3 Rahmen**

Ebene	$N_{LP(a)}$ pro Etage	$C_{LP(a,b)}$	$C_{Ges(a,b)}$
1	147 [LP]	1 [LE/LP]	147 [LE]
2	147 [LP]	1 [LE/LP]	147 [LE]
3	147 [LP]	2 [LE/LP]	294 [LE]
Summe			588 [LE]

Tabelle 21 Kapazität der Regale (Euro Palette 3 Rahmen)

**Euro Gitterbox**

Ebene	$N_{LP(a)}$ pro Etage	$C_{LP(a,b)}$	$C_{Ges(a,b)}$
1	147 [LP]	1 [LE/LP]	147 [LE]
2	147 [LP]	1 [LE/LP]	147 [LE]
3	147 [LP]	2 [LE/LP]	294 [LE]
Summe			588 [LE]

Tabelle 22 Kapazität der Regale (Euro Gitterbox)

**Euro Palette mit 24 x 4321 KLTs / Euro Palette mit 12 x 6421 KLTs**

Da Lagereinheiten mit den 4321 KLTs und den 6421 KLTs auf Europaletten die gleichen Abmessungen aufweisen, ist die Kapazität für die beiden Lagereinheiten identisch.

Ebene	$N_{LP(a)}$ pro Etage	$C_{LP(a,b)}$	$C_{Ges(a,b)}$
1	147 [LP]	1 [LE/LP]	147 [LE]
2	147 [LP]	1 [LE/LP]	147 [LE]
3	147 [LP]	2 [LE/LP]	294 [LE]
Summe			588 [LE]

Tabelle 23 Kapazität der Regale (Euro Paletten mit KLTs)

In Kapitel 3.2.4 wurde bereits darauf hingewiesen, dass eine präzise Unterscheidung zwischen Lagereinheit und Ladungsträger bei der Betrachtung der KLTs von Nöten ist. Deshalb wird im Falle der KLTs auch die Kapazität für die einzelnen Kleinladungsträger, bestimmt:

Ladungsträger	Berechnung	$C_{Ges(a,b)}$
KLT 4321	588 [LE] * 24 [LT/LE] =	14.112 [LT]
KLT 6421	588 [LE] * 12 [LT/LE] =	7.056 [LT]

Tabelle 24 Kapazität der Regale (KLTs)

### Industrie Palette 1 Rahmen

Ebene	$N_{LP(a)}$ pro Etage	$C_{LP(a,b)}$	$C_{Ges(a,b)}$
1	125 [LP]	2 [LE/LP]	250 [LE]
2	125 [LP]	2 [LE/LP]	250 [LE]
3	125 [LP]	5 [LE/LP]	625 [LE]
Summe			1.125 [LE]

Tabelle 25 Kapazität der Regale (Industrie Palette 1 Rahmen)

### Industrie Palette 2 Rahmen

Ebene	$N_{LP(a)}$ pro Etage	$C_{LP(a,b)}$	$C_{Ges(a,b)}$
1	125 [LP]	1 [LE/LP]	125 [LE]
2	125 [LP]	1 [LE/LP]	125 [LE]
3	125 [LP]	3 [LE/LP]	375 [LE]
Summe			625 [LE]

Tabelle 26 Kapazität der Regale (Industrie Palette 2 Rahmen)

### Industrie Palette 3 Rahmen

Ebene	$N_{LP(a)}$ pro Etage	$C_{LP(a,b)}$	$C_{Ges(a,b)}$
1	125 [LP]	1 [LE/LP]	125 [LE]
2	125 [LP]	1 [LE/LP]	125 [LE]
3	125 [LP]	2 [LE/LP]	250 [LE]
Summe			500 [LE]

Tabelle 27 Kapazität der Regale (Industrie Palette 3 Rahmen)

Somit wurde nun für alle Ladungsträger die Aufnahmefähigkeit des Fachregallagers bestimmt.

### 4.3.2 Berechnung der Aufnahmefähigkeit der Blockplatzlager

Wie in Kapitel 4.1 aufgezeigt wurde, wird die Kapazität in dieser Arbeit generell mit der Lagerplatzkapazität und der Anzahl vorhandener Lagerplätze bestimmt. Die Dimensionen der Lagerplätze der verschiedenen Blockplatzlager wurden in dieser Arbeit so definiert, dass jeder Ladungsträger auf jeden Lagerplatz eingelagert werden kann.

Dennoch weisen die einzelnen Lagerplätze, abhängig vom jeweiligen Lagerbereich verschiedene Abmessungen auf. Diese Abmessungen führen zu verschiedenen Stapeltiefen ( $C_z$ ), was unterschiedliche Lagerplatzkapazitäten zur Folge hat (vgl. Formel 3).

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden bei der Berechnung der Aufnahmefähigkeit der Blockplatzlager zunächst die Lagerplatzkapazität und Aufnahmefähigkeit der einzelnen Lagerbereiche mit dem Stapelfaktor  $C_y = 1$  berechnet. Mit dem Wissen über die Stapelfaktoren aus Kapitel 3.3 wird dann zentral für alle Blockplatzlager die Gesamtkapazität  $C_{Ges(a,b)}$  bestimmt.

Die Bestimmung der Kapazitäten der Blocklagerbereiche erfolgt über die bereits bekannte Formel 2. Die hierfür nötigen Lagerplatzkapazitäten werden mit Hilfe der Abmessungen der einzelnen Lagerplätze bestimmt, welche bereits in den Kapiteln 3.4.5, 3.4.7, 3.4.8 aufgeführt wurden. Die Anzahl der Lagerplätze findet sich auch in selbigen Kapiteln.

Wie die Formel 3 bereits aufgezeigt hat, wird die Lagerplatzkapazität mit der Stapellänge, -höhe und -tiefe bestimmt. In Kapitel 4.3.2 wurde erklärt, dass die Stapelfaktoren erst später Beachtung finden werden. Somit beträgt der Stapelfaktor zunächst:

$$C_y = 1$$

Somit können nun die Kapazitäten unter den getroffenen Einschränkungen für die drei Blockplatzlager ermittelt werden:

#### Lagerbereich Mitte (vgl. Kapitel 3.4.5)

$C_x$	$C_z$	$C_{B5}$	$N_{LPB5}$	$C_{B5Ges}$
1	2	2 [LE/LP]	26 [LP]	52 [LE]

Tabelle 28 Kapazität Lagerbereich Mitte mit  $C_y = 1$

#### Lagerbereich Nord-Ost (vgl. Kapitel 3.4.8)

$C_x$	$C_z$	$C_{B8}$	$N_{LPB8}$	$C_{B8Ges}$
1	5	5 [LE/LP]	20 [LP]	100 [LE]

Tabelle 29 Kapazität Lagerbereich Nord-Ost mit  $C_y = 1$

**Lagerbereich Süd** (vgl. Kapitel 3.4.9)

$C_x$	$C_z$	$C_{B9}$	$N_{LPB9}$	$C_{B9Ges}$
1	3	3 [LE/LP]	5 [LP]	15 [LE]

Tabelle 30 Kapazität Lagerbereich Süd mit  $C_y = 1$

Aufbauend auf den vorherigen Berechnungen werden nun, in Abhängigkeit der Stapelfaktoren der jeweiligen Ladungsträger (vgl. Kapitel 3.3) die Gesamtkapazität  $C_{Ges(a,b)}$  der Blocklagerflächen für die verschiedenen Ladungsträger berechnet.

Dazu wird zunächst die Gesamtkapazität aller Blocklagerflächen mit  $C_y = 1$  bestimmt:

$$C_{B5,8,9Ges(cy1)} = 52 + 100 + 15 = 167 \text{ [LE]}$$

Mit Hilfe dieser Grundlage kann nun gesammelt für alle Blocklagerflächen die gesamte Aufnahmefähigkeit für jeden Ladungsträger mit folgender Formel bestimmt werden:

$$C_{Ges(a,b)} = C_{B5,8,9Ges(cy1)} * C_{y(LT)}$$

Lagereinheit	$C_{B5,8,9Ges(cy1)}$	$C_{y(LT)}$	$C_{Ges(a,b)}$
Euro Palette 1 Rahmen	167 [LE]	5	835 [LE]
Euro Palette 2 Rahmen	167 [LE]	3	501 [LE]
Euro Palette 3 Rahmen	167 [LE]	2	334 [LE]
Industrie Palette 1 Rahmen	167 [LE]	5	835 [LE]
Industrie Palette 2 Rahmen	167 [LE]	3	501 [LE]
Industrie Palette 3 Rahmen	167 [LE]	2	334 [LE]
Euro Gitterbox	167 [LE]	4	668 [LE]
Euro Palette mit 24 x 4321 KLTs	167 [LE]	2	334 [LE]
Euro Palette mit 12 x 6421 KLTs	167 [LE]	2	334 [LE]

Tabelle 31 Gesamtkapazität der Blocklagerflächen

In Kapitel 3.2.4 wurde bereits darauf hingewiesen, dass eine präzise Unterscheidung zwischen Lagereinheit und Ladungsträger bei der Betrachtung der KLTs von Nöten ist. Deshalb wird im Falle der KLTs auch hier die Kapazität für die einzelnen Kleinladungsträger extra bestimmt:

Ladungsträger	Berechnung	$C_{Ges(a,b)}$
KLT 4321	334 [LE] * 24 [LT/LE] =	8.016 [LT]
KLT 6421	334 [LE] * 12 [LT/LE] =	4.008 [LT]

Tabelle 32 Gesamtaufnahmefähigkeit an KLTs durch die Blocklagerflächen

Hiermit wurde nun die gesamte Aufnahmefähigkeit der Blockplatzlager determiniert.

Im nächsten Unterkapitel kann damit schließlich die Gesamtkapazität der Lagerhalle 4013 in Abhängigkeit der jeweiligen Ladungsträger berechnet werden

#### 4.3.3 Berechnung der Gesamtkapazität des Einlagerorts 4013

Zur Bestimmung der gesamten Aufnahmefähigkeit der Halle 3 müssen nun die einzelnen berechneten Aufnahmefähigkeiten aus den Kapiteln 4.3.1 und 4.3.2 zusammenaddiert werden.

Lagereinheit	Berechnung	Gesamtkapazität Halle 3
Euro Palette 1 Rahmen	1.323 [LE] + 835 [LE]	2.158 [LE]
Euro Palette 2 Rahmen	735 [LE] + 501 [LE]	1.236 [LE]
Euro Palette 3 Rahmen	588 [LE] + 334 [LE]	922 [LE]
Industrie Palette 1 Rahmen	1.125 [LE] + 835 [LE]	1.960 [LE]
Industrie Palette 2 Rahmen	625 [LE] + 501 [LE]	1.126 [LE]
Industrie Palette 3 Rahmen	500 [LE] + 334 [LE]	834 [LE]
Euro Gitterbox	588 [LE] + 668 [LE]	1.256 [LE]
Euro Palette mit 24 x 4321 KLTs	588 [LE] + 334 [LE]	922 [LE]
Euro Palette mit 12 x 6421 KLTs	588 [LE] + 334 [LE]	922 [LE]

Tabelle 33 Gesamtkapazität des Einlagerorts 4013

Ladungsträger	Berechnung	Gesamtkapazität Halle 3
KLTs 4321	14.112 [LT] + 8016 [LT]	22.128 [LT]
KLTs 6421	7.056 [LT] + 4.008 [LT]	11.064 [LT]

Tabelle 34 Gesamtaufnahmefähigkeit an KLTs durch den Einlagerort 4013

## 4.4 Kritische Diskussion der Vorgehensweise

Nachdem nun die Aufnahmefähigkeit der Halle 3 abhängig von der jeweiligen Lagereinheit ermittelt wurde, soll hier die Vorgehensweise einer kritischen Betrachtung unterzogen werden.

Kritisch zu sehen ist vor allem die Annahme, dass keine Vermischung der Ladungsträger auf einem Lagerplatz aufzufinden ist. Diese Annahme deckt sich leider nicht mit dem aktuellen Zustand der Lagerhalle. Tatsächlich ist hier gerade auf den Blocklagerflächen eine weitgehende Vermischung der verschiedenen Lagereinheiten auf den Mehrfachlagerplätzen zu beobachten. Es muss jedoch hier angemerkt werden, dass diese Auswertung vor allem zukünftigen Kapazitätsplanungen der Lagerhalle zugutekommen soll. Gerade zur groben Abschätzung, wie weit Soll-Bestände die Lagerhalle bereits ausfüllen, sind diese nun vorhandenen Daten sehr wertvoll und aussagekräftig.

Auch muss die Kapazitätsbestimmung in Bezug auf die KLTs kritisch diskutiert werden. Die Zusammenfassung der beiden KLT Größen zu Lagereinheiten ist zwar eine recht treffende Annäherung an die Realität, doch spätestens wenn die ersten Kleinladungsträger einer Lagereinheit angebrochen wurden, verändern sich die Stapelfähigkeit, sowie die Abmessungen der KLT-Lagereinheit. Bei einer übrigen Schicht an KLTs auf einer Euro Palette, beträgt die Höhe dieser Lagereinheit nur noch  $h_{EKLT42} = 357\text{mm}$  anstatt von 783mm. Damit verändert sich auch die Lagerplatzkapazität dieser Lagereinheit gerade im Fachregal maßgeblich. Somit ist festzuhalten, dass bei der Betrachtung der Kapazitäten mit Bezug auf die KLT-Lagereinheiten, mindestens im laufenden Betrieb, eine nicht zu unterschätzende Unschärfe vorherrscht. Für eine genauere Auswertung wäre jedoch eine deutlich umfangreichere Analyse nötig, die bei weitem den Rahmen dieser Arbeit gesprengt hätte, und der Aufwand nicht dem potentiellen Nutzen gerecht worden wäre.

## 5. Prozessanalyse der Kommissionierungsabläufe in der Halle 3

Wie bereits in der Forschungsfrage in Kapitel 1.1 definiert wurde, fokussieren sich die Analysen dieser Arbeit auf die Schwierigkeiten in der Auslagerung aus der Halle 3. Ziel der Auswertung ist es herauszufinden, wie genau die Auslagerungsabläufe in der Lagerhalle ablaufen und wo Ineffizienzen und Schwierigkeiten in der Kommissionierung auftreten. Neben der Betrachtung und Auswertung der Prozesse selbst, werden auch die durch diese Schwierigkeiten hervorgerufenen Kommissionierkosten näher untersucht.

Um eine übersichtliche Auswertung zu gewährleisten, werden die Prozessbeschreibung und Kommissionierkosten-Analyse in zwei verschiedenen Unterkapiteln ausgeführt.

### 5.1 Prozessbeschreibung der Kommissionierung

In diesem Unterkapitel des Kapitels 5 werden die Kommissionierabläufe in der Halle 3 näher betrachtet. Ziel wird es sein einen typischen Kommissionierablauf in der Lagerhalle im Detail beschreiben zu können. Dabei werden nicht nur die einzelnen Arbeitsschritte von Interesse sein, sondern auch die durchschnittliche zeitliche Dauer der einzelnen Arbeitsabläufe. Auf Basis dieser Daten können dann nachgelagert die einzelnen Prozessschritte bewertet und weitere Analysen darauf aufgebaut werden.





#### 5.1.1 Methodisches Vorgehen

Um die einzelnen Arbeitsschritte und -zeiten eines typischen Kommissionierablaufs im Einlagerort 4013 zu erhalten, wird die grundlegende Erhebungsmethode der Primärerhebung angewandt. Bei dieser Vorgehensweise „werden die benötigten Daten für die Ist-Aufnahme eigens für die Untersuchung ermittelt“ (Arnold und Furmans 2009, S. 237).

Die hier konkret gewählte Vorgehensweise orientiert sich dabei an Arnold und Furmans „Belastungsstudien“, in denen unter anderem Zeitdauern in einem Materialflusssystem untersucht werden. Arnold und Furmans führen dabei verschiedene Methoden der Zeiterfassung auf. In dieser Ausarbeitung werden zur Identifizierung der einzelnen Arbeitsschritte und -zeiten dabei die Methoden „Befragung“ und „Beobachtung“ angewandt. Beide Methoden werden dabei unmittelbar vor Ort durch den Verfasser dieser Abhandlung durchgeführt (vgl. Arnold und Furmans 2009, S. 244f.). Hierfür werden Lagermitarbeiter bei der Kommissionierung verschiedener Lagerartikel begleitet, beobachtet und regelmäßig bzgl. ihrer konkreten Tätigkeiten befragt (wenn keine Zeitmessung stattfindet). Die ermittelten Daten wurden zusammengetragen und sind in Anhang C einsehbar.

Zur übersichtlichen Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte des Kommissionierablaufs, wird das UML-Aktivitätendiagramm verwendet. Eine Aktivität wird in der Modellierungssprache UML dabei als ein „Ablauf einer Ausführung einer Reihe von Aktionen“ verstanden (Czuchra 2010, S. 120). Somit wird der Arbeitsablauf „Kommissionierung von Teilen“ nach der Modellierungssprache als eine Aktivität angesehen, welche sich aus Elementen wie „Aktionen, Aktivitätsknoten und Objekten zusammen[setzt], die über die Steuerungs- und Objektflüsse miteinander verbunden sind“ (Czuchra 2010, S. 120).

Jede dieser Aktionen erhält in dieser Ausarbeitung dabei eine Identifikationsnummer (ID), mit Hilfe derer jeder Arbeitsschritt eindeutig identifizierbar wird. Die folgende Legende definiert die im Aktivitätendiagramm verwendeten Symbole. Diese werden analog zu „UML in logistischen Prozessen“ von Waldemar Czuchra verwendet (Czuchra 2010, S. 177ff.):

Symbol	Bezeichnung	Beschreibung
	Startknoten	Hier beginnt der Ablauf innerhalb der Aktivität.
	Endknoten	„Ein Endknoten beendet alle Flüsse innerhalb der Aktivität“ (Czuchra 2010, S. 122).
	Entscheidungs(1)- Zusammenführungs(2) - knoten	(1): In einen Entscheidungsknoten geht ein Steuerungsfluss ein und mehrere verlassen ihn. Es muss dabei einer der herausführenden Flüsse ausgewählt werden.  (2): „Ein Zusammenführungsknoten führt mehrere eingehende Flüsse zu einem gemeinsam ausgehenden Fluss zusammen“ (Czuchra 2010, S. 123).
	Steuerungsfluss	Dieses Element verbindet die Aktionen miteinander. Es kann erst mit der folgenden Aktion begonnen werden, wenn die Ausführung der Vorgänger-Aktion beendet ist. Ein Fluss wird unter Umständen mit einer Bedingung versehen. Diese wird an einer Beschriftung in eckigen Klammern sichtbar. Mit Hilfe der Bedingung kann eine Aktion zugelassen bzw. gesperrt werden.



	Aktion	Der auszuführende Arbeitsschritt. Diese Aktion trägt die ID „01“. Aktionen, die blau eingeraht sind, weisen auf nicht wertschöpfende Aktionen hin. Eine genauere Definition folgt in Kapitel 5.2.1.
	-	Dieses kleine Symbol in der Ecke einer jeden Aktion hat keine weitere Bedeutung. Es entsteht im Modellierungsprogramm „Modelio 4.1“, wenn die einzelnen Arbeitsschritte mit einer Benennung versehen werden sollen.

Tabelle 35 Legende der im Aktivitätendiagramm verwendeten Symbole

Für jeden der in der Prozessuntersuchung identifizierten Arbeitsschritte werden Arbeitszeiten ermittelt, deren Auswirkungen im Kapitel 5.2 näher untersucht werden (siehe Kapitel 5.2 und Anhang C).

Um eine möglichst umfassende statistische Aufbereitung der einzelnen Messwerte zu ermöglichen, werden die folgenden statistischen Kennwerte in dieser Prozessanalyse verwendet:

Formel	Bezeichnung	Formel	Beschreibung
(4)	Arithmetischer Mittelwert (in dieser Arbeit auch als „Durchschnitt“ bezeichnet)	$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i$ mit: $n$ = Anzahl beobachtete Messwerte $x_i$ (Wätzig et al. 2010, S. 105)	„Der arithmetische Mittelwert (...) ist ein Maß für die (zentrale) Lage der Messergebnisse“ (Gressner und Arndt 2019, S. 1667)
(5)	Standardabweichung (Gressner und Arndt 2019, S. 2206)	$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ mit: $\bar{x}$ = arithmetisches Mittel $n$ = Anzahl beobachtete Messwerte $x_i$	„Die Standardabweichung ist das am häufigsten verwendete Maß für die Stärke der Variabilität zwischen den Messergebnissen. (...) [Sie] hat die gleiche Maßeinheit wie die ursprünglichen Messergebnisse und ist ausreißeranfällig“ (Gressner und Arndt 2019, S. 2206).

(6)	Minimum (Gressner und Arndt 2019, S. 1661)	$Min_{x_i}$ mit: $x_i =$ beobachtete Messwerte	„Das Minimum ist das kleinste beobachtete Messergebnis“ (Gressner und Arndt 2019, S. 1661)
(7)	Maximum	$Max_{x_i}$ mit: $x_i =$ beobachtete Messwerte	„Das Maximum ist das größte beobachtete Messergebnis“ (Gressner und Arndt 2019, S. 1591)

Tabelle 36 Verwendete statistische Kennwerte in der Prozessanalyse

Neben der Bestimmung der statistischen Größen wird zum Ende des Kapitels auch die mittlere bzw. durchschnittliche Kommissionierzeit pro Position analog zu Timm Gudehus „Logistik; Grundlagen, Strategien und Anwendungen“ berechnet (vgl. Gudehus 2010, S. 735). Diese Kennzahl wird dabei mit folgender Formel ermittelt:

$$\tau_{Pos} = \tau_{AKom} / n_{Pos} \text{ [mm:ss/pos]} \quad (8)$$

mit:

$\tau_{AKom}$       Mittlere Kommissionierzeit für einen Auftrag  
 $n_{Pos}$         Anzahl Positionen

Alle Zeitberechnung werden in dieser Arbeit auf eine Sekunde kaufmännisch gerundet. Dabei sind die angegebenen Zeiten folgendermaßen zu verstehen:

Angabe      Einheit  
 00:00        [mm:ss]  
 00:00:00    [hh:mm:ss]

Bei der Bestimmung der minimalen Zeitmessungen, wird der Wert 00:00 ignoriert, da in diesem Fall dieser Arbeitsschritt nicht stattgefunden hat. Mit dem minimalen Wert ist für den Leser der Arbeit die kürzeste Arbeitszeit, bei tatsächlicher Ausführung der Aktion sicherlich viel stärker von Interesse.

### 5.1.2 Getroffene Annahmen

Wie in Tabelle im Anhang D zu sehen ist, sind in der Lagerhalle sechs verschiedene getrennt voneinander zu betrachtende Auslagerungsabläufe unterscheidbar. Da eine statistische Auswertung mit ausreichender Anzahl an Beobachtungen (hier 30 Zeitmessungen) eines Kommissionierprozesses bereits einen recht hohen Aufwand hervorruft, wird angenommen, dass der Auslagerungsprozess für die Dämpferkommissionierung als Standard-Auslagerungsprozess für die gesamte Halle 3 angesehen werden kann. Die Auslagerung findet dabei nur im Bereich des Fachregals statt. Es wird somit auch folglich in den Auswertungen in Kapitel 5.2 angenommen, dass alle anderen Kommissionierabläufe identisch mit dem der Dämpferkommissionierung ablaufen, und auch hier die gleichen durchschnittlichen Arbeitszeiten für die jeweiligen Prozessschritte zu beobachten sind. Es wurde versucht eine Zeiterfassung mittels der Methode „Selbstaufschreibung“ (vgl. Arnold und Furmans 2009, S. 246) durch die Mitarbeiter in den jeweiligen anderen Auslagerungsprozessen zu bewirken, um für diese Arbeitsabläufe fundiertere Daten zu erhalten. Dies war jedoch nach Absprache mit der Führungskraft nicht umsetzbar.

Auch für die Dämpferkommissionierung wird angenommen, dass der erstellte Prozess (siehe Abbildung 12) den typischen und standardmäßigen Ablauf der Kommissionierung in der Halle 3 darstellt. Tatsächlich sind „in echt“ immer wieder Abweichungen zu beobachten, die die Darstellung 12 nicht abbildet. Trotz allem deckt die Prozessdarstellung aus Sicht des Autors die wichtigsten Arbeitsschritte so realitätsnah wie möglich ab.

Letztlich soll hier noch auf die Erhebung und Auswertung der einzelnen Arbeitszeiten eingegangen werden. Dem Autor ist bekannt, dass bei der Primärerfassung von Arbeitszeiten stochastische Streuungen auftreten. Deshalb sind zur Bestimmung von Mittelwerten und Streuungsparametern mehrere Stichproben nötig. Arnold und Furmans legen in „Materialfluss in Logistiksystemen“ Methoden zur Punkt- und Bereichsschätzung dar, die es ermöglichen statistisch gesicherte Aussagen über zeitlich veränderliche Zustände machen zu können. So kann beispielsweise mit dem „Multimoment -Häufigkeitszähl-Verfahren (MMH)“ der notwendige Stichprobenumfang einzelner Beobachtungen statistisch sauber erfasst werden (Arnold und Furmans 2009, 94ff.; 246ff.). Eine solche statistisch durchgehend saubere Auswertung sprengt jedoch den Umfang dieser Arbeit, da die einzelnen Messungen mit den verantwortlichen Führungspersonen und Mitarbeitern individuell abgestimmt werden müssen, und somit mit einem zu großen organisatorischen und zeitlichen Aufwand verbunden sind. In dieser Arbeit wird angenommen, dass für die Ermittlung der Arbeitszeiten der einzelnen Kommissionierschritte in der Dämpferauslagerung ein Stichprobenumfang von 30 Messungen ausreichend für eine repräsentative Auswertung ist. Analog zu Arnolds und Furmans Anmerkung „Rundgänge (...) in zufälligen Zeitabständen zu beginnen“, erfolgen die Zeitmessungen zu zufälligen Zeitpunkten (Arnold und Furmans 2009, S. 248).

Wie später zu sehen sein wird, gibt es Handlungsalternativen zwischen Aktionen, von denen nur eine durchlaufen werden kann. In so einem Fall fällt für die nicht durchlaufene Aktion die Arbeitszeit „0

Sekunden“ an. Damit wird sichergestellt, dass auch die Häufigkeit, wie oft eine bestimmte Handlungsalternative gewählt wurde, berücksichtigt wird.

Auch gilt es auch „arbeitsrechtliche Bestimmungen für die Beobachtung zeitabhängiger Vorgänge (...) zu beachten“ (Arnold und Furmans 2009, S. 246). Diese wichtige Anmerkung wurde mit der verantwortlichen Führungskraft besprochen. Darauf aufbauend wird angenommen, dass für die Anfertigung dieser Bachelorarbeit und die hierfür benötigten zeitlichen Messwerte keine arbeitsrechtlichen Schwierigkeiten zu beachten sind.

Schließlich muss noch folgende Annahme erwähnt werden. Es wird angenommen, dass die für den Prozess erforderlichen Voraussetzungen bereits erfüllt sind. Dem Lagermitarbeiter liegt also vor Beginn des Auslagerungsprozesses sein Kommissionierauftrag vor und er ist bereit mit der Auslagerung anzufangen. Das Durchlaufen einer Kommissionier Aktivität bedeutet, dass eine bestimmte vorgegebene Menge eines Bauteils (also einer Position) ausgelagert werden muss.

### 5.1.3 Prozessbeschreibung der Kommissionierung in der Halle 3

Zur besseren Verständlichkeit des Prozessdiagramms (Abbildung 12) werden zunächst die einzelnen Aktionen des Kommissionier-Vorgangs näher erläutert. Dabei werden auch die Durchschnittswerte, Standardabweichungen und Minima / Maxima für die jeweiligen Aktionen berechnet. Die Berechnung dieser Werte wird nur für die Aktion „Hinlaufen zum Lagerort“ (01) detailliert aufgezeigt. Die Berechnung der restlichen Zeiten erfolgt identisch. Auch nur für den ersten Prozessschritt werden die einzelnen Arbeitszeiten der 30 Stichproben in dieser Arbeit aufgelistet. Die gemessenen Zeiten der restlichen Arbeitsschritte finden sich gesammelt in Anhang C.

Diesen Beschreibungen und Berechnungen nachgelagert, ist folglich das Aktivitätendiagramm in Abbildung 12 einsehbar.

#### **„Hinlaufen zum Lagerort (01)“**

Als erstes muss unterschieden werden, ob der Kommissionierer weiß, wo sich das Bauteil befindet. Ist ihm der Lagerort bekannt, so muss er zum bekannten Lagerort hinlaufen. Dies wird durch die Aktion „Hinlaufen zum Lagerort“ (01) abgebildet.

Bei den 30 durchgeführten Zeitmessungen, waren für diesen Arbeitsschritt die folgenden Zeitdauern zu beobachten (vgl. Anhang C):

Messung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arbeitszeit	00:10	00:20	00:12	00:30	00:00	00:14	00:12	00:12	00:11	00:20
Messung	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Arbeitszeit	00:15	00:25	00:50	00:00	00:45	00:15	00:10	00:12	00:00	00:45
Messung	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Arbeitszeit	00:00	00:15	00:20	00:10	00:30	00:20	00:12	00:00	00:10	00:15

Tabelle 37 Einzelne Zeitmessungen „Hinlaufen zum Lagerort (01)“

Mit den vorliegenden Informationen können nun die statistischen Kenngrößen arithmetisches Mittel, Standardabweichung, sowie die minimalen und maximalen Werte mit den in Tabelle 36 aufgelisteten Formeln bestimmt werden.

Arithmetisches Mittel:

$$\bar{x} = \frac{1}{30} * (00:10 + 00:20 + 00:12 + 00:30 + 00:00 + 00:14 + 00:12 + 00:12 + 00:11 + 00:20 + 00:15 + 00:25 + 00:50 + 00:00 + 00:45 + 00:15 + 00:10 + 00:12 + 00:00 + 00:45 + 00:00 + 00:15 + 00:20 + 00:10 + 00:30 + 00:20 + 00:12 + 00:00 + 00:10 + 00:15) = 00:16$$

Standardabweichung:

$$s_{(01)} = \sqrt{\frac{1}{30-1} * ((00:10 - 00:16)^2 + (00:20 - 00:16)^2 + (00:12 - 00:16)^2 + (00:30 - 00:16)^2 + (00:00 - 00:16)^2 + (00:14 - 00:16)^2 + (00:12 - 00:16)^2 + (00:12 - 00:16)^2 + (00:11 - 00:16)^2 + (00:20 - 00:16)^2 + (00:15 - 00:16)^2 + (00:25 - 00:16)^2 + (00:50 - 00:16)^2 + (00:00 - 00:16)^2 + (00:45 - 00:16)^2 + (00:15 - 00:16)^2 + (00:10 - 00:16)^2 + (00:12 - 00:16)^2 + (00:00 - 00:16)^2 + (00:45 - 00:16)^2 + (00:00 - 00:16)^2 + (00:15 - 00:16)^2 + (00:20 - 00:16)^2 + (00:10 - 00:16)^2 + (00:30 - 00:16)^2 + (00:20 - 00:16)^2 + (00:12 - 00:16)^2 + (00:00 - 00:16)^2 + (00:10 - 00:16)^2 + (00:15 - 00:16)^2)}$$

= 00:13

Minimum

Maximum

$$Min_{x_{(01)}} = 00:10 \quad Max_{x_{(01)}} = 00:50$$

### „Suchen des Lagerorts“ (02)

Sollte dem Lagerarbeiter nicht bekannt sein, wo sich ein Artikel befindet, muss dieser zunächst gesucht werden. Die Suche wird dabei insbesondere durch im Weg stehende Lagereinheiten (bspw. vor den Regalreihen) erschwert, da eine Identifizierung der dahinterstehenden Lagerobjekte nicht unmittelbar möglich ist.

Weil sich der Mitarbeiter im Zuge der Suche schlussendlich zum Lagerplatz bewegen wird, fällt hier die Aktion 01 folglich weg.

Mit den im Zeitwerten in Anhang C der Einzelmessungen wurden die folgenden Kennzahlen ermittelt:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 00:23$	$s_{(02)} = 01:03$	$Min_{x_{(02)}} = 00:25$	$Max_{x_{(02)}} = 04:12$

Tabelle 38 Statistische Kennzahlen „Suchen des Lagerorts (02)“

### „Identifizierung des Ladungsträgers“ (03)

Wenn nun der Lagerort des auszulagernden Guts gefunden ist, muss der Ladungsträger identifiziert werden, in welchem sich das Material befindet. Hierbei stellt sich die Frage, ob die Teile direkt und ohne weiteres erreichbar sind. Direkt erreichbar soll hier bedeuten, dass die Palette zur Entnahme ohne weiteren Arbeitsschritt ausgelagert werden kann, um die nötigen Teile, oder ggfs. den gesamten Ladungsträger zu entnehmen.

Die gemessenen Zeiten der einzelnen Messungen führen zu folgenden Kennzahlen:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 00:11$	$s_{(03)} = 00:07$	$Min_{x_{(03)}} = 00:05$	$Max_{x_{(03)}} = 00:36$

Tabelle 39 Statistische Kennzahlen „Identifizieren des Ladungsträgers (03)“

### „Davor/Daraufstehende LT wegräumen“ (04)

Ist die Palette identifiziert und direkt erreichbar, kann sie direkt ausgelagert werden: „LT auslagern“ (05). Ist dies nicht der Fall, müssen Gitterboxen, Paletten usw. weggeräumt werden, die bspw. auf dem benötigten Ladungsträger stehen oder sich vor dem Regal befinden und den Zugang verhindern. In diesem Fall folgt die Aktion „Davor/Darauf stehende LT Wegräumen“ (04). Diese im Weg stehende Ladungsbehälter werden in andere Zwischengangbereiche gestellt und meist nach der erfolgten Kommissionierung in gleicher Anordnung wieder eingelagert.

Die hier ermittelten Zeitwerte führen zu den folgenden statistischen Kennzahlen:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 01:18$	$s_{(04)} = 01:10$	$Min_{x_{(04)}} = 00:05$	$Max_{x_{(04)}} = 05:26$

Tabelle 40 Statistische Kennzahlen „Davor/Daraufstehende LT wegräumen (04)“

### „LT auslagern“ 05

Wie bereits erwähnt schließt sich spätestens nach Aktion 04 die Handlung „LT auslagern“ 05 an. Die Auslagerung der Paletten ist nötig, da nur so die auszulagernden Materialien erreichbar sind. Dieser

Arbeitsschritt muss grundsätzlich an allen Lagerplätzen in der Halle erfolgen. Dabei wird das Lagerobjekt aus dem Regal genommen. Die Kommissionierung erfolgt folglich direkt vor Ort, wie im Folgenden zu lesen ist.

Dieser Arbeitsschritt weist folgende Kennzahlen der Arbeitszeiten auf:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 00:25$	$s_{(05)} = 00:17$	$Min_{x_{(05)}} = 00:05$	$Max_{x_{(05)}} = 01:20$

Tabelle 41 Statistische Kennzahlen „LT auslagern (05)“

### „Kommissionieren benötigter Mengen“ (06)

Nachdem nun der benötigte Ladungsträger aus dem Regal entnommen ist, schließt sich die eigentliche Kommissionierung an. Es wird hier angenommen, dass die Materialien innerhalb eines Ladungsträgers unerschöpflich sind, und somit bspw. eine Palette nicht aufgebraucht wird. Es wird auch angenommen, dass die kommissionierten Teile auf eine Palette abgelegt werden, die der Lagermitarbeiter bei der Kommissionierung mit sich führt und am Ende mit der Aktion „Kommissionierte Teile Bereitstellen“ (09) an einem zentralen Ort ablegt.

Hier wurden folgende Zeitwerte ermittelt:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 02:13$	$s_{(06)} = 01:03$	$Min_{x_{(06)}} = 00:30$	$Max_{x_{(06)}} = 04:40$

Tabelle 42 Statistische Kennzahlen „Kommissionieren benötigter Mengen (06)“

### „LT einlagern“ (07)

Anschließend an die Herausnahme der Materialien muss der Ladungsträger wieder eingelagert werden. Die Einlagerung kann analog zum Arbeitsschritt (05) betrachtet werden. Hier wird der Ladungsträger wieder zurück ins Regal gestellt.

Hier sind folgende Arbeitszeiten festzustellen:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 00:37$	$s_{(07)} = 00:29$	$Min_{x_{(07)}} = 00:08$	$Max_{x_{(07)}} = 02:31$

Tabelle 43 Statistische Kennzahlen „LT einlagern (07)“

### „Davor/Daraufstehende LT wieder Hinräumen“ (08)

Wie in der Aktion (04) schon gezeigt wurde, muss auch bei der Einlagerung analog wieder unterschieden werden, ob der Ladungsträger direkt erreichbar war oder nicht. In den beobachteten Fällen wurden

die Ladungsträger nicht immer wieder identisch hingestellt, wie sie zuvor dastanden. Zum Teil wurden sie auch an den der Aktion (04) ausgesuchten Zwischenlagerplätzen belassen.

Die Arbeitszeiten dieser Aktion führen zu den folgenden Werten:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 01:02$	$s_{(08)} = 00:58$	$Min_{x_{(08)}} = 00:20$	$Max_{x_{(08)}} = 04:00$

Tabelle 44 Statistische Kennzahlen „Davor/Daraufstehende LT wieder Hinräumen (08)“

### „Kommissionierte Teile bereitstellen“ (09)

Bei dieser vorletzten Aktion wird das kommissionierte Material, das sich in der Regel auf einer vom Kommissionierer mitgeführten Palette oder Euro Gitterbox befindet, entweder vor den Regalen 6 und 7 oder in den Zwischengang zwischen Regal 5 und 6 abgestellt.

Hier wurden folgende Zeiten bestimmt:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 00:40$	$s_{(09)} = 00:35$	$Min_{x_{(09)}} = 00:10$	$Max_{x_{(09)}} = 02:35$

Tabelle 45 Statistische Kennzahlen „Kommissionierte Teile bereitstellen (09)“

### „Dokumentieren des abgeschlossenen Kommissioniervorgangs“ (10)

Letztlich muss noch diese letzte und zeitlich vergleichsweise sehr kurze Aktion aufgeführt werden. Hier dokumentiert der Lagermitarbeiter die erfolgte Auslagerung auf der ihm vorliegenden Papierliste.

Für diesen finalen Arbeitsschritt sind folgende Zeiten beobachtet worden:

Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Minimaler Wert	Maximaler Wert
$\bar{x} = 00:09$	$s_{(10)} = 00:04$	$Min_{x_{(10)}} = 00:02$	$Max_{x_{(10)}} = 00:16$

Tabelle 46 Statistische Kennzahlen „Dokumentieren des abgeschlossenen Kommissioniervorgangs (10)“

Schließlich soll hier noch zusammenfassend die gesamte mittlere Kommissionierzeit zur Auslagerung einer Position ( $\tau_{Pos}$ ) bestimmt werden (Formel 8). Da sich die durchschnittlichen Arbeitszeiten der jeweiligen Prozessschritte jedoch bereits auf die Auslagerung einer einzelnen Artikelposition beziehen (vgl. Kapitel 5.1.2), wird hier die mittlere Kommissionierzeit pro Position  $\tau_{Pos}$  durch die Addition der Durchschnittswerte der einzelnen Prozessschritte determiniert.

$$\tau_{Pos} = 00:16 + 00:23 + 00:11 + 01:18 + 00:25 + 02:13 + 00:36 + 01:02 + 00:40 + 00:09 = 07:13$$

Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Auslagerung einer Position, also eines Artikels, im Durchschnitt sieben Minuten und dreizehn Sekunden benötigt. Die Auslagerungsmenge der jeweiligen Artikel sind hierbei unterschiedlich und wurden nicht weiter beachtet.

Folgende Abbildung zeigt nun das erstellte UML-Aktivitätendiagramm:

**Kommissionieren von Teilen**

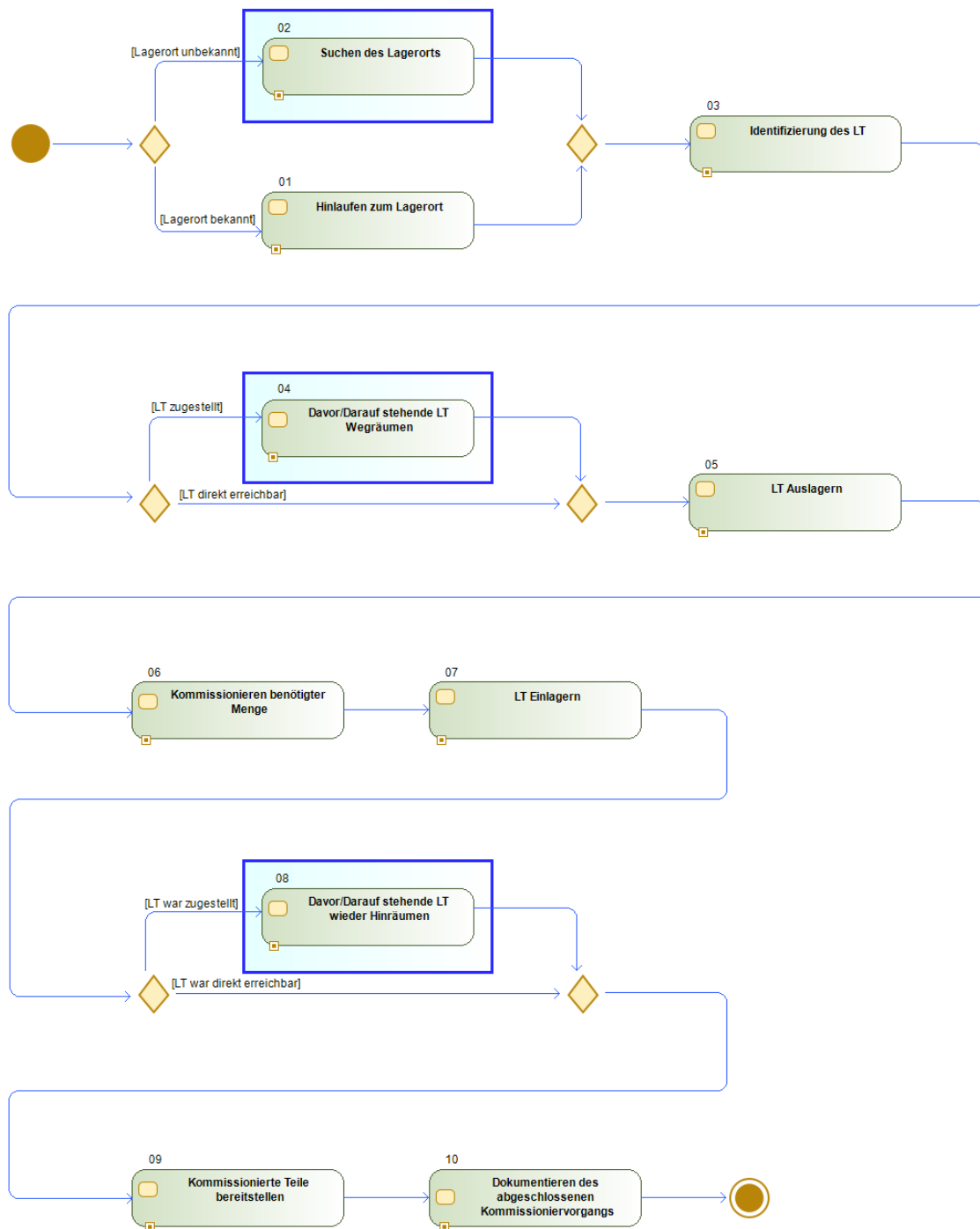


Abbildung 12 UML-Aktivitätendiagramm „Kommissionierung von Teilen“

#### 5.1.4 Kritische Diskussion des Vorgehens

Zur Vorgehensweise der Beschreibung eines typischen Kommissionierablaufs und der Bestimmung der jeweiligen Arbeitszeiten müssen folgende kritische Anmerkungen gemacht werden.

Zunächst muss kritisch auf die Annahme eingegangen werden, dass die Dämpferkommissionierung als repräsentativer Auslagerungsablauf für die ganze Lagerhalle ausgewählt wurde. Diese Vorgehensweise muss aus einem grundlegenden Grund kritisch diskutiert werden: es liegen keine weiteren Informationen vor, welche über die in der Tabelle in Anhang D aufgeführten grundlegenden Fakten hinausgehen. Somit ist eine Bewertung, ob eventuell ein anderer Auslagerungsablauf zur Bestimmung eines typischen Auslagerungsprozesses für die ganze Lagerhalle nicht bevorzugt hätte werden müssen, nicht möglich. Auch kann darüber hinaus nicht beurteilt werden, inwiefern die untersuchte Dämpferkommissionierung tatsächlich mit den Auslagerungsprozesse der anderen Produkte vergleichbar ist.

Um hier eine genauere Vergleichbarkeit zwischen den Auslagerungsabläufen in der Halle 3 herzustellen, wäre eine genauere Untersuchung aller anderen Auslagerungsabläufe nötig gewesen. Eine solch detaillierte Auswertung war mit dem vorhanden Zeitbudget jedoch nicht möglich. Wie in Kapitel 5.1.2 zu lesen ist, wurde versucht Informationen über die anderen Prozessabläufe durch Selbstaufschreibungen der Mitarbeiter zu sammeln, dies war jedoch nicht umsetzbar. Somit muss die Sammlung weitere Informationen über die restlichen Kommissionierabläufe als weiterer Forschungsbedarf betrachtet werden.

Trotz allem dürfen hier die Gründe für die Wahl der genauen Untersuchung der Dämpferkommissionierung, anstatt eines anderen Auslagerung Ablaufes, nicht unerwähnt bleiben. Der Hauptgrund dieser Wahl war die Verfügbarkeit der Lagermitarbeiter. Nur für die Kommissionierung der Getriebe Kits und Dämpferteilen (siehe Anhang D), sind Lagermitarbeiter nur für die Auslagerung eingeteilt. In den restlichen Fällen werden die Auslagerungen bei Bedarf von Mitarbeitern der jeweiligen Abteilungen durchgeführt. Da die Getriebe Kit Kommissionierung nur in Nachtschichten erfolgt, schien die Wahl die detaillierte Prozessuntersuchung auf die Dämpferauslagerung zu fokussieren aus praktikabler Sicht als am sinnvollsten.

Des Weiteren wird hier ein kritischer Blick auf den ausgewählten Stichprobenumfang geworfen. In dieser Arbeit wurden zur Ermittlung der statistischen Kennzahlen 30 Messungen durchgeführt. Ob diese Anzahl an Messungen nun tatsächlich ausreichend für statistisch saubere und repräsentative Auswertung ist, wurde nicht ermittelt. Hier wäre eine genauere Untersuchung wünschenswert. Jedoch muss auch hier auf den begrenzten Umfang einer Bachelorarbeit, und somit auf den weiteren Forschungsbedarf verwiesen werden.

Schließlich soll hier ein weiterer kritischer Aspekt zu den einzelnen Stichproben aufgeführt werden. In Gesprächen mit verschiedenen Mitarbeitern, wurde dem Verfasser dieser Arbeit immer wieder von sehr langen Suchaufwänden, bei denen sogar teilweise mehrere Lagermitarbeiter parallel involviert waren,

berichtet. Leider trat eine solch umfangreiche Suche des Lagerorts bei den Zeitmessungen des Arbeitsschritts „Suchen des Lagerorts“ nicht auf. Es kann somit hier nur darauf verwiesen werden, dass auch deutlich längere Suchzeiten in Ausnahmefällen in der Lagerhalle 3 zu erwarten sind. Dies wird jedoch in den Auswertungen dieser Arbeit nicht abgebildet.

## 5.2 Analyse der vermeidbaren Personalkosten in der Kommissionierung

In den einleitenden Abschnitten dieses Kapitels wurde bereits angerissen, dass auf die erfolgte Beschreibung eines typischen Auslagerungsprozesses in der Lagerhalle weitere Untersuchungen folgen werden. Hierbei sollen zunächst Ineffizienzen bzw. Schwierigkeiten in der Auslagerung identifiziert werden und die dadurch hervorgerufenen Personalkosten für den untersuchten Kommissionierprozess beziffert werden. In einem darauf aufbauenden Schritt ist es schließlich das Ziel, die Gesamtkosten der Schwierigkeiten in der Auslagerung für die gesamte Halle 3 abzuschätzen.

### 5.2.1 Methodisches Vorgehen

Um Ineffizienzen und Schwierigkeiten im Auslagerungsprozess zu erkennen, wird jeder Prozessschritt aus Kapitel 5.1 einer genauen Betrachtung unterzogen. Dabei wird für jeden Arbeitsschritt die Frage gestellt, ob es sich um einen wertschöpfenden bzw. produktiven, oder um einen nicht wertschöpfenden bzw. unproduktiven Arbeitsschritt handelt. Wie lassen sich jedoch in diesem Kontext wertschöpfende von nicht wertschöpfenden Arbeitsschritten unterscheiden? Lars Bergmann und Michael Lacke beschreiben die Differenzierung der beiden Begriffe folgendermaßen: „Eine Antwort auf die Frage welche Arbeitsschritte (...) als wertschöpfend betrachtet werden können, erhält man durch die Überlegung ob der Kunde bereit ist hierfür zu zahlen (...)“ (Bergmann Lars und Lacke Michael 2009, S. 161). Der Kunde der Lagerhalle 3 ist die Produktionslinie, die die angeforderten Teile für die Montage benötigt. Dabei ist davon auszugehen ist, dass die Produktionslinie für eine effiziente Einlagerung und pünktliche Bereitstellung ihrer Komponenten grundsätzlich bereit ist „zu zahlen“. Die zusätzlichen Arbeitsschritte, die bspw. auf eine zu hohe Lagerauslastung etc. zurückzuführen sind und vermeidbar wären, haben für die Produktionslinien jedoch keinen erkennbaren Wert und werden somit als verschwenderische Tätigkeiten angesehen (vgl. Bergmann Lars und Lacke Michael 2009, S. 161).

Auf die durchgeführte Differenzierung in produktive bzw. unproduktive Arbeiten während der Kommissionierung baut in einem darauffolgenden Schritt die Kostenermittlung auf. In diesem Kapitel werden dabei nur „Personalkosten“ ermittelt. Die anderen klassischen Kostenarten, wie sie Arnold und Furmans „im Rahmen einer Ist-Aufnahme“ aufführen, bleiben hier ungeachtet (vgl. Arnold und

Furmans 2009, S. 250). Außerdem interessieren bei der Ermittlung der Kosten in dieser Arbeit nur die Kosten der nicht wertschöpfenden Aktionen, für die die nachgelagerte Montage nicht bereit ist zu zahlen, und die in einer organisierten Lagerhalle auch vermeidbar wären.

Die Berechnung der vermeidbaren Personalkosten wird dabei über die durchschnittliche Arbeitszeit der nicht wertschöpfenden Arbeitsschritte erfolgen. Hierfür wird ein Stundensatz von 38€/h pro Lagermitarbeiter angesetzt.

Die Berechnungen der Personalkosten werden mit folgender Formel durchgeführt:

$$\text{Kosten}(T_{nw(n_{Pos})}) = n_{Pos} * \frac{\tau_{Pos(nw)}}{60} * 38 \frac{\text{€}}{\text{h}} \quad [\text{in €}] \quad (9)$$

mit:

$\text{Kosten}(T_{nw(n_{Pos})})$	Vermeidbare Personalkosten für die Kommissionierung von $n_{Pos}$
$\tau_{Pos(nw)}$	Mittlere nicht wertschöpfende Kommissionierzeit für einen Position. Dieser Wert muss hier in Minuten eingesetzt werden.
$n_{Pos}$	Anzahl Positionen

Auf Basis der in Kapitel 5.1.2 getroffenen Annahmen wird auch hier weiterhin davon ausgegangen, dass der ermittelte Prozessschritte und die jeweiligen produktiven bzw. unproduktiven Zeitaufwände, repräsentativ für die restlichen in der Halle 3 auffindbaren Auslagerungsabläufe sind (vgl. Anhang D). Aufbauend auf dieser Annahme und der Information über die Häufigkeit der jeweiligen Prozesse pro 24h, werden schließlich die gesamten vermeidbaren Personalkosten, die während der Kommissionierung in der Lagerhalle entstehen, für verschiedene Zeiträume (wöchentlich und monatlich) ermittelt.

### 5.2.2 Getroffene Annahmen

Wie in Kapitel 5.1.2 zu lesen ist, basiert die hier durchgeführte Bestimmung der vermeidbaren Personalkosten auf der Unterscheidung zwischen wertschöpfenden und nicht wertschöpfenden Arbeitsschritten. Dabei wird in dieser Auswertung angenommen, dass alle als unproduktiven Arbeitsschritte gänzlich vermeidbar sind und in einer „perfekt“ funktionierenden Lagerhalle nicht nötig wären und somit folglich als vermeidbare Kosten eingestuft werden können.

Auch wird in diesem Unterkapitel weiterhin davon ausgegangen, dass die einzelnen Prozessschritte und durchschnittlichen Arbeitszeiten der Dämpferauslagerung repräsentativ für alle anderen Auslagerungsabläufe in der Lagerhalle angesehen werden können. Eine kritische Betrachtung dieser Annahme erfolgte bereits in Kapitel 5.1.4.

Schließlich werden für die Auswertung der gesamten vermeidbaren Personalkosten in der Lagerhalle folgende weitere Annahmen getroffen:

- Es wird angenommen, dass die Güte der Schätzung der in Anhang D aufgeführten geschätzten Häufigkeiten an auszulagernden Positionen pro 24h ausreichend ist, um auf Basis dieser Daten die gesamten vermeidbaren Personalkosten in der Halle 3 zu determinieren. Diese Tabelle wurde zusammen mit einem/r Kolleg:in, die mit den Abläufen in der Lagerhalle sehr vertraut ist, erstellt. Eine genauere Auswertung wurde aus den in Kapitel 5.1.4 bereits erörterten Gründen nicht durchgeführt.
- Schließlich wird für die Bestimmung der gesamten vermeidbaren Kosten angenommen, dass in der Lagerhalle an 5 Tagen (à 24h) in der Woche und an 20 Tagen im Monat Auslagerungsvorgänge stattfinden.

### 5.2.3 Auswertung der vermeidbaren Personalkosten in der Kommissionierung

Die Auswertung der vermeidbaren Personalkosten wird in zwei Unterkapitel aufgeteilt. Zunächst werden die einzelnen Prozessschritte im Detail untersucht und in wertschöpfende und nicht wertschöpfende Arbeitsschritte eingeteilt. Auch wird hier die durchschnittliche Arbeitszeit an unproduktiver Arbeit in der Dämpferkommissionierung berechnet.

In einem zweiten Schritt werden die vermeidbaren Personalkosten dieser Arbeitszeiten für die Dämpferteile, sowie für die restlichen in der Lagerhalle ablaufenden Auslagerungsvorgänge, ermittelt.

#### 5.2.3.1 Detaillierte Analyse der einzelnen Prozessschritte

Die folgende Tabelle zeigt die Einordnung der jeweiligen Prozessschritte in wertschöpfende (w) und nicht wertschöpfende (nw) Arbeitsschritte:

Prozessschritt ID	Durchschnitt. Arbeitszeit	w.	n.w.	Begründung
01	00:16	x		Dieser Arbeitsschritt ist aus der Natur der Tätigkeit heraus zwingend notwendig und somit eine wertschöpfende Tätigkeit.
02	00:23		x	Die Montage als Kunde der Lagerhalle hat kein Interesse daran, dass Teile nicht auffindbar und zunächst zeitaufwendig gesucht werden müssen. Somit ist die

				Lagerhalle nicht bereit hierfür zu „zahlen“. Auch könnte auf diesen Arbeitsschritt, bei vorhandenem Wissen über den Lagerplatz, verzichtet werden.
03	00:11	x		Diese Arbeitshandlung fällt grundsätzlich immer an. Deshalb wird sie als wertschöpfend eingestuft.
04	01:18		x	Der Arbeitsschritt wird als nicht wertschöpfend bewertet, da diese Arbeiten bei einer bspw. deutlich geringeren Auslastung der Lagerhalle nicht auftreten würden, und somit nicht zwingend notwendig sind. Deshalb ist anzunehmen, dass auch hier der Kunde der Lagerhalle nicht bereit wäre, für diesen Schritt zu zahlen.
5	00:25	x		Dieser Arbeitsschritt muss grundsätzlich immer erfolgen und ist somit als ein wertschöpfender Arbeitsschritt einzustufen.
6	02:13	x		Auch dieser Arbeitsschritt muss grundsätzlich immer erfolgen und ist somit als ein wertschöpfender Arbeitsschritt einzustufen.
7	00:37	x		Analog zu Schritt 5 erfolgt auch hier die Einstufung als wertschöpfend.
8	01:02		x	Die Einstufung erfolgt hier analog zu Schritt 4.
9	00:40	x		Dieser Arbeitsschritt muss grundsätzlich immer erfolgen, deshalb wird er als wertschöpfend eingestuft.

10	00:09	x		Auch dieser Arbeitsschritt ist mit der gleichen Begründung wie Schritt 9 als wertschöpfend einzustufen.
----	-------	---	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabelle 47 Detaillierte Analyse der einzelnen Prozessschritte

Im Aktivitätendiagramm wurden die einzelnen nicht wertschöpfend Arbeitsschritte mit einer blauen Umrandung hervorgehoben. Damit wird eine übersichtliche Unterscheidung zwischen wertschöpfenden nicht wertschöpfenden Arbeitsschritten ermöglicht.

Schließlich wird in diesem Unterkapitel noch die durchschnittliche Arbeitszeit der unproduktiven Arbeitsschritte bestimmt. Diese Berechnung erfolgt erneut mit Hilfe der Formel 8, nur das in dieser Berechnung nur die nicht wertschöpfenden Arbeitszeiten berücksichtigt werden. Auch hier ist (analog zu Kapitel 5.1.3) die Addition der einzelnen durchschnittlichen Arbeitszeiten möglich, da sich die gemessenen Arbeitszeiten bereits auf die Kommissionierung eines Materials und damit einer Position beziehen.

$$\tau_{Pos(nw)} = 00:23 + 01:18 + 01:02 = 02:43$$

Somit kann gesagt werden, dass im Mittel für jede kommissionierter Position eines Dämpferteils zwei Minuten und dreiundvierzig Sekunden mit Tätigkeiten verbracht werden, die als nicht wertschöpfend eingestuft werden müssen, und auf die folglich verzichtet werden könnte.

Im nächsten Unterkapitel werden die finanziellen Auswirkungen dieser Erkenntnis einer näheren Untersuchung.

### 5.2.3.2 Berechnung der vermeidbaren Personalkosten der Kommissionierung in der Halle 3

Alle in diesem Unterkapitel durchgeführten Berechnungen basieren auf der Formel 9.

Zunächst werden hier die vermeidbaren Personalkosten für einen Kommissioniervorgang, also für die Auslagerung einer Position, bestimmt:

Hierfür muss  $\tau_{Pos(nw)} = 02:43$  in eine reine Dezimalschreibweise umgewandelt werden, da dieser Wert in Formel 9 nur als reine Minutenangabe eingesetzt werden kann:

$$\tau_{Pos(nw)} = 2,72 \text{ [min]}$$

Mit dieser Voraussetzung können nun die vermeidbaren Personalkosten für die Auslagerung eines Artikels bestimmt werden:

$$Kosten(T_{nw(1)}) = 1 * \frac{2,72 \text{ min}}{60} * 38 \frac{\text{€}}{\text{h}} = 1,72 \text{ €}$$

Folglich treten pro kommissionierter Position in der Lagerhalle 1,72€ an vermeidbaren Personalkosten auf.

Um nun unter den in diesem Kapitel getroffenen Annahmen die gesamten vermeidbaren Personalkosten in der Kommissionierung der Halle 3 zu bestimmen, muss zunächst die Gesamtzahl an zu untersuchenden Auslagerungsvorgängen bzw. Auslagerungspositionen definiert werden. In dieser Auswertung interessieren die Personalkosten für die folgenden Zeiträume: pro 24h, pro Woche und pro Monat.

Die Determinierung der Anzahl Positionen erfolgt auf Basis der Tabelle des Anhangs D und der getroffenen Annahmen:

Zeitraum	Berechnung	$n_{Pos}$
Pro 24h	$50 + 12 + 180 + 120 + 7 + 3$	372
Pro Woche	$5 * 372$	1860
Pro Monat	$20 * 372$	7440

Tabelle 48 Anzahl kommissionierter Positionen pro Zeitraum

Somit sind alle Voraussetzungen geschaffen, um die gesamten vermeidbaren Personalkosten in der Halle 3 zu bestimmen:

Zeitraum	Berechnung	$T_{nw(n_{Pos})}$
Pro 24h	$372 * \frac{2,72min}{60} * 38 \frac{€}{h}$	640,83 €
Pro Woche	$1860 * \frac{2,72min}{60} * 38 \frac{€}{h}$	3.204,16 €
Pro Monat	$7440 * \frac{2,72min}{60} * 38 \frac{€}{h}$	12.816,64 €

Tabelle 49 Insgesamt vermeidbare Personalkosten

Zusammenfassend können in der Tabelle 49 die abgeschätzten Gesamtbeträge an Personalkosten eingesehen werden, die unter Berücksichtigung aller in Kapitel 5 getroffenen Annahmen, vermieden werden könnten.

#### 5.2.4 Kritische Diskussion der Vorgehensweise

Zunächst wird in dieser kritischen Reflektion die Einordnung der Arbeitsschritte in wertschöpfend bzw. nicht wertschöpfende Arbeitsschritte untersucht. Hier muss für die Punkte 4 und 8 angemerkt werden, dass hier eine vollständige Zuordnung zum Bereich nicht wertschöpfende Tätigkeit nicht ganz richtig ist. Es ist richtig, dass in einer Lagerhalle, in der keine Ladungsträger vor den Regalreihen bzw. Blocklagerflächen stehen, dieser Arbeitsschritt eigentlich nicht mehr nötig ist. Jedoch werden, wie bei der

Bestimmung der Kapazitäten in Kapitel 4.3 zu sehen ist, abhängig von der Lagereinheiten auf den jeweiligen Lagerplätzen häufig mehrere Ladungsträger auf einen Lagerplatz eingelagert. Bei solch einer Einlagerung ist nur die „oberste der Auslagerung zugewandte Einheit ohne Umlagerung direkt erreichbar“ (Gudehus 2010, S. 573). Somit müssen auch im Falle, dass keine Ladungsträger mehr in den Zwischengängen stehen, „Darauf stehende LT“ weggeräumt und wieder hin geräumt werden. Damit ist die Einordnung der Arbeitsschritt 4 und 8 eigentlich nicht korrekt. Dennoch wurde diese Einordnung getroffen, da bei den durchgeführten Beobachtungen deutlich zu erkennen war, dass vor allem das Umlagern der vor den Lagerplätzen befindlichen Lagereinheiten die meiste Zeit in Anspruch genommen hat.

Ein weiterer kritischer Blick muss auf die ermittelten Arbeitszeiten der der Dämpferkommissionierer geworfen werden. In der im Anhang D befindlichen Tabelle wurde aufgeführt, dass pro 24h ca. 50 Positionen ausgelagert werden. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Bachelorarbeit waren für diese 24h jeweils ein Lagermitarbeiter in der Früh- und einer in der Spätschicht mit jeweils 7,5h Arbeitszeit eingeteilt. In Kapitel 5.1.3 wurde die durchschnittliche Kommissionierzeit pro Position von  $\tau_{Pos} = 07:13$  ermittelt. Pro 24h bedeutet dies eine mittlere Kommissionierzeit von:

$$\tau_{24h} = \tau_{Pos} * n_{Pos} = 7,22min * 50 = 06:08:17 [hh:mm:ss]$$

Dem gegenüber steht eine gesamte Arbeitszeit von 15h. Es wird also ersichtlich, dass die Lagermitarbeiter entweder noch andere Tätigkeiten ausüben, die mehr als die Hälfte ihrer Arbeitszeiten einnehmen oder, dass die Auslagerungsvorgänge zum Teil noch deutlich mehr Zeit in Anspruch nehmen. Tatsächlich wurden die Mitarbeiter der Dämpferkommissionierung hierzu befragt. Es stellt sich heraus, dass oft täglich mehrere Stunden mit Aufräumaktivitäten verbracht werden, die in der hier durchgeführten Analyse nicht berücksichtigt werden. Hier eine umfangreichere Untersuchung durchzuführen war mit dem vorhandenen Zeitbudget leider nicht möglich. Die Datenerhebung mittels „Selbstaufschreibung“ konnte leider nicht angewandt werden (vgl. Kapitel 5.1.2). Trotz allem soll hier darauf hingewiesen werden, dass die ermittelten vermeidbaren Kosten mit hoher Wahrscheinlichkeit noch deutlich höher ausfallen.

Schließlich sollte noch die folgende kritische Anmerkung bzgl. der Tabelle (Anhang D) angebracht werden. Die hier aufgeführten Positionen pro 24h basieren auf Schätzungen eines/r Expert:in. Es ist aus Sicht des Autors unstrittig, dass die Daten in der Tabelle ziemlich akkurat sind. Trotz allem bezieht sich die Anzahl der Kommissionierpositionen auf die im Frühjahr 2022 vorzufindende Auslastung der Montage. Bei Bedarf werden in der Montage weitere Schichten eingeplant, wodurch die Anzahl der zu kommissionierenden Teile pro 24h analog mitsteigen würde. Eine solche dynamische Entwicklung wurde in dieser Auswertung jedoch nicht berücksichtigt. Der Hauptgrund hierfür ist, dass zum Erstellungszeitpunkt keine Indikatoren für eine Veränderung der Kommissioniermengen vorhanden waren, und somit eine detaillierte Untersuchung als nicht zielführend bewertet wurde.

## 6. Serviceanalyse

### 6.1 Serviceproblembeschreibung

Unter dem Begriff des Services in einer Lieferkette, beschreiben Brandimarte und Zotteri die Qualität der Belieferung des nachgelagerten Kunden. Dabei verstehen sie unter einem „guten Service“, dass der Kunde mit den richtigen Materialien, zum richtigen Zeitpunkt und auf die geforderte Art und Weise beliefert wird (Brandimarte und Zotteri 2007, S. 9).

Die Montage ist als der nachgelagerte Kunde der Lagerhalle 3 zu betrachten. Dabei ist festzustellen, dass die Effizienz des Services der Lagerhalle, also die zufriedenstellende Belieferung der Montage, nicht immer gewährleistet wird. So sind in der Montage immer wieder Störungen bis hin zu Produktionsstillständen zu beklagen, die auf eine eingeschränkte Materialverfügbarkeit der Lagerhalle zurückzuführen sind.

In diesem Kapitel erfolgt nun eine nähere Betrachtung der Servicequalität der Lagerhalle 3. Dabei wird untersucht, wie häufig in der Montage eine nicht zufriedenstellende Belieferung durch die Halle 3 zu verzeichnen ist, wie lange dadurch Störungen hervorgerufen werden und wie hoch die Lohnkosten in der Montage für die dadurch entstehenden nicht wertschöpfende Wartezeiten ausfallen.

### 6.2 Methodik der Serviceanalyse

Zur Evaluierung der Montagestörungen wird die Methode der Sekundärerhebung verwendet. Dabei werden bereits verfügbare und dokumentierte Daten ausgewertet, die „für andere Zielsetzungen erhoben wurden“ (Arnold und Furmans 2009, S. 237). Es wird hierfür die sogenannte „Werma-Datenbank“ analysiert. In dieser Datenbank werden alle Fertigungs- und Montage Störungen zentral gesammelt. Dabei werden unter anderem die ursächlichen Gründe, die verantwortliche Abteilung, die Dauer der Störung, sowie die Anzahl der betroffenen Mitarbeiter dokumentiert (siehe Anhang E).

Wie zu sehen sein wird, lassen einige Einträge einen direkten Rückschluss auf die Lagerhalle 3 zu. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn eine Montagestörung aufgrund eines in der Halle 3 lagernden Teils eingetreten ist. Oft sind jedoch die einzelnen Einträge in der Störungsdatenbank für einen Außenstehenden schwer zuzuordnen. Auch werden in Montagestörungen häufig mehrere Fehlteile zusammengefasst, wodurch kein singulärer Rückschluss auf das untersuchte Lager mehr möglich ist. In diesen Fällen wird mit Hilfe einer/einem sehr gut informierten Kolleg:in qualifiziert abgeschätzt, welche Störungen durch die Lagerhalle 3 hervorgerufen wurden und für wie viele Minuten der gesamten Störungsdauer der

Einlagerort 4013 anteilig verantwortlich gemacht werden kann. Eine genauere Auswertung ist hier aufgrund der recht spärlichen Angaben in der Datenbank leider nicht möglich.

Für die identifizierten Störungsdatenbankeinträge werden zwei Parameter für die weitere Auswertung von Relevanz sein. Diese sind:

- die Dauer in Minuten der jeweiligen Störung bzw. der festgelegte zeitliche Anteil, für den die Lagerhalle die Verantwortung trägt
- die Anzahl der betroffenen Mitarbeiter.

Mit den nun identifizierten Daten werden für den jeweiligen Eintrag in der „Werma-Datenbank“ die vermeidbaren Kosten der nicht wertschöpfenden Arbeitszeiten der Mitarbeiter bestimmt. Hierzu wird für die Mitarbeiter in der Montage der momentane Stundensatz von 42€ pro Stunde angesetzt. Sind mehrere Monteure von einer Montagestörung betroffen, so werden die Kosten der Störungsdauer mit dem Faktor der Mitarbeiter multipliziert. Aus Basis dieser Vorgehensweise können mit der folgenden Formel (10) die Kosten einer Störung, hervorgerufen durch die Halle 3, determiniert werden:

$$\text{KostenSt}(x) = \frac{t_{\min(x)}}{60} * \frac{42\text{€}}{h} * m_{(x)} \quad [\text{in €}] \quad (10)$$

mit:

$\text{KostenSt}(x)$	Kosten der Störung x
$t_{\min(x)}$	Störungsdauer in Minuten der Störung x bzw. der festgelegte zeitliche Anteil, für den die Lagerhalle die Verantwortung trägt.
$m_{(x)}$	Anzahl der betroffenen Mitarbeiter für die Störung x.

Für diese Arbeit werden alle Einträge der „Werma-Datenbank“ für den Monat Mai und Juni ausgewertet. Alle Einträge der Datenbank mit Bezug zur Halle 3 finden sich in Anhang E. Mit Hilfe einer Störungs-ID wird ein direkter Bezug zu den einzelnen Einträgen in der Datenbank hergestellt.

### 6.3 Getroffene Annahmen bei der Serviceanalyse

Bei der Bestimmung der relevanten „Werma-Datenbank“ Einträge wird für alle Fehlteile, die aus der Lagerhalle 3 bezogen werden, allgemein angenommen, dass hierfür ursächlich der „Problemfall Halle 3“ verantwortlich ist. Damit wird ausgeschlossen, dass Bauteile bspw. durch den innerbetrieblichen Transport an einer falschen Stelle abgelegt wurden oder durch Montagemitarbeiter eventuell übersehen

wurden. Nach Rücksprache mit dem/der sehr gut informierten Kolleg:in führt diese Annahme zu keiner relevanten Unschärfe, da in den jeweiligen Fällen fast ausnahmslos der ursächliche Grund für eine nicht zufriedenstellende Belieferung der Montage auf die Lagerhalle, und nicht andere Faktoren zurückzuführen ist.

Des Weiteren wird angenommen, dass die von den jeweiligen Störungen betroffenen Montage Mitarbeiter für die Zeit der Störung keine anderen wertschöpfenden Aufgaben, wie bspw. die Produktion eines Ersatzproduktes, übernehmen können. Somit muss die gesamte Störungsdauer als nicht wertschöpfende Arbeitszeit angesehen werden, da der Kunde (in diesem Fall der Endkunde) nicht für durch Logistikprobleme hervorgerufene Wartezeiten, bereit ist zu zahlen (vgl. Kapitel 5.2.1). Folglich wird der für die gesamte Dauer der Montageunterbrechung bezahlte Lohn als durch die Lagerhalle hervorgerufene vermeidbare Kosten bewertet, die bei ausreichender Servicequalität der Lagerhalle nicht auftreten würden.

#### 6.4 Kostenbewertung der eingeschränkten Materialverfügbarkeit

Für die Bestimmung der Kosten der eingeschränkten Materialverfügbarkeit wird der „Werma-Datenbank“ der Monate Mai und Juni ausgewertet. Die für die Bestimmung der Kosten relevanten Daten werden hier aufgelistet. Für die restlichen Informationen, insbesondere die Gründe der Störung, wird auf den Anhang E dieser Arbeit verwiesen. Die Berechnung der Kosten der Störung erfolgt dabei mit der Formel 10. Dabei werden die Kosten im gesamten Kapitel kaufmännisch auf den vollen Euro gerundet.

Störungs-ID ( $x$ )	Datum	$t_{\min}(x)$	$m(x)$	$KostenSt(x)$
1	02.05.22	74	10	518 €
2	02.05.22	53	9	334 €
3	02.05.22	15	12	126 €
4	03.05.22	30	9	189 €
5	04.05.22	38	8	213 €
6	05.05.22	20	1	14 €
7	05.05.22	20	1	14 €
8	05.05.22	20	1	14 €
9	06.05.22	20	2	28 €
10	06.05.22	20	1	14 €
11	09.05.22	150	4	420 €

12	09.05.22	30	2	42 €
13	09.05.22	15	2	21 €
14	09.05.22	60	5	210 €
15	10.05.22	80	2	112 €
16	12.05.22	60	1	42 €
17	12.05.22	80	2	112 €
18	18.05.22	7	9	44 €
19	19.05.22	49	9	309 €
20	19.05.22	120	1	84 €
21	19.05.22	13	9	82 €
22	19.05.22	22	1	15 €
23	21.05.22	35	9f	221 €
24	22.05.22	24	9	151 €
25	23.05.22	384	1	269 €
26	24.05.22	12	9	76 €
27	24.05.22	1	208	146 €
28	25.05.22	1	180	126 €
29	30.05.22	1	42	29 €
30	31.05.22	1	370	259 €
31	06.04.22	2	20	28 €
32	10.06.22	4	150	420 €
33	24.06.22	1	20	14 €
34	24.06.22	3	20	42 €

Tabelle 50 Kosten der einzelnen Störungen

Für die beiden Monate Mai und Juni konnten insgesamt 34 Störungen festgestellt werden, die durch eine nicht zufriedenstellende Belieferung der Montagelinien mit Lagerobjekten aus der Lagerhalle 3, hervorgerufen wurde. Insgesamt führte dies zu Lohnkosten nicht wertschöpfender Arbeitsschritte in Höhe von:

$$\begin{aligned}
 \text{KostenGesamt} = \sum_{x=1}^{34} \text{KostenStörung}(x) = & 518€ + 334€ + 126€ + 189€ + 213€ + 14€ + \\
 & 14€ + 14€ + 28€ + 14€ + 420€ + 42€ + \\
 & 21€ + 210€ + 112€ + 42€ + 112€ + 44€ + \\
 & 309€ + 84€ + 82€ + 15€ + 221€ + 151€ + \\
 & 269€ + 76€ + 146€ + 126€ + 29€ + 259€ + \\
 & 28€ + 420€ + 14€ + 42€ = \mathbf{4738€}
 \end{aligned}$$

Getrennt betrachtet waren für den Monat Mai 30 Störungen mit folgenden Kosten auszuwerten:

$$\begin{aligned}
 \text{KostenMai} = \sum_{x=1}^{30} \text{KostenStörung}(x) = & 518\text{€} + 334\text{€} + 126\text{€} + 189\text{€} + 213\text{€} + 14\text{€} + \\
 & 14\text{€} + 14\text{€} + 28\text{€} + 14\text{€} + 420\text{€} + 42\text{€} + 21\text{€} + \\
 & 210\text{€} + 112\text{€} + 42\text{€} + 112\text{€} + 44\text{€} + 309\text{€} + \\
 & 84\text{€} + 82\text{€} + 15\text{€} + 221\text{€} + 151\text{€} + 269\text{€} + \\
 & 76\text{€} + 146\text{€} + 126\text{€} + 29\text{€} + 259\text{€} = \mathbf{4234\text{€}}
 \end{aligned}$$

Für den Monat Juni konnten dahingegen auf Basis der Störungsdatenbank Kosten in Höhe von nur 504€ vier Einträge in die Datenbank ermittelt werden:

$$\text{KostenJuni} = \sum_{x=31}^{34} \text{KostenStörung}(x) = 28\text{€} + 420\text{€} + 14\text{€} + 42\text{€} = \mathbf{504\text{€}}$$

Auf Basis der beiden getrennt betrachteten Monate kann damit der monatliche Durchschnittswert an nicht wertschöpfenden Lohnkosten in der Montage mit Hilfe des arithmetischen Mittels (vgl. Formel 4) berechnet werden:

$$\bar{x} = \frac{1}{2} * (4234\text{€} + 504\text{€}) = \mathbf{2369\text{€}}$$

Somit entstehen durchschnittlich pro Monat 2369€ vermeidbare Lohnkosten, für die die fehlerhafte Qualität der Auslagerung der Halle 3 verantwortlich ist.

An den vorherigen monatlichen Kosten kann auf den ersten Blick bereits eine starke Diskrepanz zwischen den beiden Monaten und somit eine starke Streuung um den Mittelwert beobachtet werden. Um dies mathematisch darzustellen wird hierfür die Standardabweichung (Formel 5) als „Maß für die Schwankungen der Werte in einer Verteilung“ mit der Formel 5 bestimmt werden (Wätzig et al. 2010, S. 108):

$$s = \sqrt{\frac{(4234\text{€}-2369\text{€})^2 + (504\text{€}-2369\text{€})^2}{2-1}} = 2637,51\text{€} \approx 2638\text{€}$$

Woran die stark unterschiedlichen Störungshäufigkeiten und -dauern liegen, ist aus der „Kommentar“ Spalte in der Störungsdatenbank nicht nachvollziehbar (vgl. Anhang E). Auch brachten Gespräche mit verschiedenen Kolleg:innen keine schwerwiegende Gründe hervor, die solch starke Schwankung zwischen den beiden Monaten begründen würden. Leider war eine Auswertung von weiteren dem Monat Mai vorgelagerten Monaten nicht möglich, da der/die hier unterstützende Kolleg:in für eine umfangreichere Auswertung nicht zur Verfügung stand.

## 6.5 Kritische Diskussion des Vorgehens

In dieser kritischen Betrachtung soll zunächst der Blick auf die stark unterschiedlichen durchschnittlichen Lohnkosten der beiden Monate geworfen werden. Hier würde eine deutlich umfangreichere Untersuchung, bspw. über ein gesamtes Jahr, sicherlich zu einem aussagekräftigeren Durchschnittswert und einer geringeren Streuung führen. Leider stand der/die zur Auswertung notwendige Kolleg:in hierfür nicht weiter zur Verfügung.

Auch soll in dieser kritischen Diskussion ein weiteres Mal auf die qualifizierte Abschätzung des/der Kolleg:in eingegangen werden. Diese Abschätzungen erfolgten auf Basis der sehr begrenzten Informationen der Störungsdatenbank (siehe Anhang E), ohne detaillierteres Wissen der einzelnen Vorfälle. Somit muss ohnehin von einer gewissen, nicht näher quantifizierbaren Unschärfe ausgegangen werden. Jedoch ist, wie in Kapitel 6.2 bereits ausgeführt, eine genauere Auswertung leider nicht möglich.

Ein weiterer Kritikpunkt bezieht sich auf den Umfang dieser Auswertung der Störungsdatenbank. Wie im Anhang zu sehen ist, enthält die Datenbank auch die Spalte „Bereich“. Hierin wird dokumentiert, welche Montagelinie durch den Ausfall betroffen war. Eventuell würde eine hierauf bezogene Auswertung Schwerpunktbildungen bestimmter Produktgruppen erkennen lassen, die einen präziseren Rückschluss auf bestimmte Auslagerungsabläufe in der Lagerhalle zuließen. An dieser Stelle muss jedoch gesagt werden, dass eine solch detaillierte Auswertung den Umfang dieser Arbeit sprengen würde. Somit muss eine solch detailliertere Analyse als weiterer Forschungsbedarf angesehen werden.

## 7. Ursachenanalyse der Kommissionierineffizienz und Serviceineffizienz der Lagerhalle

In den vorherigen Kapiteln wurden die Ineffizienzen und die daraus entstehenden vermeidbaren Kosten in der Kommissionierung und Montage bereits im Detail untersucht.

Nun stellt sich in einem nächsten Schritt die folgende Frage: welche Faktoren lassen sich als die grundlegenden und schwerwiegendsten Ursachen der beschriebenen Probleme identifizieren? Diese Fragestellung wird in diesem Kapitel beantwortet. Dabei werden zunächst die verantwortlichen Problemursachen mit Hilfe des Ishikawa Diagramms identifiziert, bevor sie in einem zweiten Schritt bewertet und priorisiert werden.

### 7.1 Identifizierung der Einzelnen Ursachen mit Hilfe des Ishikawa Diagramms

#### 7.1.1 Methodisches Vorgehen

Für die Identifizierung der Ursachen der aktuellen Schwierigkeiten in der Teilebereitstellung der Lagerhalle 3 wird das „Ishikawa-Diagramm“ verwendet. Das Ziel dieses Diagramms ist das „Erkennen (...) [der] Ursachen von Problemen oder Störungen“ (Industrial Engineering 2015, S. 82). In anderen Quellen wird dieses Analysetool auch als „Ursachen-Wirkungs-Diagramm“ bezeichnet, was die zugrundeliegende Idee, nämlich die Identifizierung der Ursachen für die vorherrschende Problemstellung, nochmals deutlicher unterstreicht (vgl. Helmold 2021, S. 231).

Die Auswertung des Diagramms wird in dieser Arbeit an die Methodenbeschreibung des Fachbuchs „Industrial Engineering; Standardmethoden zur Produktivitätssteigerung und Prozessoptimierung“ des REFA Bundesverband e.V. angelehnt (vgl. Industrial Engineering 2015, S. 83ff.). Dabei wird folgendermaßen vorgegangen:

#### **Schritt 1**

Formulierung des zu untersuchenden Problems. Diese Formulierung wird an das Ende des Diagramms niedergeschrieben.

#### **Schritt 2**

Die zu untersuchenden Einflussbereiche werden festgelegt. Dabei werden häufig die folgenden Bereiche verwendet: Mensch, Methode, Maschine, Material, Management, Milieu. Jedoch können die

Designdimensionen des „Ishikawa-Diagramms individuell angepasst werden“. Es ist dabei zu beachten, „dass das gesamte System betrachtet wird“ (Staudter 2013, S. 246).

### **Schritt 3**

Die möglichen Problemursachen werden zusammengetragen und den jeweiligen Einflussbereichen zugeordnet. Liegen diesen Ursachen wiederum weitere Ursachen zu Grunde, so werden weitere Verzweigungen angebracht. Die horizontalen Zweige werden im Folgenden als „Hauptursachen“ bezeichnet, ihre zugrundeliegenden Ursachen als „Nebenursachen“.

In dieser Abhandlung werden dabei die einzelnen Bereiche, sowie die Haupt- und Nebenursachen zur eindeutigen Identifizierung mit Nummern versehen.

### **Schritt 4**

Hier erfolgt nun die Auswertung des Ishikawa-Diagramms. Dabei sollen die wesentlichen Ursachen, bspw. mit Hilfe der ABC-Analyse, erkannt werden, „um Maßnahmen für deren Beseitigung ableiten und priorisieren zu können“ (Industrial Engineering 2015, S. 246).

Diese detailliertere Untersuchung der Problemursachen erfolgt erst nach der Vorstellung des erstellten Ishikawa Diagramms in Kapitel 7.2.

#### 7.1.2 Getroffene Annahmen

Die Erstellung des Ishikawa Diagramms erfolgt unter der zentralen Annahme, dass die verwendeten Bereiche Lagerorganisation, Organisatorische Verantwortlichkeiten, Organisatorische Prozesse, IT-Technik, Umfeld und Mensch das gesamte System des Einlagerorts 4013 abdecken (vgl. Staudter 2013, S. 246).

#### 7.1.3 Darstellung der einzelnen Problemursachen mit Hilfe des Ishikawa Diagramms

##### **Schritt 1**

Zunächst erfolgt also die Problemformulierung. Bei der Problemformulierung wird auf die Forschungsfrage dieser Arbeit Bezug genommen. Da eine stichpunktartige Formulierung zulässig ist (vgl. Industrial Engineering 2015, S. 83), wird an das Ende des Diagramms die folgende Formulierung notiert:

„Welche Ursachen sind für die Probleme in der Dämpferkommissionierung und für die Serviceineffizienz der Lagerhalle 3 identifizierbar?“

## Schritt 2

Im zweiten Schritt erfolgt nun die Festlegung der zu untersuchenden Einflussbereiche. Dabei wird von den häufig verwendeten Bezeichnungen Mensch, Methode, Maschine, Material, Management, Milieu abgewichen. Grund hierfür ist, dass mit den selbst formulierten Einflussbereichen eine präzisere Zuordnung der später identifizierten Ursachen möglich wird, da die folgenden Einflussbereiche individuell für die untersuchte Lagerhalle definiert wurden:

Einflussbereich	Erläuterung
1. Lagerorganisation	In diesem Einflussbereich sollen Aspekte der Organisation, wie bspw. die Beschaffenheit und Struktur des Teilelagers, betrachtet. Es werden hier z.B. Themen wie die verwendeten Ladungsträger, die Zuordnung von Materialien zu bestimmten Lagerplätzen, aber auch die Anzahl der eingelagerten Materialien und damit die Höhe der Bestände betrachtet.
2. Organisatorische Verantwortlichkeiten	Diesem Bereich werden Problemursachen zugeordnet, die sich auf die Verantwortlichkeiten von Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Lagerhalle beziehen.
3. Organisatorische Prozesse	Hier werden auftretende Ursachen, die sich auf die prozessualen Abläufe im Lagerbereich beziehen, niedergeschrieben.
4. IT-Technik	Diese Ursachenklasse bezieht sich auf den Bereich Software und IT-Systeme. Diesem Bereich werden Problemursachen zugeordnet, die im Zusammenhang mit der systemischen Erfassung von bspw. Lagerorten stehen.
5. Umfeld	In dieser Designdimension wird betrachtet welche Faktoren des Umfelds der Lagerhalle als Ursachen für die beschriebenen Probleme ausgemacht werden können.
6. Mensch	Hier soll nun schließlich die Faktor Mensch als potentielle Grund für die Schwierigkeiten untersucht werden

*Tabelle 51 Gewählte Einflussbereiche im Ishikawa Diagramm*

## Schritt 3

In diesem Schritt erfolgt die Erstellung des Ursachen-Wirkungs-Diagramms. Hier werden nun die Haupt- und Nebenursachen bestimmt und den einzelnen Einflussbereichen zugeordnet. Abbildung 13 zeigt das fertiggestellte Diagramm:

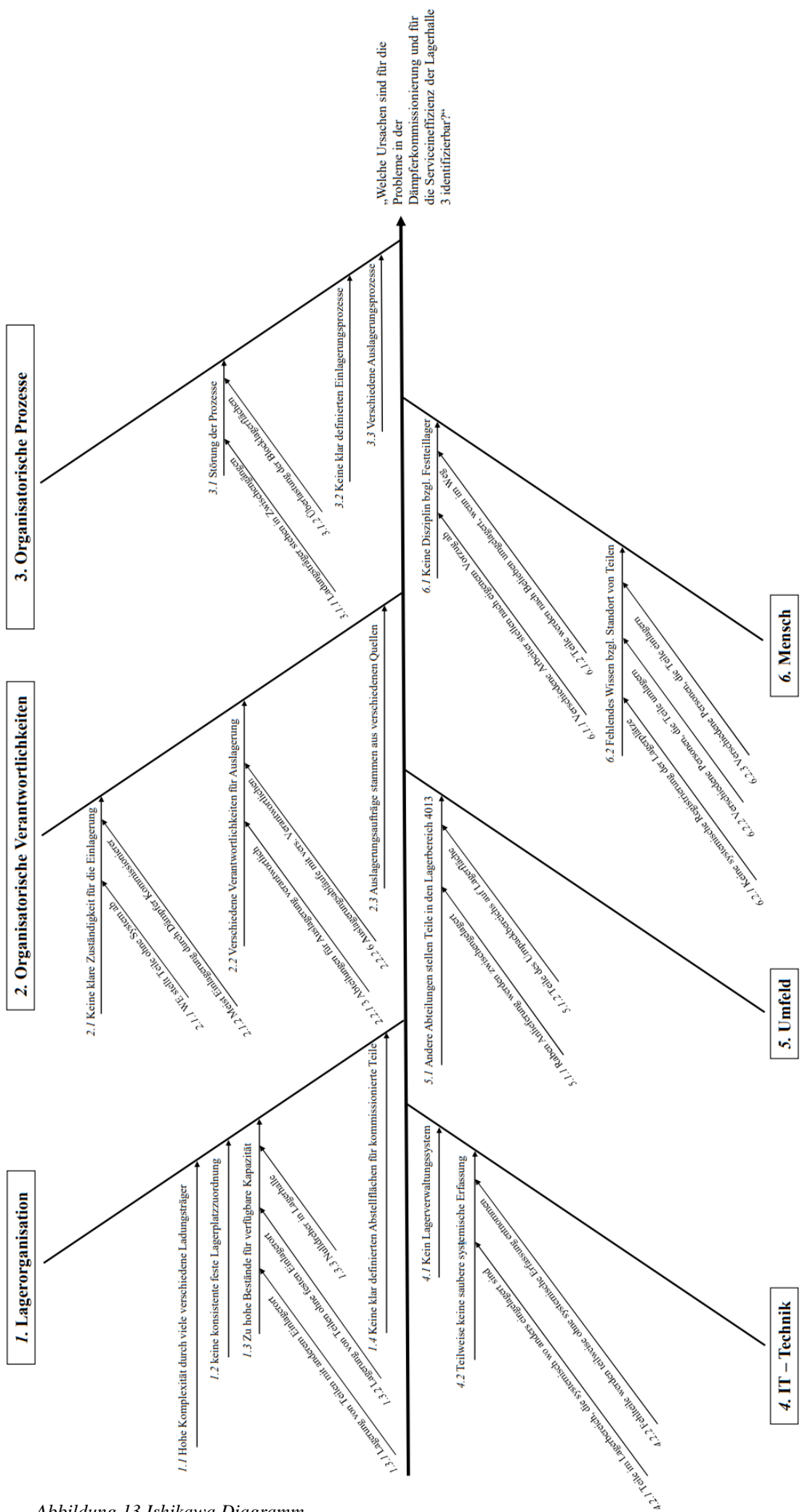


Abbildung 13 Ishikawa Diagramm

Bevor in Schritt vier die Ursachen und ihre Wechselwirkungen näher untersucht werden, werden zunächst die einzelnen Hauptursachen und Nebenursachen näher erläutert. Damit soll dem Leser ein tiefgreifendes Verständnis der einzelnen Problemursachen vermittelt werden.

Ursache	Detaillierte Beschreibung
1.1	<p>In der Lagerhalle findet sich eine große Anzahl an Ladungsträger (vgl. Kapitel 3.2). Die Ladungsträger werden dabei nicht getrennt in bestimmten Lagerbereichen eingesetzt, sondern sind im gesamte Einlagerort auffindbar. Die große Anzahl an verschiedenen Lagereinheiten führt zu einer deutlich erhöhten Komplexität der Lagerabläufe (und damit folglich auch zu einer erhöhten Anzahl nicht wertschöpfender Arbeitsschritte), da nicht alle Lagereinheiten beliebig miteinander kombinierbar sind, oder überall eingelagert werden können (vgl. Kapitel 4).</p>
1.2	<p>Für die Halle 3 muss konstatiert werden, dass keine konsistente feste Lagerplatzzuordnung festzustellen ist. Dies ist insbesondere deshalb problematisch, da kein Lagerverwaltungssystem im Lagerobjekt verwendet wird. In manchen Lagerbereichen (bspw. im Fachregallager) ist zwar eine grobe Einlagerung nach Bauteilgruppe festzustellen (sog. „zonenweise feste Lagerordnung“ vgl. Kapitel 2.2.2), jedoch sind auch hier keine festen Lagerorte pro Sachnummer definiert. In anderen Bereichen der Lagerhalle, wie bspw. dem „Lagerbereich Mitte“, ist überhaupt keine systematische Einlagerung erkennbar.</p> <p>Diese zum Teil komplett chaotische Lagerung ohne Lagerverwaltungssystem führt zu vielen vermeidbaren Suchaktionen. Vereinzelt sind deshalb Bauteile auch gar nicht mehr auffindbar, was eine eingeschränkte Servicequalität der Halle 3 zur Folge hat.</p>
1.3	<p>Auch ohne genauere Untersuchungen in der Halle 3, kann auf einen Blick festgestellt werden, dass die Bestände in der Lagerhalle deutlich über den verfügbaren Kapazitätsgrenzen liegen. Vor allem im Bereich des Fachregallagers ist dies besonders eindrucksvoll, da hier eine große Anzahl an Lagereinheiten in den Zwischengängen der Regalreihen aufzufinden sind.</p> <p>Zur Veranschaulichung dieser Überlastung wurden an acht verschiedenen Tagen alle im Bereich des Fachregallagers herumstehenden Lagereinheiten gezählt (siehe Anhang F) und mit Hilfe der Formel 4 Mittelwerte gebildet:</p>

Euro Gitterboxen	136
Industrie Palette 1 Rahmen	14
Industrie Palette 2 Rahmen	56
Industrie Palette 3 Rahmen	5
Euro Palette 1 Rahmen	8
Euro Palette 2 Rahmen	3
Euro Palette 3 Rahmen	2
Paletten mit KLTs (beide KLT LT)	105

*Tabelle 52 Anzahl in den Gängen stehende LT*

Die Gründe für diese immense Überschreitung der Lagerkapazitäten sind vielschichtig. In dieser Untersuchung wurden die folgenden Punkte als mögliche Ursachen für die zu hohen Bestände identifiziert:

- 1.3.1: Es gibt eine hohe Anzahl an Teilen, die nach ihrem Einlagerort eigentlich nicht im Lagerbereich 4013 eingelagert werden sollten.
- 1.3.2: Im Lagerbereich 4013 fallen immer wieder Teile auf, die in die Halle 3 eingelagert wurden, weil sonst „kein besserer“ Lagerplatz gefunden wurde. Zum Teil handelt es sich hierbei um Materialien, die nicht identifizierbar sind und somit nur bedingt systematisch erfasst wurden.
- 1.3.3: Schließlich ist auch festzustellen, dass im Lagerobjekt eine große Anzahl an Nulldrehern aufzufinden ist. Als Nulldreher werden in dieser Arbeit alle eingelagerten Materialien bezeichnet, die im laufenden Geschäftsjahr (also seit 01.10.2021) keinen Verbrauch aufweisen konnten und für die im laufenden Geschäftsjahr keine Bewegungen (bspw. Einlagerungen oder Umlagerungen etc.) zu verzeichnen waren. Eine genauere Analyse ist in Kapitel 8.2 auffindbar.

Die Konsequenz der deutlichen Überschreitung der verfügbaren Lagerkapazitäten sind häufige Umlagerungen und Suchaktionen (siehe Prozessschritte 02, 04, 08 in Kapitel 5.1.3), welche vermeidbare Personalkosten zur Folge haben (vgl. Kapitel 5.2, 6.4).

1.4

Im Falle der untersuchten Dämpferkommissionierung muss festgestellt werden, dass für die erfolgreich ausgelagerten Materialien keine fest definierten Abstellflächen vorhanden sind (vgl. Prozessschritt 08 in Kapitel 5.1.3). Die ausgelagerten Teile werden meist in Euro Gitterboxen oder Industriepaletten mit verschiedenen Rahmenhöhen in den Zwischengängen der Regale temporär abgestellt. Die Folge dieser zusätzlichen Überlastung der Lagerkapazität wurde bereits in Punkt 1.3 erläutert.

<p>2.1</p>	<p>In diesem Abschnitt des Ishikawa Diagramms werden die organisatorischen Verantwortlichkeiten näher untersucht.</p> <p>Hierbei ist zunächst festzustellen, dass keine klaren Zuständigkeiten für die Einlagerungen ausgemacht werden können. Der Grund hierfür ist, dass keine festen Prozesse bzgl. der Einlagerung von Materialien definiert sind (vgl. Punkt 3.2) und die Einlagerung im Regelfall durch verschiedene Mitarbeiter aus verschiedenen Abteilungen übernommen wird. Nach mehreren Gesprächen mit Mitarbeiter:innen aus der Logistik, läuft die Einlagerung von Materialien meist folgendermaßen ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.1.1: Nach dem die angelieferten Teile im Wareneingang registriert und für die Einlagerung in das Lagerobjekt identifiziert wurden, werden die Materialien vom Wareneingangsmitarbeiter in den Einlagerungsort 4013 transportiert. Dort werden sie ohne erkennbares System in freien Bereichen (meist in den Zwischengängen der Regale) abgestellt. Die Teile werden hauptsächlich nicht direkt eingelagert, da im Normalfall alle Lagerplätze belegt oder nicht direkt erreichbar sind.</li> <li>- 2.1.2: Die Anlieferung durch die WE-Mitarbeiter erfolgt meist morgens. An den zufällig abgestellten Lagereinheiten stören sich vor allem die Kommissionierer, die tagsüber Teile aus dem Lager auslagern. Im Falle des Fachregallagers war zu beobachten, dass sich vor allem die Kommissionierer der Dämpfermaterialien an den durch den WE zufällig abgestellten Lagereinheiten stören. Deshalb lagern diese Kommissionierer die Lagereinheiten häufig an andere Orte nach eigenen Präferenzen um, bzw. übernehmen bei frei gewordenen Lagerplätzen die Einlagerung. Die Umlagerung bzw. Einlagerung erfolgt dabei nach keinem erkennbaren System, sondern basiert auf den Präferenzen des jeweiligen Kommissionierers.</li> </ul> <p>Zusammenfassend wird erkennbar, dass die Mitarbeiter der Kommissionierung mit zusätzlichen Störfaktoren konfrontiert werden, welche durch nicht klar definierte Zuständigkeiten der Einlagerung hervorgerufen werden. Auch der Überblick über den Standort der Lagereinheiten geht durch die verschiedenen in der Einlagerung involvierten Mitarbeiter verloren, was Suchaktionen und unter Umständen eine verringerte Servicequalität der Lagerhalle zur Folge hat.</p>
<p>2.2</p>	<p>Auch im Bereich der Auslagerung sind verschiedene Zuständigkeiten erkennbar (vgl. Anhang D). Die Ursachen für die vielen verschiedenen Verantwortlichkeiten in der Auslagerung lassen sich auf die folgenden Punkte herunterbrechen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2.2.1: Es sind drei Abteilungen getrennt voneinander für einen Teil der Auslagerung verantwortlich (Wareneingang, Innerbetrieblicher Transport, Versand).</li> <li>- 2.2.2: Die drei erwähnten Abteilungen übernehmen insgesamt sechs verschiedene, komplett getrennt voneinander ablaufende Kommissioniervorgänge. Nur</li> </ul>

	<p>die Auslagerung der Getriebe-Kits und Dämpferteile findet dabei mit fest eingeplanten und eigens dafür vorgesehenen Mitarbeitern statt. Die restlichen Lagerentnahmen sind allesamt Bedarfsgesteuert und werden durch gerade verfügbare Personen der jeweiligen Abteilung übernommen.</p> <p>Die Folge dieser Situation ist, dass insbesondere im Bereich der Bedarfsentnahmen (vgl. Anhang D) immer wieder unterschiedliche Mitarbeiter für die Teileauslagerung zuständig sind. Da keine konsistente Lagerplatzzuordnung vorherrscht, und die immer wieder wechselnden Mitarbeiter auf keine ausgeprägten Erfahrungswerte über typische Lagerorte zurückgreifen können, führen die wechselnden Verantwortlichkeiten unweigerlich zu häufigen Suchaufwänden und damit erhöhten Kommissionierzeiten und einer eingeschränkten Servicequalität der Lagerhalle.</p>
2.3	<p>Letztlich ist im Bereich der organisatorischen Verantwortlichkeiten eine weitere Hauptursache erwähnenswert: die Auslagerungsaufträge stammen aus verschiedenen Quellen.</p> <p>So erstellt bspw. die Versandabteilung die Aufträge für die Dämpferkommissionierung. Dies Aufträge werden ausgedruckt und physisch dem für die Auslagerung eingeteilten Mitarbeiter im Lager übergeben. Dahingegen werden bspw. die Retarder-Bauteile von der Abteilung Wareneingang nach Bedarf ausgelagert. Hier überprüfen die WE-Mitarbeiter regelmäßig in einer SAP-Transaktion, ob ein Bedarf an Retarder-Bauteilen vorhanden ist. Bei Bedarf übernimmt ein gerade zur Verfügung stehender WE-Mitarbeiter die Auslagerung der benötigten Materialien.</p> <p>Diese Hauptursache trägt zur hohen Komplexität der Auslagerungsabläufe im Einlagerungsort 4013 bei, und führt letztlich auch zu einer erhöhten Ausprägung nicht wertschöpfender Arbeitsschritte (vgl. bspw. Punkt 2.2). Würden die Auslagerungsaufträge bspw. zentral von einer verantwortlichen Stelle bereitgestellt werden, könnten unter Umständen Auslagerungsaktivitäten für beieinander liegende Bauteile zusammengelegt werden, und damit die Anzahl von Prozessschritten wie „Davor/Darauf stehende LT wegräumen“ (vgl. Prozessschritt 4 Kapitel 5.1.3) erheblich reduziert werden.</p>
3.1	<p>Im Einflussbereich der organisatorischen Prozesse wird zunächst die Hauptursache „3.1 Störung der Prozesse“ unter die Lupe genommen. Da sich dieses Ishikawa Diagramm nur auf die Auslagerung bezieht, wird hier nur auf die Auslagerungsprozesse Bezug genommen. Als Hauptgründe für die Störung der Auslagerungsprozesse sind die beiden folgenden Punkte zu erwähnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.1.1: Ladungsträger stehen in den Zwischengängen</li> <li>- 3.1.2: Überlastung der Blocklagerflächen.</li> </ul> <p>In Punkt 1.3 wurde bereits aufgezeigt, wie hoch die durchschnittliche Anzahl der sich in den Zwischengängen befindlichen Ladungsträgern ausfällt. Auch die Blocklagerflächen</p>

(Lagerbereich 5, 8, 9) sind allesamt überlastet, was an der Überschreitung der hier vorhandenen Bodenmarkierung ersichtlich wird. Die Folgen der Störfaktoren und der damit verbundenen Überlastung der Lagerkapazität wurde bereits in Punkt 1.3 ausgeführt. Die folgenden zwei Bilder zeigen beispielhaft die Überlastung des Fachregallagers und der Blocklagerfläche des Lagerbereichs Mitte:



Abbildung 14 Überlastung des Fachregallagers (Eigene Aufnahme)



Abbildung 15 Überlastung der Blocklagerfläche Mitte; Die Rote Linie zeigt die eigentliche Grenze des Bereichs auf (Eigene Aufnahme)

3.2

Wie im Punkt 2.1 bereits erwähnt wurde, sind keine klaren Zuständigkeiten für die Einlagerung vorhanden. Damit einhergehend muss hier auch erwähnt werden, dass auch keine

	klar definierten Einlagerungsprozesse vorhanden sind. Die Folgen dieser Problemursache können im Punkt 2.1 nachgelesen werden.
3.3	Eine weitere Problemursache im Bereich der organisatorischen Prozesse sind die verschiedenen Auslagerungsprozesse. Wie die verschiedenen Auslagerungsprozesse den hohen zeitlichen Anteil nicht wertschöpfender Tätigkeiten während der Kommissionierung und die eingeschränkte Servicequalität der Lagerhalle beeinflussen, kann in den Punkten 2.2 und 2.3 nachgelesen werden.
4.1	<p>Diese Hauptursache bezieht sich auf die Tatsache, dass im Einlagerort 4013 kein Lagerverwaltungssystem (gemäß Kapitel 2.2.6) vorhanden ist. Der momentane Ist-Zustand der Lagerverwaltung stellt sich folgendermaßen dar:</p> <p>Wenn Objekte in die Lagerhalle 3 eingelagert werden, werden sie in SAP auf den Einlagerort 4013 gebucht. Damit ist nun in SAP hinterlegt, dass sich die Teile in der Lagerhalle befinden. Wo genau sich die Gegenstände jedoch innerhalb der Lagerhalle befinden, wird nicht systemisch erfasst. Die logische Folge aus der beschriebenen Ist-Situation ist, dass der Standort von Materialien nur durch entweder eine konsequente feste Lagerplatzzuordnung bekannt sein kann oder durch einen Dritten nicht weiter nachvollziehbar ist. Wie in Punkt 1.2 ausgeführt, ist ersteres nicht durchgehend der Fall, weshalb der genaue Standort von Lagerobjekten häufig nicht allgemein bekannt ist.</p> <p>Die Folge sind umfangreiche Suchaktionen, die den Anteil nicht wertschöpfender Tätigkeiten in der Kommissionierung erhöhen. Auch werden Teile über einen längeren Zeitraum nicht mehr aufgefunden, was auch zusätzlich zu einer Verringerung der Servicequalität des Untersuchungsobjekts beiträgt.</p>
4.2	<p>In Punkt 4.1 wurde bereits die momentane Vorgehensweise bei der systemischen Erfassung beschrieben. Jedoch muss erwähnt werden, dass sogar die aktuelle, sehr oberflächliche Erfassung der Bestände mittels SAP nur eingeschränkt umgesetzt wird.</p> <p>Es ist festzustellen, dass zum Teil Objekte im Lagerbereich 4013 physisch eingelagert sind, die in SAP auf einen anderen Einlagerort gebucht wurden (Punkt 4.2.1). Dabei handelt es sich bspw. um Lagereinheiten, die anderen Bereichen innerhalb der Lagerhalle 3 zuzuordnen sind (siehe Punkt 5.1.2).</p> <p>Auch muss erwähnt werden, dass Materialien entnommen werden, ohne dass diese Entnahmen systemisch in SAP erfasst werden (Punkt 4.2.2). Dies ist vor allem dann der Fall, wenn in der nachgelagerten Montage oder im Servicebereich Einzelteile fehlen, und diese durch die Mitarbeiter dieser Abteilungen selbst beschafft werden.</p> <p>Bei diesen Problemursache handelt es sich jedoch um Einzelfälle, die durch Gespräche mit verschiedenen Logistikexpert:innen ans Tageslicht kamen. Leider war hier eine genauere systematische Erfassung der Anzahl solcher Einzelfälle nicht möglich.</p>

	<p>Dennoch muss gesagt werden, dass die hier aufgeführten Schwierigkeiten in der systemischen Erfassung vor allem falsche Bestandsdaten zur Folge haben und die ohnehin schon überlastete Lagerhalle (im Falle Punkt 4.2.1) noch weiter überfüllen. Die Konsequenz sind erhöhte Suchzeiten, und unter Umständen Fehlteile, was eine nicht zufriedenstellende Belieferung der nachgelagerten Montage zur Folge hat.</p>
5.1	<p>Im Einflussbereich „Umwelt“ muss vor allem eine wichtige Hauptursache erwähnt werden. Es werden, wie im vorherigen Punkt bereits angerissen, lagerortfremde Materialien in den Lagerbereich 4013 abgestellt. Dabei fallen vor allem zwei Ursachen hierfür auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5.1.1: Es werden Teile, die beim Logistikpartner Raben Germany GmbH gelagert wurden, in der Lagerhalle 3 zwischengelagert, vor sie an ihren finalen Verbrauchsort weitertransportiert werden. Da, wie bereits beschrieben, die Kapazitäten der Lagerhalle ohnehin ausgelastet sind, werden diese Objekte zwischen den Regalreihen abgestellt.</li> <li>- 5.1.2: Dieser Faktor nimmt hauptsächlich Bezug auf den „Lagerbereich Mitte“. Es ist festzustellen, dass der Lagerbereich „Blocklagerfläche für Verpackungen“ für die Anzahl einzulagernder Verpackung zu klein dimensioniert wurde. Folglich werden hier zu lagernde Verpackungen häufig im „Lagerbereich Mitte“ zwischengelagert, was die ohnehin angespannte Bestandssituation weiter verschlechtert.</li> </ul> <p>Beide Nebenursachen führen zu einer weiteren Erhöhung der Auslastung der Halle 3. Die dadurch hervorgerufenen Auswirkungen wurden bereits in Punkt 1.3 beschrieben.</p>
6.1	<p>In dieser letzten Designdimension des Ishikawa Diagramms wird der Faktor Mensch näher in Betracht gezogen. Dabei wird in Punkt 6.1 auf die nicht ausreichende Disziplin der Lagermitarbeiter für eine feste Lagerplatzzuordnung genommen und zunächst die theoretisch vorgesehene feste Lagerplatzzuordnung betrachtet. Hierfür sind die folgenden Ursachen ausgemacht worden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6.1.1: Wie in den Punkten 2.1 und 3.2 erörtert wurde, sind weder die Einlagerungsprozesse noch die -zuständigkeiten klar definiert. Folglich werden die verschiedenen Einlagerungsschritte durch verschiedene Mitarbeiter aus unterschiedlichen Abteilungen übernommen. Die jeweiligen Personen stellen dabei die Lagereinheiten nach eigenen Präferenzen ab, wodurch die Disziplin für ein Festteilager verloren geht. Wichtig zu erwähnen ist hierbei jedoch, dass fast ausnahmslos keine eindeutigen Lagerplätze für die jeweiligen Materialien definiert sind, und somit den Lagermitarbeitern kein „richtiger“ Lagerplatz bekannt sein kann.</li> <li>- 6.1.2: Des Weiteren werden Lagereinheiten oft umgelagert. Dies geschieht vor allem im Zuge der Auslagerung, wenn Teile nicht direkt erreichbar sind (vgl. Prozessschritt 4 in Kapitel 5.1.3). Beim Zurückräumen der im Weg stehenden</li> </ul>

	<p>Lagereinheiten (vgl. Prozessschritt 8), wurde manchmal beobachtet, dass die betroffenen Lagereinheiten an einen anderen Lagerort zurückgestellt wurden. Folglich ist dies auch ein Grund, der zu einer eingeschränkten Disziplin bzgl. des Festteillagers führt.</p> <p>Auch diese Ursache trägt einmal mehr dazu bei, dass die genauen Standorte der eingelagerten Materialien nicht bekannt sind. Die Konsequenzen dieser mehr oder weniger chaotischen Lagerplatzzuordnung wurden bereits in Punkt 1.2 ausgeführt.</p>
6.2	<p>Schließlich darf auch Sicht des Einflussfaktors „Mensch“ das fehlende Wissen bezüglich der exakten Standorte der eingelagerten Materialien nicht unerwähnt bleiben. Da die hierfür feststellbaren Gründe bereits erwähnt wurden, wird an dieser Stelle auf eine ausführliche Erklärung der Nebenursachen verzichtet. Stattdessen wird auf die jeweiligen obigen Punkte verwiesen, in denen die folgenden Nebenursachen bereits beschrieben wurden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6.2.1: Keine systemische Registrierung der Lagerplätze (siehe 4.1)</li> <li>- 6.2.2, 6.2.3: Verschiedene Personen, die Teile ein- und umlagern (siehe 2.2, 3.2, 6.1).</li> </ul> <p>Bezüglich der Auswirkung des fehlenden Wissens der exakten Einlagerungsorte auf die Kommissioniereffizienz und Servicequalität der Lagerhalle wird auch hier auf den Punkt 1.2 verwiesen.</p>

Tabelle 53 Detaillierte Beschreibung der Problemursachen des Ishikawa Diagramms

Nachdem nun die einzelnen Ursachen zusammengetragen wurden, kann in Schritt 4 die Auswertung des Ursachen-Wirkungs-Diagramms erfolgen. Doch zuvor wird die bisherige Vorgehensweise einer kritischen Reflektion unterzogen.

#### 7.1.4 Kritische Diskussion der Vorgehensweise

In dieser kritischen Betrachtung der Vorgehensweise soll vor allem ein Aspekt erwähnt werden: Bezüglich des Detailgrads einzelner Problemursachen besteht noch Verbesserungspotential. So ist gerade im Bereich der Überfüllung der Lagerflächen für den Bereich des Fachregallagers eine deutlich umfangreichere und fundiertere Datenlage feststellbar (vgl. Punkt 1.3), als für die restlichen Blocklagerflächen. Der Grund hierfür ist, dass dem Verfasser dieser Arbeit zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch nicht klar war, dass die Lagerbereiche 5, 8 und 9 auch Teil des Einlagerorts 4013 sind. Deshalb war eine nachgelagerte, genauere Auswertung der restlichen Lagerbereiche aus zeitlichen Gründen nicht umsetzbar. Trotz allem wird die hier beschriebene fehlende Detailtiefe nicht als Qualitätsverminderung des Ishikawa Diagramms angesehen. Dies hängt damit zusammen, dass Schritt 3 der Erstellung des

Diagramms zunächst nur mögliche Ursachen zusammentragen soll und eine detaillierte Auswertung erst in Schritt 4 für die „vermutlich wichtigsten Einflussfaktoren“ folgen soll (Becker 2012, S. 498).

Schritt 4 und damit die detaillierte Auswertung der bedeutendsten Einflussfaktoren erfolgt im nachfolgenden Abschnitt dieser Arbeit.

## 7.2 Auswertung und Priorisierung der identifizierten Problemursachen

Im Kapitel 7.1.1 war bereits zu lesen, dass die Autoren des Fachbuchs „Industrial Engineering; Standardmethoden zur Produktivitätssteigerung und Prozessoptimierung“ empfehlen, nach der Erstellung des Ishikawa Diagramms als vierten Schritt die Auswertung und Priorisierung der Ursachen folgen zu lassen. Auch andere Literaturquellen empfehlen eine solche nachgelagerte Analyse. Damit soll die „Gefahr eines Fehltritts“ bei einer fälschlichen Behandlung eher unwichtiger Ursachen, vermieden werden (Best und Weth 2010, S. 95). Eva Best und Martin Weth zeigen in „Process Excellence“ beispielsweise auf, wie die kostenintensivsten Prozessschritte anhand eines Pareto-Diagramms ausgemacht werden können. Hierzu ist jedoch eine quantitative Analyse der Ursachen nötig (Best und Weth 2010, S. 95f.). Auch Frank Bornhöft und André Coners legen nahe „zu den vermutlich wichtigsten Einflussfaktoren (...) geeignete Messgrößen“ zu definieren und nach statistischen Analysen auszuwerten (Becker 2012, S. 498f.).

Im Falle des erstellten Ursachen-Wirkungs-Diagramm ist jedoch festzustellen, dass die identifizierten Problemursachen sehr vielseitig sind und nicht ohne weiteres auf ein vergleichbares Einheitensystem vereinheitlicht und quantifiziert werden können. So wäre es zwar beispielsweise möglich für die Ursache „1.3 Zu hohe Bestände für verfügbare Kapazität“ isoliert betrachtet quantitative Kennzahlen zu ermitteln und beispielsweise hier die Bestände in einer ABC Analyse zu untersuchen. Allerdings wäre diese quantitative Analyse nicht hilfreich um die Wichtigkeit der Ursache 1.3 mit bspw. der Ursache „2.2 Verschiedene Verantwortlichkeiten für Auslagerung“ zu vergleichen. Es ist also beim erstellten Ishikawa-Diagramm nicht ohne weiteres möglich, Prioritäten auf Basis von Kennzahlen festzulegen.

Des Weiteren herrscht eine sehr starke Wechselwirkung zwischen den einzelnen Problemursachen vor. Wenn bspw. andere Abteilungen nichts mehr in den Lagerbereich des Lagers 4013 stellen würden (vgl. Ursache 5.1), dann wären automatisch die Bestände geringer (vgl. Ursache 1.3), was auch zu weniger Ladungsträgern in den Zwischengängen führen würde (vgl. Ursache 3.1.1) und somit die Auslagerungsprozesse weniger stören würde (vgl. Ursache 3.1). Es wird also ersichtlich, dass zur Bewertung der identifizierten Ursachen unbedingt die Wechselwirkungen und Beeinflussungen der einzelnen Ursachen untereinander betrachtet werden müssen. Ziel ist es die Problemursache zu identifizieren, die den

stärksten Einfluss auf andere Ursachen hat. Grund hierfür ist, dass eine potentielle Maßnahme zur Linderung dieser einflussreichsten Problemursache auch den größtmöglichen positiven Effekt auf das zugrundeliegende Problem, nämlich die Schwierigkeiten in der Dämpferkommissionierung und die Serviceineffizienz der Lagerhalle, hat.

Doch wie können die Wechselwirkungen zwischen den Problemursachen bewertet werden und schlussendlich die wichtigste Ursache identifiziert werden? Die hierfür verwendete Methode, sowie die durchgeführte Auswertung können, werden in den folgenden Unterkapiteln dargelegt.

### 7.2.1 Methodisches Vorgehen

Um die Wechselwirkungen und gegenseitigen Einflussstärken zu bewerten, wird eine Methodik aus der Strategie-Entwicklung angewandt. Es handelt sich dabei um den „quantitativen Ansatz des ‚Papiercomputer‘ von Frederic Vester“. Beim Papiercomputer werden „der Einfluss eines Faktors auf einen anderen mit Zahlen von 0 (kein Einfluss) bis 3 (sehr großer Einfluss) abgetragen. Die Summe aus den Spalten zeigt die Beeinflussbarkeit eines Faktors insgesamt. Die Zeilensumme zeigt, wie sehr ein Faktor“ andere Faktoren beeinflusst (Probst und Wiedemann 2013, S. 39).

Die folgende Abbildung illustriert den konzeptionellen Aufbau des „Papiercomputers“:

Einfluss von	auf						Summe E (Einflussnahme)
	A	B	C	D	E	F	
A	—						
B		—					
C			—				
D				—			
E					—		
F						—	
Summe B (Beeinflussbarkeit)							

Abbildung 16 Beispielhafte Darstellung des Papiercomputers (Probst und Wiedemann 2013, S. 39)

Die mittels des „Papiercomputers“ für die einzelnen Einflussfaktoren bestimmten Summenwerte können nun in einer sogenannte „Einflussmatrix“ positioniert werden. Diese bildet die Einflussnahme (in x-Richtung) und die Beeinflussbarkeit (in y-Richtung) ab. Daraus ergeben sich vier Quadranten, wie in der folgenden Darstellung zu sehen ist:

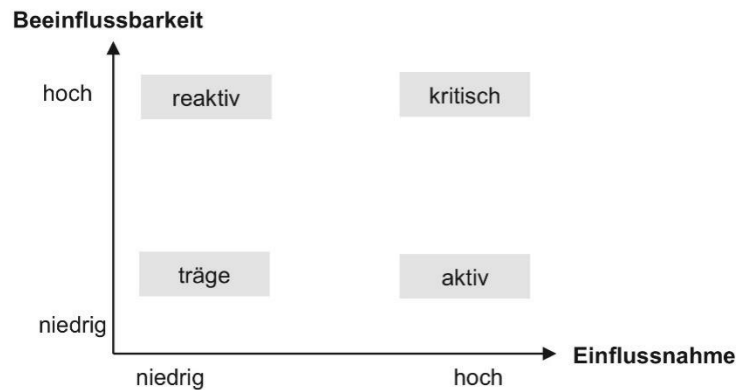


Abbildung 17 Darstellung der Einflussmatrix (Probst und Wiedemann 2013, S. 39)

Auf Basis dieser vier Quadranten empfehlen die Autoren Gilbert Probst und Christian Weidemann in „Strategie-Leitfaden für die Praxis“ folgende strategische Handlungsmaßnahmen (Probst und Wiedemann 2013, S. 38):

- **Aktive Größen:** Diese Faktoren sind strategisch relevant, da sie „einen starken Einfluss auf viele andere Größen haben, selbst hingegen nur wenig beeinflusst werden. Mit ihnen können Hebelwirkungen erreicht werden“.
- **Kritische Größen:** Diese Faktoren beeinflussen zwar andere Faktoren stark, sind zugleich aber auch selbst starker Beeinflussung ausgesetzt. „Sie sind deshalb kritisch, weil mit ihrer Veränderung das Risiko einhergeht, auch unbeabsichtigte Wirkungen zu erzielen“.
- **Reaktive Größen:** Diese Faktoren werden deutlich stärker selbst beeinflusst, als „sie selbst auf andere Größen Einfluss nehmen. Um sie zu bewegen, ist bei den Faktoren, die auf sie wirken anzusetzen“.
- **Träge Größen:** „Diese Faktoren vermögen weder selbst stark zu beeinflussen, noch können sie beeinflusst werden. Aus strategischer Sicht sind sie eher zu vernachlässigen“.

Somit können nach erfolgter Einordnung der verschiedenen Faktoren bzw. Problemursachen in die Einflussmatrix schließlich die Ursachen identifiziert werden, die am stärksten andere bekannte Problemursachen beeinflussen und damit strategisch am relevantesten sind.

Wie gerade beschrieben wurde, basiert die Einordnung in der Einflussmatrix grundsätzlich auf den im Papiercomputer definierten Einflussfaktoren. Dabei ist die Definition der einzelnen Einflussstärken eine rein „subjektive Sache“ (Best und Weth 2010, S. 205). Um eine klare Vorgehensweise in der nachfolgenden Auswertung sicherzustellen, wird die spezifische Bedeutung der Einflussfaktoren in der folgenden Tabelle näher definiert:

Einflussfaktor	Allgemeine Bedeutung	Konkrete Bedeutung in dieser Arbeit
0	Keine Beeinflussung	Keine Beeinflussung.
1	Leichte Beeinflussung	Beeinflussung durch aktives Zutun.
2	Mittlere Beeinflussung	Leichte Beeinflussung, kann aber durch aktives Zutun verstärkt werden.
3	Starke Beeinflussung	Unmittelbare Beeinflussung. Problemursache beeinflusst andere Ursache ohne weiteres Zutun.

Tabelle 54 Definition der Einflussfaktoren

Bevor nun die tatsächliche Auswertung folgen kann, muss noch ein weiterer wichtiger Aspekt Beachtung finden. Die Autoren von „Design for Six Sigma + Lean Toolset“ raten vor einer tieferen Bewertung der Ursachen, diese zu verdichten, indem „zusammenhängende Ideen/Gedanken“ gefunden werden, und „Clusterüberschriften“ formuliert werden (Staudter 2013, S. 246). Dies erscheint gerade bei der hier angewandten Methode als sehr sinnvoll, da damit die Komplexität des „Papiercomputers“ verringert wird.

In dieser Auswertung werden die einzelnen Problemursachen zu den nachfolgenden Einflussfaktoren zusammengefasst:

Buchstabe	Zusammengefasste Einflussfaktoren	Hierin beinhaltete Ursachen
A	Hohe Komplexität durch verschiedene Ladungsträger	1.1
B	Keine feste Lagerplatzzuordnung	1.2, 6.1, 6.2
C	Zu hohe Bestände für vorhandene Kapazität	1.3
D	Abstellflächen für kommissionierte Teile	1.4
E	Einlagerungsprozesse	2.1, 3.2
F	Auslagerungsprozesse	2.2, 2.3, 3.1, 3.3
G	LVS	4.1
H	Keine saubere systemische Erfassung	4.2
J	Umwelt	5.1

Tabelle 55 Zusammengefasste Einflussfaktoren

Trotz der Zusammenlegung der Ursachen zu zusammengefassten Einflussfaktoren werden die zugrunde liegenden Ursachen weiterhin im Detail berücksichtigt.

### 7.2.2 Getroffene Annahmen

Für die Durchführung der beschriebenen Methodik werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Es wird davon ausgegangen, dass die zusammengefassten Einflussfaktoren eine ausreichende Detailtiefe ermöglichen, um mit Hilfe des Papiercomputers und der Einflussmatrix die einflussreichste Problemursache zu identifizieren.
- Es wird des Weiteren angenommen, dass die später bestimmten „aktiven Größen“ tatsächlich auch die zugrundeliegenden Probleme in der Dämpferkommissionierung bzw. die Serviceineffizienzen der Halle 3 (vgl. Kapitel 7.1.3) am stärksten beeinflussen und somit näher betrachtet werden sollten. Tatsächlich wird mit der Einflussmatrix nur untersucht, wie sich die Ursachen untereinander beeinflussen, nicht aber wie das Problem selbst beeinflusst wird. Da jedoch die „aktiven Größen“ definitionsgemäß einen „starken Einfluss auf viele andere Größen“ haben, wird hier angenommen, dass sie somit auch den größten Wirkungseffekt auf das in Schritt 1 definierte Problem haben (Probst und Wiedemann 2013, S. 38).
- Auch muss hier noch eine weitere Annahme in Bezug auf die Bedeutung der „Beeinflussung“ erwähnt werden. Gilbert Probst und Christian Wiedemann stellen zwei grundlegende Beziehungsarten vor. So gibt es gleichgerichtete und entgegengerichtete Beziehungen (Probst und Wiedemann 2013, S. 35):

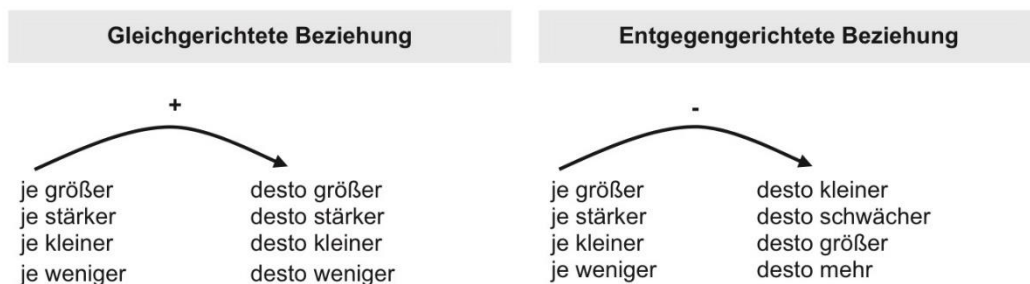


Abbildung 18 Mögliche Wirkungsverhältnisse (Probst und Wiedemann 2013, S. 35)

Bei der Bestimmung der verschiedenen Einflussfaktoren wird die Entwicklung des untersuchten Faktors immer in seine individuell „positive“ Richtung angenommen. Die Beziehungen werden abhängig von den untersuchten Ursachenfaktoren als entweder gleichgerichtet oder entgegengerichtet betrachtet.

- Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die vorteilhafte Veränderung eines Faktors zu keiner nachteilhaften Veränderung eines anderen Faktors führen kann. Es findet also entweder gar keine oder eine positive Beeinflussung eines anderen Faktors statt. Wenn also bpsw. ein LVS eingeführt wird (G), sinken aufgrund einer zu erwartenden effizienteren Einlagerung die Bestände (C). Eine solche Bestandsreduktion könnte jedoch auch zur Folge haben, dass andere

Abteilungen noch weitere Teile in den Lagerbereich 4013 stellen (vgl. J). Eine solche nachteilige Beeinflussung wird in dieser Untersuchung ausgeschlossen.

- Schließlich muss noch für den Einflussfaktor LVS (G) folgende Annahme erwähnt werden: Es wird davon ausgegangen, dass ein potentiell LVS die in Kapitel 2.2.6 aufgeführten Grundfunktionen mindestens umfasst und ein solches System nur eingeführt wird, wenn alle hierfür nötigen Voraussetzungen umgesetzt wurden.

### 7.2.3 Erfassung der Einflussstärken mit Hilfe des Papiercomputers

In folgender Tabelle werden die einzelnen Einflussfaktoren zunächst begründet, bevor sie im Papiercomputer zusammengetragen werden. Dabei werden nur die Einflussfaktoren aufgelistet, für die eine Beeinflussung festzustellen ist (Einflussfaktoren 1, 2, 3).

Einfluss		Einflussfaktor	Begründung
Von	Auf		
A	C	2	Eine Verringerung der Anzahl Ladungsträger ermöglicht die vorhandenen Kapazitäten besser auszunutzen. Wenn bspw. zwei Euro Paletten mit einem Rahmen in der Etage 1 des Fachregallagers eingelagert werden, haben sie zusammen eine Höhe von $h_{L\text{TEU}1} * 2 = 668\text{mm}$ . Die Höhe des Lagerplatzes beträgt jedoch $h_{L\text{PEtage}1} = 1040\text{mm}$ . Somit geht Lagervolumen verloren. Dies könnte mit einheitlichen Ladungsträgern und einer darauf angepassten Lageranlage optimiert werden.
B	D	2	Bei der Einführung von festen Lagerplätzen müssen auch die Abstellflächen für kommissionierten Teile Beachtung finden, da es sich hierbei auch um Materialien handelt, die im Lagerbereich zwischengelagert werden.
B	E	1	Mit der Einführung fester Lagerplätze müssen die einlagernden Personen gezwungenermaßen mit eingebunden und informiert werden. Dies führt in der Konsequenz sicherlich auch zu einer verbesserten Definition der Zuständigkeiten (2.1) und Einlagerungsprozesse (3.2).
B	H	1	Eine feste Lagerplatzzuordnung unterstützt die saubere systemische Erfassung, indem Lagerobjekte, die systemisch an einem anderen Einlagerungsort verbucht wurden, und nicht in die Halle 3

			gehören, schnell auffallen, da für sie kein Lagerort vorgesehen ist (vgl. 4.2.1). Da für die Ursache 4.2.2 keine Veränderung festzustellen ist, ist hier dennoch nur eine geringe Beeinflussung festzustellen.
B	J	3	Mit einer festen Lagerplatzzuordnung wird eine Einlagerung Lagerortfremder Teile verhindert.
C	B	2	Einer der Hauptgründe, wieso momentan eine feste Lagerplatzzuordnung realistisch nicht umgesetzt werden kann, ist die zu geringe Kapazität der Lagerhalle für die vorhandenen Bestände, da nicht für jedes Lagerobjekt ein Lagerplatz zur Verfügung gestellt werden kann.
C	D	1	Wenn bei der Reduzierung der Bestände oder bei der Erhöhung der Kapazitäten des Einlagerorts 4013 die Zwischenlagerung kommissionierter Teile aktiv miteingeplant wird, können folglich auch für diese Materialien Abstellflächen geschaffen werden.
C	E	2	Zur Lagerkapazität passende Bestände ermöglichen der einlagernden Abteilung, die Lagereinheiten direkt einzulagern. Damit kann ein (systemloses) Abstellen der Lagereinheiten verhindert werden. (vgl. Punkt 2.1.1). Da dies auch darüber hinaus eine Optimierung der Einlagerungsprozesse voraussetzt, wurde hier der Faktor 2 gewählt.
C	F	3	Zur Lagerkapazität passende Bestände haben keinen direkten Einfluss auf die Verantwortlichkeiten der Auslagerungsprozesse (2.1), auf die Quelle der Auslagerungsaufträge (2.3) oder die Auslagerungsprozesse selbst (3.3). Jedoch führen reduzierte Bestände unmittelbar zu einer Verringerung der Störung der Prozesse, da LT nicht mehr in den Zwischengängen aufzufinden sind (3.1.1) und die Blocklagerflächen weniger überlastet sind (3.1.2).
C	G	1	Verringerte Bestände sind eine Voraussetzung für die Einführung eines LVS und erhöhen somit die Wahrscheinlichkeit für die Einführung eines solchen System.
C	H	1	Geringere Bestände beeinflussen die saubere systemische Erfassung nur im Bereich der Teile, die eigentlich systemisch wo anders eingelagert sind (vgl. 4.2.1), da diese Teile bei einer Bestandsreduzierung auffallen und ausgelagert werden.

D	C	1	Wenn Abstellflächen für kommissionierte Teile außerhalb des Einlagerorts 4013 definiert werden, ist hiermit eine geringe Reduktion der Bestände die Folge.
D	F	2	Wenn Abstellflächen für kommissionierte Teile außerhalb des Einlagerorts 4013 definiert werden, werden die Auslagerungsprozesse weniger stark durch in den Zwischengängen stehende Lagereinheiten gestört (vgl. 3.1.2).
D	G	1	Wie in Punkt [D;C] beschrieben, ist eine geringe Bestandsreduktion zu erwarten. Somit erhöht sich folglich die Wahrscheinlichkeit für die Einführung eines LVS (vgl. [C;G]).
E	B	2	Feste Einlagerungsprozesse und -verantwortlichkeiten ermöglichen bereits eine deutlich konsistentere feste Lagerplatzzuordnung, da fest definierte Arbeiter die Einlagerung bzw. das temporäre Abstellen der Lagereinheiten übernehmen (vgl. 6.1.1).
E	G	1	Auch die Festlegung von fester Einlagerungsprozesse und -verantwortlichkeiten sind eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Einführung eines LVS, da ein LVS den Einlagerungsaufträge Leerfächern zuordnet (vgl. Kapitel 2.2.6) und somit die Einlagerungsabläufe auf ein solches System angepasst werden müssen. Vergleichbar zu Punkt [C;G] ist auch hier nur eine leichte Beeinflussung festzustellen.
E	H	1	Feste Einlagerungsprozesse und -verantwortlichkeiten ermöglichen eine verbesserte systemische Erfassung, da hierdurch die Einlagerung von Materialien, die systemisch eigentlich an einem anderen Einlagerort aufbewahrt werden müssten, verhindert wird (vgl. 4.2.1). Davon unberührt bleibt jedoch die systemische Erfassung der Lagerentnahmen (vgl. 4.2.2).
E	J	2	Klar definierte Einlagerungszuständigkeiten verhindern, dass Dritte nicht berechtigte Personen die Möglichkeit zur Einlagerung erhalten (vgl. 2.1). Damit kann das Abstellen von Lagereinheiten anderer Abteilungen etc. verhindert werden. Da dies nur mit einer strikten Zugangskontrolle umgesetzt werden kann, wird hier nur der Einflussfaktor 2 vergeben.
F	D	3	Bei der Definition klar festgelegter Auslagerungsprozesse können neue Abstellflächen für kommissionierte Teile definiert werden. Mit fest definierten Auslagerungsverantwortlichkeiten (2.2) kann

			sichergestellt werden, dass die festgelegten Abstellflächen auch verwendet werden.
F	G	1	Auch die Festlegung fester Auslagerungsprozesse und -verantwortlichkeiten (2.2, 3.3) sind eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Einführung eines LVS, da ein LVS Auslagerungsaufträgen Ladeeinheiten zuordnet (vgl. Kapitel 2.2.6) und somit die Auslagerungsabläufe auf ein solches System angepasst werden müssen. Vergleichbar zu Punkt [C;G] ist auch hier nur eine leichte Beeinflussung festzustellen.
F	H	2	Auslagerungsprozesse können nicht verhindern, dass Teile fälschlicherweise im Lagerbereich 4013 eingelagert werden (vgl. 4.2.1). Jedoch kann mit klar definierten Auslagerungsprozessen und -verantwortlichkeiten verhindert werden, dass Teile ohne ordnungsgemäße Erfassung das Lager verlassen.
G	B	3	Mit einem LVS ist neben einer konsistenten festen Lagerplatzzuordnung auch eine chaotische Lagerplatzverwaltung möglich (vgl. Kapitel 2.2.6). Damit kann eine „effizientere Nutzung der Kapazitäten“ gewährleistet werden (Schulte 2016, S. 274). Unabhängig von der Art der Lagerhaltung ermöglicht ein LVS in jedem Fall die Dokumentation der Standorte der eingelagerten Materialien, wodurch das Thema des fehlenden Wissens von Einlagerungsorten (6.2) nicht weiter als Problem auftreten sollte.
G	C	1	Die Einführung eines LVS ermöglicht eine chaotische Lagerplatzverwaltung, was eine optimierte Nutzung der vorhandenen Lagerkapazität ermöglicht (vgl. Kapitel 2.2.2). Jedoch macht ein LVS nur Sinn, wenn alle vorhandenen Lagerplätze erreichbar sind und keine Materialien außerhalb der vorhandenen Lagerflächen abgestellt werden müssen. Da bereits jetzt alle Lagerplätze besetzt sind, ist nicht davon auszugehen, dass ein LVS mit einer chaotischen Lagerverwaltung das Problem der zu hohen Bestände für die vorhandene Kapazität, lösen kann. Deshalb müssen vor der Einführung eines LVS die Bestände deutlich reduziert werden.
G	D	3	Ein LVS setzt die Reduzierung der Bestände voraus, damit jeder Lagerplatz direkt erreicht werden kann (vgl. [G;C]). Da momentan die bereits kommissionierten Materialien in den Zwischengängen der Regalreihen aufbewahrt werden, und somit ein

			direkter Zugang zu den Lagerplätzen verhindert wird, muss auch eine Festlegung von klar definierten Abstellflächen für die kommissionierten Teile erfolgen.
G	E	3	Ein LVS setzt fest definierte Einlagerungsprozesse und -verantwortlichkeiten voraus (vgl. [E;G]). Somit findet hier eine starke Beeinflussung statt.
G	F	3	Ein LVS setzt fest definierte Auslagerungsprozesse und -verantwortlichkeiten (vgl. [F;G]), sowie störungsfreie Auslagerungsprozesse (3.1) voraus. Somit findet auch hier eine starke Beeinflussung statt.
G	H	3	Ein LVS setzt voraus, dass alle Ein- und Auslagerungsprozesse klar dokumentiert werden. Damit ist auch die Unterbindung von nicht dokumentierten Ein- bzw. Auslagerungen eine Voraussetzung für die erfolgreiche Implementierung eines LVS.
G	J	2	Ein LVS setzt voraus, dass keine Ein- und Auslagerungen ohne Dokumentation stattfinden (vgl. [G;H]). Somit können andere Abteilungen nur noch Materialien zwischenlagern, wenn sie hierfür das LVS verwenden. Da jedoch die Bestände ohnehin reduziert werden müssen, ist davon auszugehen, dass die Zwischenlagerung durch andere Abteilung unterbunden werden muss.
H	B	1	Eine saubere systemische Erfassung der eingelagerten Materialien beeinflusst die Disziplin der Mitarbeiter sauber zu arbeiten (6.2), weshalb hier eine leichte Beeinflussung erwarten ist.
H	C	1	Eine saubere systemische Erfassung verhindert die Einlagerung von systemisch wo anders eingelagerten Materialien (4.2.1) und führt damit zu einer leichten Bestandsreduktion, da Bestände hervorgerufen durch die Nebenursachen 1.3.1 und 1.3.2 verringert werden.
H	E	2	Eine saubere systemische Erfassung der eingelagerten Materialien setzt klar definierte Einlagerungsprozesse und -verantwortlichkeiten voraus. Nur so kann ausgeschlossen werden, dass Materialien mit abweichendem systemischen Einlagerort in den Lagerbereich eingelagert werden (4.2.1).
H	F	2	Eine saubere systemische Erfassung setzt auch voraus, dass alle Auslagerungsvorgänge sauber systemisch dokumentiert werden.

			Hierfür sind klar definierte Auslagerungsprozesse und -verantwortlichkeiten zwingend nötig.
H	J	3	Eine saubere systemische Erfassung verhindert die Einlagerung von Materialien, die eigentlich einem anderen Lagerbereich zuzuordnen sind (vgl. 5.1.2).
J	A	1	Das Unterbinden von Zwischenlagerungen durch andere Abteilungen führt dazu, dass bspw. Lagereinheiten des Umpackbereichs (5.1.2) nicht mehr in den Lagerbereichen des Einlagerorts 4013 zu finden sind. Dadurch wird die Komplexität an Ladungsträger ein wenig reduziert, da Verpackungsmaterialien etc. nicht mehr aufzufinden sind (vgl. Kapitel 3.2.5).
J	C	1	Das Unterbinden von Einlagerungen durch andere Abteilungen führt auch zu einer Verringerung der Bestände. Da diese Lagereinheiten nur einen kleinen Anteil des Gesamtlagerbestands ausmachen, ist hier nur eine geringe Beeinflussung zu erwarten.
J	F	2	Das Unterbinden von Einlagerungen durch andere Abteilungen führt dazu, dass weniger Lagereinheiten in den Zwischengängen aufzufinden sind, da die Bestände leicht reduziert werden, und diese „fremden“ Materialien häufig in den Zwischengängen der Regale aufzufinden sind. Dadurch werden die Auslagerungsprozesse weniger stark gestört (vgl. 3.1.1 und 3.1.2).
J	G	1	Das Unterbinden von Einlagerungen durch andere Abteilungen reduziert die Bestände und ermöglicht damit einen besseren Zugang zu den einzelnen Lagerplätzen. Somit ist hier eine leichte Beeinflussung zu erwarten.
J	H	2	Das Unterbinden von Einlagerungen durch andere Abteilungen führt zu einer verbesserten sauberen systemischen Erfassung. Das liegt daran, dass der Anteil an Teilen im Lagerbereich, die laut System an einem anderen Lagerort zu finden sind, verringert wird (vgl. 4.2.1 und 5.1.2).

Tabelle 56 Beschreibung der einzelnen Einflussfaktoren

Nun können die einzelnen Einflussfaktoren im Papiercomputer zusammengetragen werden.

Einfluss auf von →	A	B	C	D	E	F	G	H	J	Summe E Einflussnahme
A		0	2	0	0	0	0	0	0	2
B	0		0	2	1	0	0	1	3	7
C	0	2		1	2	3	1	1	0	10
D	0	0	1		0	2	1	0	0	4
E	0	2	0	0		0	1	1	2	6
F	0	0	0	3	0		1	2	0	6
G	0	3	1	3	3	3		3	2	18
H	0	1	1	0	2	2	0		3	9
J	1	0	1	0	0	2	1	2		7
Summe B Beeinflussbarkeit	1	8	6	9	8	12	5	10	10	

Tabelle 57 Papiercomputer mit beschriebenen Einflussfaktoren

Die mit Hilfe des Papiercomputers berechneten Summenwerte ermöglichen nun die einzelnen Einflussfaktoren in der Einflussmatrix zu positionieren und folglich die aktiven Größen zu bestimmen.

### 7.2.4 Positionierung der Einflussfaktoren und Auswertung der Einflussmatrix

Die nachfolgende Abbildung zeigt, wo die Einflussfaktoren in der Matrix anzufinden sind:

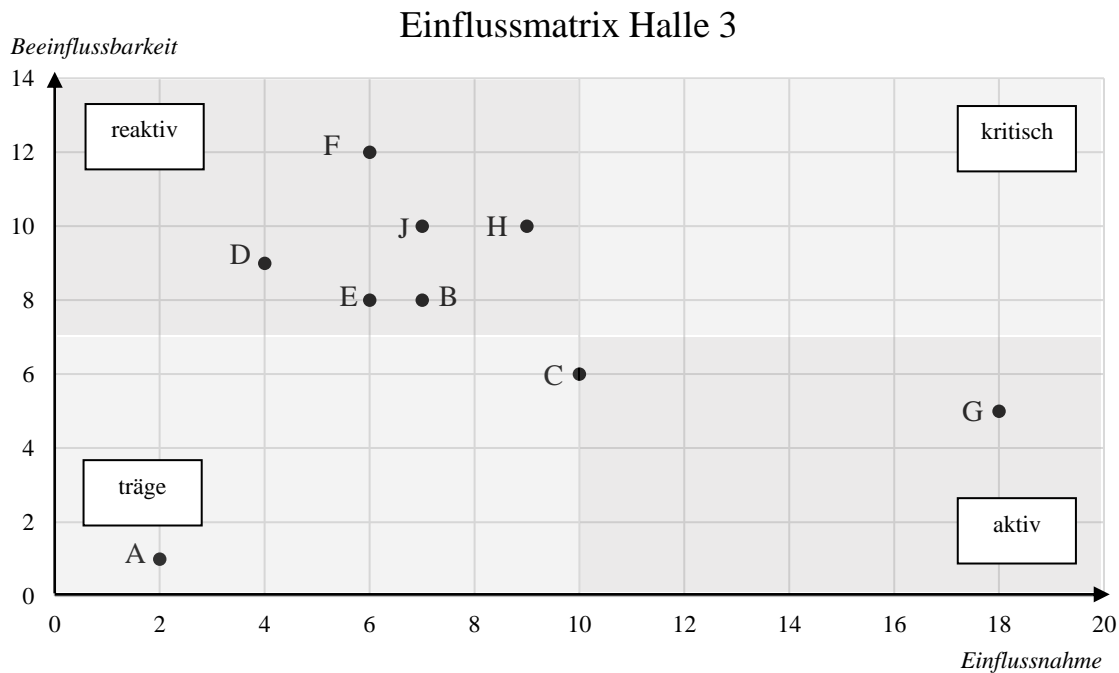


Abbildung 19 Einflussmatrix der Einflussfaktoren

Wie bereits beschrieben wurde, sind vor allem die aktiven Faktoren für strategische Handlungsmaßnahmen empfehlenswert. Die begründet sich damit, dass diese Faktoren „einen starken Einfluss auf viele andere Größen haben“ (Probst und Wiedemann 2013, S. 38). Darauf aufbauend wird in dieser Arbeit angenommen, dass die aktiven Größen der Einflussmatrix auch die zugrundeliegenden Probleme in der Dämpferkommissionierung bzw. die der nicht zufriedenstellenden Servicequalität der Lagerhalle am stärksten beeinflussen (vgl. Kapitel 7.2.2).

Auf Basis der getroffenen Annahmen ist für die vorliegende Einflussmatrix festzustellen, dass vor allem der Einflussfaktor „G“ von großer strategischer Bedeutung zur Verbesserung der Schwierigkeiten in der Lagerhalle ist. Diesem Buchstaben liegt die Problemursache „4.1 Kein Lagerverwaltungssystem“ zugrunde.

Somit kann also festgestellt werden, dass die Einführung eines LVS den größtmöglichen positiven Effekt auf die im Ishikawa Diagramm untersuchten Probleme hat.

Für die erfolgreiche Einführung eines umfangreichen LVS ist jedoch gemäß den Autoren ten Hompel und Schmidt ein Zeitrahmen von „in der Regel neun Monaten“ anzusetzen. Ein solch langer Zeitraum deutet darauf hin, „dass die Einführung eines WMS [engl. für LVS] ein komplexes Vorhaben ist, welches nicht mit der Installation einer beliebigen Software-Anwendung (...) zu vergleichen ist“ (Hompel und

Schmidt 2010, S. 301). Es kann somit gesagt werden, dass die gesamte Betrachtung aller für die Einführung eines LVS in die Lagerhalle 3 notwendigen Aspekte, den Rahmen dieser Bachelorarbeit sicherlich bei weitem sprengen würde. Deshalb wurde in Absprache mit dem Firmenbetreuer entschieden, den Fokus der Soll-Konzepte auf die Voraussetzungen zu legen, die die meisten anderen Problemursachen beeinflusst und somit folglich auch ohne die Einführung eines LVS die Probleme in der Lagerhalle verringert werden können.

Dabei wurde auf Basis der oben zu sehenden Einflussmatrix festgelegt, dass sich die Soll-Konzepte dieser Arbeit auf den Buchstaben „C“ und somit auf die zu hohen Bestände für die aktuelle Kapazität fokussieren sollen. Diese Festlegung begründet sich damit, dass unter nicht Beachtung von „G“, die Problemursache der zu hohen Bestände den größtmöglichen Einfluss auf die übrigen Problemursachen hat. Darüber hinaus ist die Reduzierung der Bestände bzw. die Anpassung der Lagerkapazitäten eine der Voraussetzungen, die umgesetzt werden müssen, um ein LVS zu implementieren (vgl. Kapitel 7.2.3).

#### 7.2.5 Kritische Diskussion der Vorgehensweise

In dieser kritischen Betrachtung des Vorgehens bei der Auswertung bzw. Priorisierung der identifizierten Problemursachen soll hier nochmals der Blick auf die Einführung eines LVS gelegt werden. Wie aus den Beschreibungen der einzelnen Einflussfaktoren hervorgeht, kann ein solches System nur implementiert werden, wenn gewisse Grundvoraussetzungen umgesetzt wurden. Hier wäre eine präzisere Unterscheidung zwischen Problemursachen, die als Voraussetzung für die Implementierung eines LVS gewertet werden müssen und Problemursachen, die durch ein LVS positiv beeinflusst werden, wünschenswert. Es muss an dieser Stelle jedoch angemerkt werden, dass eine solch detaillierte Differenzierung nicht der Zielsetzung dieses Kapitels entspricht. Das Ziel dieses Kapitels war es, die Wechselwirkungen zwischen den Problemursachen zu bewerten und die wichtigste bzw. einflussreichste Problemursache zu identifizieren.

## 8. Vorstellung der Sollkonzepte

In Kapitel 7.2.4 wurde ermittelt, dass die Reduktion der Bestände bzw. die Anpassung der verfügbaren Lagerkapazitäten die Maßnahme ist, die aus strategischer Sicht als erstes bearbeitet werden sollte.

Deshalb werden in diesem Kapitel nun Soll-Konzepte vorgestellt, die sich auf die Verbesserung der aktuellen Bestandsituation fokussieren.

### 8.1 Aufbau eines Regals auf der Blocklagerfläche des Lagerbereichs Mitte

Mit dem ersten hier ausgearbeiteten Soll-Konzept wird vorgeschlagen, auf dem Lagerbereich Mitte (Lagerbereich 5) ein Fachregallager auf der momentanen Blocklagerfläche aufzubauen. Dadurch soll eine höhere Kapazität in der Lagerhalle ermöglicht werden.

#### 8.1.1 Dimensionen der vorgeschlagenen Regalanlage

Die Abmessungen der Lagerfläche betragen (vgl. Kapitel 3.4.5):

- x – Koordinate: 13 Meter
- z – Koordinate: 5 Meter

Als Regalanlage wird die gleiche Regalanlage mit 3 Etagen vorgeschlagen, wie sie bereits im Fachregallagerbereich bei den Regalreihen 4-8 verwendet wird. Diese Regalanlage trägt die Bezeichnung ARP12. Sie wurde im Jahre 2019 in der Halle 3 installiert (siehe Typenschild und Regalangebot Anhang G). Die Fachmodullänge in diesem Konzept beträgt  $l_{FM} = 2200\text{mm}$  (siehe Auflagenlänge des Typenschildes Anhang B). Die restlichen Dimensionen der Fachmodule etc. der Regalanlage ARP12 sind in Kapitel 3.4.1 nachzulesen.

Das folgende Bild ist dem Angebot (Anhang G) entnommen, und zeigt die Abmessungen der Regalanlage. Wichtig zu beachten ist, dass in der gezeigten Abbildung zunächst fälschlicherweise mit der Fachmodullänge  $l_{FM} = 1800\text{mm}$  anstatt von  $l_{FM} = 2200\text{mm}$  geplant wurde.

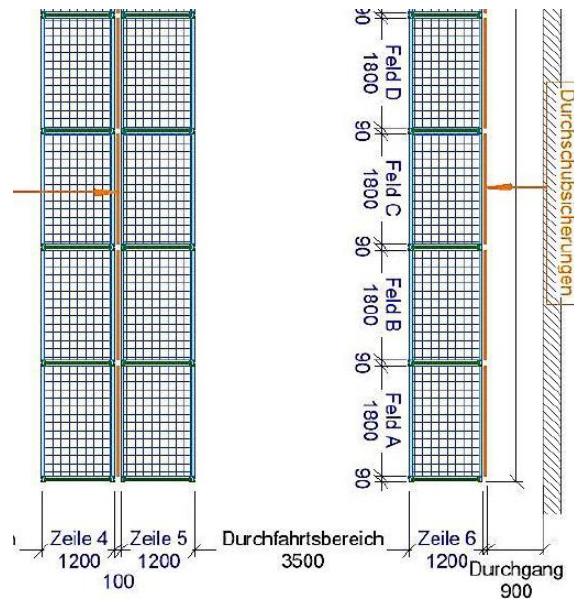


Abbildung 20 Abmessungen der Regalanlage ARP12 (siehe Anhang G)

Zwischen den einzelnen Regalzeilen ist eine Mindestdurchfahrbreite von 3500mm vorgegeben ist. Diese Vorgabe wurde von einem/r Kolleg:in bestätigt.

Da die Breite des verfügbaren Lagerbereich Mitte (z- Koordinate) 5 Meter beträgt, ist nur der Aufbau von einer doppelten Regalzeile (also zwei aneinander angebrachten Regalreihen), mit einer Tiefe (z- Koordinate) von:  $B = 1200\text{mm} + 1200\text{mm} + 100\text{mm} = 2500\text{mm}$  möglich. (vgl. Abmessungen Abbildung 20). Es bleibt also auf der Lagerfläche eine Restbreite von 2,5 Metern, wodurch eine weitere Regalreihe auf Grund der nötigen Mindestdurchfahrbreite keinen Platz findet.

Wie bereits beschrieben soll die Länge der Fachmodule  $l_{FM} = 2200\text{mm}$  betragen. Damit kann insgesamt eine Regalreihe mit insgesamt fünf Fachmodule errichtet werden.

Die Gesamtlänge dieser Regalreihe beträgt (auf Basis obiger Angaben):

$$L = 90\text{mm} * 6 + 2200\text{mm} * 5 = 11540\text{mm}.$$

Damit bleibt ein Lagerbereich übrig, der nicht weiter genutzt werden kann. Die Dimensionen dieses Bereichs betragen (siehe Abbildung 21):

- $L_{\text{übrig}} = 13\text{m} - 11,54\text{m} = 1,46\text{m}.$
- $B_{\text{übrig}} = 5\text{m}.$

### 8.1.2 Neue Kapazität des Lagerbereichs Mitte

Mit den vorhandenen Daten des letzten Kapitels, kann nun die Lagerkapazität des Konzepts ermittelt werden. Dabei wird grundsätzlich identisch zu Kapitel 4 vorgegangen. In diesem Konzept sind zwei Bereiche zu unterscheiden: die neue Regalanlage und der kleine übrige Bereich, der weiterhin als Blocklager genutzt werden kann (siehe Abbildung 21). Zunächst wird für die kleine Blockplatzlagerfläche die Kapazität bestimmt:

Es gelten weiterhin die Abmessungen eines Lagerplatzes (vgl. Kapitel 3.4.5), weswegen hier  $N_{NeuB5} = 2$  Lagerplätze entstehen.

Analog zur Vorgehensweise in den Kapiteln 4.3.2 bedeutet dies die folgende Lagerplatzkapazität bzw. Gesamtkapazität für beide Lagerplätze mit dem Stapelfaktor  $C_y = 1$ :

Lagerplatzkapazität pro Lagerplatz	$C_{NeuB5} = 1 * 1 * 2 = 2$ [LE/LP]
Lagerplatzkapazität für beide Lagerplätze	$C_{NeuB5Ges} = 2 * 2 = 4$ [LE]

Tabelle 58 Lagerplatzkapazitäten kleine Blocklagerfläche mit  $C_y = 1$

Damit kann nun auf Basis der Stapelhöhe die Aufnahmefähigkeit für die jeweiligen Ladungsträger determiniert werden. Hier wird aus Übersichts- und Relevanzgründen die Bestimmung der Kapazitäten für die KLTs außen vorgelassen:

Ladungsträger	Gesamtkapazität für Lagereinheit
Euro Palette 1 Rahmen	$C_{NeuB5GesEU1} = 4 * 5 = 20$ [LE]
Euro Palette 2 Rahmen	$C_{NeuB5GesEU2} = 4 * 3 = 12$ [LE]
Euro Palette 3 Rahmen	$C_{NeuB5GesEU3} = 4 * 2 = 8$ [LE]
Industrie Palette 1 Rahmen	$C_{NeuB5GesIN1} = 4 * 5 = 20$ [LE]
Industrie Palette 2 Rahmen	$C_{NeuB5GesIN2} = 4 * 3 = 12$ [LE]
Industrie Palette 3 Rahmen	$C_{NeuB5GesIN3} = 4 * 2 = 8$ [LE]
Euro Gitterbox	$C_{NeuB5GesEUG} = 4 * 4 = 16$ [LE]

Tabelle 59 Gesamtkapazität der kleinen Blocklagerfläche

In einem nächsten Schritt erfolgt nun die Bestimmung der Kapazität der neuen Regalanlage.

Wichtig zu beachten ist, dass alle anderen Aspekte, wie die Ein- und Auslagerung, die Anzahl Etagen, sowie Dimensionen der Fachmodule und Lagerplatzkapazitäten identisch zu den Regalreihen 4-8 bleiben. Der einzige Unterschied ist die geringere Anzahl der Fachmodule (5 Fachmodule) (vgl. Kapitel 3.4.1).

Damit ergeben sich für die zwei aneinander angebrachten neuen Regalreihen die folgenden Kennzahlen:

Anzahl Lagerplätze pro Regalreihe	$N_{LP} = 5 * 2 * 3 = 30$
Anzahl Lagerplätze für die neuen zwei Regalreihen	$N_{neu} = 30 * 2 = 60$

Tabelle 60 Anzahl Lagerplätze neue Regalreihe

Da die hier vorgeschlagene Regalanlage identisch zu den Regalen 4-8 ist, gelten hier die gleichen Lagerplatzkapazitäten  $C_{LP(a,b)}$  (vgl. Kapitel 4.3.1). Damit kann die Kapazität für das neue Regal bestimmt werden:

**Etage 1 / 2:**

Ladungsträger	Lagerplatzkapazität $C_{LP}$	Kapazität Etage 1 / 2
Euro Palette 1 Rahmen	$C_{Etage1/2EU1} = 2 [LE/LP]$	20 [LE]
Euro Palette 2 Rahmen	$C_{Etage1/2EU2} = 1 [LE/LP]$	10 [LE]
Euro Palette 3 Rahmen	$C_{Etage1/2EU3} = 1 [LE/LP]$	10 [LE]
Industrie Palette 1 Rahmen	$C_{Etage1/2IN1} = 2 [LE/LP]$	20 [LE]
Industrie Palette 2 Rahmen	$C_{Etage1/2IN2} = 1 [LE/LP]$	10 [LE]
Industrie Palette 3 Rahmen	$C_{Etage1/2IN3} = 1 [LE/LP]$	10 [LE]
Euro Gitterbox	$C_{Etage1/2EUG} = 1 [LE/LP]$	10 [LE]

Tabelle 61 Kapazität des neuen Regals Etage 1 & 2

**Etage 3:**

Ladungsträger	Lagerplatzkapazität $C_{LP}$	Kapazität pro Ebene
Euro Palette 1 Rahmen	$C_{Etage3EU1} = 5 [LE/LP]$	50 [LE]
Euro Palette 2 Rahmen	$C_{Etage3EU2} = 3 [LE/LP]$	30 [LE]
Euro Palette 3 Rahmen	$C_{Etage3EU3} = 2 [LE/LP]$	20 [LE]
Industrie Palette 1 Rahmen	$C_{Etage3IN1} = 5 [LE/LP]$	50 [LE]
Industrie Palette 2 Rahmen	$C_{Etage3IN2} = 3 [LE/LP]$	30 [LE]
Industrie Palette 3 Rahmen	$C_{Etage3IN3} = 2 [LE/LP]$	20 [LE]
Euro Gitterbox	$C_{Etage3EUG} = 2 [LE/LP]$	20 [LE]

Tabelle 62 Kapazität des neuen Regals Etage 3

Die beiden Tabellen führen zu folgenden neuen Gesamtkapazität der umgestalteten Lagerfläche Mitte im Vergleich zur vorherigen Aufnahmefähigkeit der gleichen Blocklagerfläche:

Ladungsträger	Berechnung Neue Kapazität	Neue Kapazität	Alte Kapazität
Euro Palette 1 Rahmen	$C_{Neu5GesEU1} = 20 + 2 * 20 + 50$	110 [LE]	260 [LE]
Euro Palette 2 Rahmen	$C_{Neu5GesEU2} = 12 + 2 * 10 + 30$	62 [LE]	156 [LE]
Euro Palette 3 Rahmen	$C_{Neu5GesEU3} = 8 + 2 * 10 + 20$	48 [LE]	104 [LE]
Industrie Palette 1 Rahmen	$C_{Neu5GesIN1} = 20 + 2 * 20 + 50$	110 [LE]	260 [LE]
Industrie Palette 2 Rahmen	$C_{Neu5GesIN2} = 12 + 2 * 10 + 30$	62 [LE]	156 [LE]
Industrie Palette 3 Rahmen	$C_{Neu5GesIN3} = 8 + 2 * 10 + 20$	48 [LE]	104 [LE]
Euro Gitterbox	$C_{Neu5GesEUG} = 16 + 2 * 10 + 20$	56 [LE]	208 [LE]

Tabelle 63 Vergleich der neuen zur alten Kapazität nach Umsetzung des Soll-Konzepts

Folgende Anmerkung zur Spalte „Alte Lagerkapazität Lagerbereich 5“: Diese Kapazität wurde in Kapitel 4.3.2 nicht explizit bestimmt. Die Berechnung erfolgt hier mit Hilfe folgender Formel am Beispiel Euro Palette 1 Rahmen:

$$C_{B5GesEu1} = C_{B5Ges} * C_{y(Eu1)}$$

### 8.1.3 Kritische Betrachtung des Sollkonzepts

Zum Erstaunen des Verfassers dieser Arbeit, musste festgestellt werden, dass die Kapazität der Blocklagerfläche des Lagerbereichs Mitte höher ausfällt, als sie bei einer installierten Regalanlage ARP12 ausfallen würde. Grund hierfür ist vor allem, dass aufgrund der Breite der Lagerfläche nur eine doppelte Regalreihe aufgestellt werden kann, und somit auf einer Restbreite von 2,5m neben den Regalen zuvor genutzte Blocklagerfläche verloren geht.

Die folgende Darstellung illustriert das Dilemma dieses Soll-Konzepts (Darstellung nicht maßstabsgetreu):

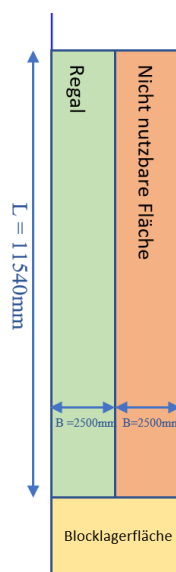


Abbildung 21 Aufteilung Lagerbereich Mitte mit Regal (Eigene Anfertigung)

Somit muss für das erste Soll-Konzept entschieden werden, dass eine weitere Ausarbeitung dieses Konzepts nicht zielführend ist. Zwar würde ein Regal vermutlich ein wenig mehr Struktur in die Blocklagerfläche bringen, jedoch wird hiermit das Ziel dieses Konzepts, nämlich die Erhöhung der Lagerkapazität oder die Verringerung der Auslastung nicht erreicht.

## 8.2 Auslagerung von Nulldrehern

Der zweite Vorschlag zur Optimierung der aktuellen Bestandssituation ist die Auslagerung von sogenannten Nulldrehern. Als Nulldreher werden in dieser Arbeit alle eingelagerten Materialien bezeichnet, die im laufenden Geschäftsjahr (also seit 01.10.2021) keinen Verbrauch aufweisen konnten und für die im laufenden Geschäftsjahr keine Bewegungen (bspw. Einlagerungen oder Umlagerungen etc.) zu verzeichnen waren. Es wird vorgeschlagen, diese Materialien zu einem externen Logistikdienstleister (bspw. Raben Germany GmbH) auszulagern.

In diesem Kapitel wird zunächst aufgezeigt, wie die Nulldreher mit Hilfe von SAP identifiziert wurden. In einem zweiten Schritt wird darauf aufbauend dargestellt, wie die hierdurch ermöglichte Bestandsreduktion bestimmt werden kann.

### 8.2.1 Vorgehen zur Identifizierung der Nulldreher

Die folgende Tabelle erläutert das Vorgehen zur Bestimmung der Nulldreher. Getroffenen Annahmen, werden zur besseren Verständlichkeit in den jeweiligen Schritten kurz erläutert.

Wichtig ist, dass die hier durchgeführte Vorgehensweise mit einem/einer SAP Expert:in abgestimmt wurde:

Schritt	SAP Transaktion / Excel	Vorgehensweise
1	ZPPMATANA	Zunächst wurden mit Hilfe dieser SAP Transaktion für jedes der drei Werke 1301, 1302 und 1306 Listen mit allen Materialien erstellt, für die der Einlagerort 4013 im Materialstamm hinterlegt ist. Dabei enthält jede dieser Listen auch Materialien, die keinen Werksbestand aufweisen. Für jedes der drei Werke wurden die Materialien ohne Werksbestand herausgefiltert.
		<b>Anhang:</b> H, I, J

2	Excel	<p>In einem nächsten Schritt wurden die drei Listen in Excel zusammengefügt. Mit Hilfe der bedingten Formatierung von Zellen, wurden alle mehrmals vorkommenden Sachnummern markiert. Mehrmals vorkommende Sachnummern treten nur auf, wenn ein Teil von mehreren Werken verwendet wird, und diese für die verschiedenen Werke in der Lagerhalle systemisch „getrennt“ eingelagert werden. In dieser Auswertung werden nur Materialien als Nulldreher definiert, die über alle Werke hinweg keine Verbräuche oder Bewegungsarten aufweisen. Somit wurden alle doppelten Sachnummern, bei denen in mindestens einem Werk ein Verbrauch im laufenden GJ festzustellen war, an dieser Stelle aussortiert.</p> <p>Hier trat ein Material auf (H54.985310), das für die Werke 1301 (20 Stück) und 1306 (1 Stück) eingelagert wurde und für das in beiden Fällen keine Verbräuche im laufenden GJ zu verzeichnen waren.</p> <p>Nun konnten schließlich die Materialien, die im laufenden GJ keine Verbräuche hatten, herausgefiltert werden.</p> <p><b>Anhang: K</b></p>
3	MB51	<p>Für die in der Liste Anhang K enthaltenen Materialien wurden alle Teile identifiziert, für die im laufenden Geschäftsjahr eine Bewegungart festzustellen war. In dieser Auswertung wird angenommen, dass alle Materialien, die aus welchem Grund auch immer bewegt wurden unter Umständen noch von Relevanz sind. Deshalb werden diese Teile pauschal ausgeschlossen. Hier müsste eine Prüfung der jeweiligen einzelnen Bewegung erfolgen, um die tatsächliche Relevanz der Bewegung für die Auswertung der Nulldreher zu evaluieren. Dies würde jedoch den Umfang dieser Auswertung sprengen.</p>

		Damit konnten alle Materialien, die nach den hier getroffenen Annahmen als Nulldreher anzusehen sind, bestimmt werden.
		<b>Anhang: L</b>

Tabelle 64 Vorgehensweise zur Identifizierung der Nulldreher

Zusammenfassend wurden mit der aufgeführten Vorgehensbeschreibung alle Teile identifiziert, die in der Lagerhalle eingelagert sind, und als Nulldreher angesehen werden müssen. Für diese 76 Materialien wird in diesem Soll-Konzept die Auslagerung aus der Lagerhalle vorgeschlagen.

### 8.2.2 Abschätzung des Lagervolumens der Nulldreher

Für die 76 Objekte, die im Anhang „Teile ohne Verbrauch und ohne Bewegung“ vorgeschlagen wurden, sind bis jetzt nur die Werksbestände bekannt. Wie genau sich die Bestände der Materialien aber auf das tatsächlich einnehmende Volumen auswirken, kann hieraus nicht nachvollzogen werden.

Allgemein muss gesagt werden, dass eine exakte Feststellung des durch die Auslagerung freiwerdenden Volumens nicht möglich ist. Dies hängt zum einen damit zusammen, dass lange lagernde und nicht benötigte Materialien, vor allem bei geringen Mengen, oft in Ladungsträgern zusammengefasst werden. Zum anderen sind nicht für jedes Material eindeutige Informationen über den verwendeten Ladungsträger und die hierin aufbewahrte Menge verfügbar. Deshalb muss für die hier ermittelten Volumenangaben die folgende Anmerkung Beachtung finden: die in diesem Kapitel ermittelten Volumenangaben sind nur Abschätzungen, die mit den verfügbaren Daten so präzise wie möglich getroffen wurden. Ziel dieser Abschätzungen ist es, eine grobe Einordnung zu ermöglichen wie viel Lagervolumen durch die Auslagerung der Nulldreher frei wird.

#### 8.2.2.1 Getroffene Annahmen zur Feststellung der Lagereinheiten

Es wird ersten angenommen, dass Materialien so in der Lagerhalle 3 eingelagert werden, wie sie angeliefert werden. Es wird also davon ausgegangen, dass keine Umpackvorgänge für die Einlagerung stattfinden. Diese Annahme nimmt dabei Bezug auf die Auskunft des für die Lagerhalle verantwortlichen Teamleiters.

Darauf aufbauend wird zweitens angenommen, dass die in SAP hinterlegten Verpackungsdatenblätter (VDB) als verlässliche Informationsgrundlage für die Bestimmung der Lagereinheiten der jeweiligen Materialien verwendet werden können. Sollten für Materialien keine Verpackungsdatenblätter hinterlegt

sein, so wird angenommen, dass die gewählte Vorgehensweise zur Informationsbeschaffung geeignete Daten liefert.

Drittens wird bei dieser Auswertung davon ausgegangen, dass alle Ladungsträger mit der Bezeichnung „Karton“, in einheitlichen Kartons verpackt werden und hier jeweils 12 Kartons auf einer Euro Palette eine Lagereinheit bilden. Es werden für diese Kartons die folgenden Abmessungen angenommen:

Ladungsträger	Abmessung Ladungsträger		
Karton	$l_{\text{Karton}} = 600\text{mm}$	$b_{\text{Karton}} = 400\text{mm}$	$h_{\text{Karton}} = 200\text{mm}$

Tabelle 65 Abmessung Ladungsträger Karton

Viertens wird in dieser Auswertung die Annahme getroffen, dass eine Vereinheitlichung der Lagereinheiten für alle Materialien eines Produktgruppe eine ausreichend genaue Erfassung des eingenommenen Lagervolumens ermöglicht. Somit wird bspw. für alle Wärmetauscher mit verschiedenen Sachnummern, und zum Teil unterschiedlichen Angaben in den Verpackungsdatenblätter, ein einheitlicher Ladungsträger mit einer allgemeingültigen Füllmenge definiert. Auch hat dies zur Folge, dass bspw. verschiedene Wärmetauscher (mit verschiedenen Sachnummern) bei dieser Betrachtung unter Umständen in einer Palette gemeinsam eingelagert werden. Auch wenn dies zu einer gewissen Unschärfe führt, ist diese Vorgehensweise zur Abschätzung der Anzahl an Ladungsträgern aus Sicht des Verfassers ausreichend genau.

Letztlich wird in diesem Kapitel angenommen, dass etwaige Zusammenlegungen von verschiedenen Materialien in einen Ladungsträger in der Lagerhalle hier nicht weiter beachtet werden müssen. Dies spiegelt sicherlich nicht in allen Fällen die Realität wider. Dennoch sollte trotz dieser Annahme, die Abschätzung des freiwerdenden Volumens, nicht maßgeblich verfälscht werden.

### 8.2.2.2 Vorgehen Feststellung der Lagereinheiten

In diesem Unterkapitel wird nun die Vorgehensweise zur Feststellung der Ladungsträger sowie der Füllmengen für die jeweiligen Produktgruppen näher erläutert. Die jeweiligen Tabellen der Zwischenschritte finden sich im Anhang dieser Arbeit.

Schritt	SAP Transaktion / Excel	Vorgehensweise
1	ZMM_BEHAELTER	Mit dieser SAP-Transaktion wurden zunächst alle Materialien bestimmt, für die ein VDB hinterlegt ist. Die Verpackungsvorschriften wurden folglich ausgewertet, wie in der Liste im Anhang einsehbar ist.
		<b>Anhang: M</b>

2	Excel	<p>In einem nächsten Schritt erfolgte nun die Zusammenfassung der verschiedenen Materialien zu Produktgruppen. Als Produktgruppen werden alle Materialien angesehen, die dem Materialkurztext zu urteilen, eine nahezu identische Bezeichnung tragen und sich bspw. nur in der Produktversion etc. unterscheiden.</p> <p>Dabei wurden die Werksbestände zusammenaddiert.</p> <p>In Schritt 2 wurden nur Produktgruppen und Materialien, bei denen Informationen über ein VDB vorhanden sind, untersucht.</p> <p>Wenn verschiedene Informationen aus den VDB für eine Produktgruppe vorhanden waren, so wurden hier mit Hilfe des arithmetischen Mittels (siehe Formel 4) Durchschnittswerte aus den jeweiligen Füllmengen gebildet. Bezüglich der Ladungsträger bzw. Behälter waren hier keine unterschiedlichen Informationen auf Basis der VDB feststellbar.</p> <p>Die im Anhang befindliche Liste zeigt nun alle Materialien und zusammengefassten Produktgruppen, für die mit Hilfe der VDB eine Ladeeinheitenbestimmung möglich war.</p>
<b>Anhang: N</b>		
3	Excel	<p>Schließlich mussten noch Ladungsträger für die übrigen Materialien definiert werden. Auch diese Materialien wurden wie in Schritt 2 zusammengefasst.</p> <p>Zur Bestimmung der Ladungsträger wurde nach den folgenden drei Schritten vorgegangen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es wurden gut informierte Kolleg:innen befragt, ob sie Kenntnisse über die verwendeten Ladungsträger der jeweiligen Materialien haben. (Schlussfolgerung durch Kolleg:in)</li> <li>2. Wenn Punkt 1 keine Informationen hervorbrachte, wurde für ein Teil mit ähnlicher Bezeichnung, das kein Nulldreher ist, überprüft ob hier VDB vorhanden sind.</li> </ol> <p>(Schlussfolgerung: Ähnliches Teil mit VDB)</p>

		<p>3. Wenn die Punkte 1&amp;2 keine Informationen hervorbrachten, wurden die Wareneingangsbuchungen angeschaut. Dabei wurde versucht über den Lieferschein an relevant Informationen zu gelangen. (Schlussfolgerung WE Buchung)</p> <p>Mit dieser Vorgehensweise konnten für die restlichen Materialien, die am wahrscheinlichsten verwendeten Ladungsträger abgeschätzt werden.</p> <p><b>Anhang: O</b></p>
4	Excel	<p>Schließlich wurden beide Listen zusammengetragen. Mit Hilfe der Füllmengen und Beständen, konnte die Anzahl und Art der verwendeten Ladungsträger mit folgender Formel bestimmt werden:</p> $\text{Anzahl LT} = \frac{\text{Werksbestand}}{\text{Füllmenge}}$ <p>Die Ergebnisse wurden grundsätzlich aufgerundet. Damit wurden folglich die verschiedenen verwendeten Ladungsträger und ihre Anzahl bestimmt.</p> <p><b>Anhang: P</b></p>
5	Zusammenfassung der LT	In einem finalen Schritt wurden die einzelnen identischen LT zusammengefasst. Siehe Tabelle 67.

Tabelle 66 Vorgehen Feststellung der Lagereinheiten

Die folgende Tabelle zeigt nun zusammenfassend auf, welche Ladungsträger zu welcher Anzahl mit Nulldreher befüllt in der Lagerhalle schätzungsweise aufzufinden sind, und in diesem Soll-Konzept zur Auslagerung vorgeschlagen werden:

Ladungsträger	Anzahl LT
Euro Gitterbox	45
Euro Palette 2 Rahmen	1
Industrie Palette 2 Rahmen	4
Industrie Palette 3 Rahmen	7
Euro Palette mit max. 12 Kartons	2
Euro Palette mit KLT 6421	1

*Tabelle 67 Anzahl Lagereinheiten mit Nulldrehern*

### 8.2.3 Kritische Betrachtung des Soll-Konzepts

Trotz einer gewissen Unschärfe in der Auswertung der Ladungsträger der Nulldreher, muss konstatiert werden, dass die Umsetzung des Konzept-Vorschlags „Auslagerung der Nulldreher“ als sehr sinnvoll erscheint. Gerade die große Zahl an auslagerbaren Gitterboxen wird zu einer spürbaren Bestandsreduzierung führen.

Die Nutzenbetrachtung, sowie Kosten dieses Konzepts werden im Laufe der nächsten Kapitel näher betrachtet.

## 8.3 Einlagerung der Kleinladungsträger in ein Kleinteilelager

Der dritte Soll-Konzept Vorschlag für die Lagerhalle nimmt Bezug auf die in der Lagerhalle eingelagerten Kleinladungsträger. Wie in dieser Arbeit zu lesen war, werden die zwei verschiedenen KLTs 4321 und 6421 auf Euro-Paletten aufgestapelt eingelagert. Fast alle KLTs werden dabei in den Regalbereichen 1.1, 1.2 und Regalbereich 4 aufbewahrt. Abhängig von der Regaletage, können die durch die KLTs gebildeten Lagereinheiten übereinandergestapelt werden (siehe Kapitel 4.3.1.1). Eine Stapelung der Lagereinheiten ist jedoch nur solange möglich, solange die KLTs auf Euro Palette so angeordnet sind, dass sie eine flache Oberfläche bilden.

Hier zeigt sich nun der erhebliche Nachteil der momentan vorherrschenden Einlagerung der Kleinladungsträger. Sobald die ersten KLTs eine Lagereinheit keinen Inhalt mehr aufweisen, werden sie von der Lagereinheit entfernt. Folglich bildet diese Lagereinheit keine flache Oberfläche mehr. Die führt zum einen dazu, dass auf dieser Lagereinheit keine weitere Lagereinheit mehr sicher gestapelt werden kann. Zum anderen entsteht hiermit unweigerlich nicht nutzbares Volumen im Regallager.

Da die hier vorgeschlagenen Konzepte das Ziel verfolgen, die Bestandssituation im der Halle 3 zu optimieren, und mit den KLTs in den genannten Regalbereichen viel ungenutztes Lagervolumen verloren

geht, zielt dieses Soll-Konzept auf die Verbesserung der Kapazitätsnutzung des Lagers in Bezug auf die Einlagerung von Kleinladungsträgern ab.

Es wird vorgeschlagen die Regalreihen 1.1, 1.2, 2, 3, und 4 durch ein Kleinteilelager zu ersetzen. Hierfür stehen verschiedene Ausbaustufen zur Verfügung von angepassten Regalen bis hin zu automatischen Kleinteilelagern. Die Firma Fritz Schäfer GmbH & Co. KG bietet bspw. Fachbodenregale an, die auf die Abmessungen kleiner Ladungsträger (wie bspw. KLTs) angepasst sind (siehe FRITZ SCHÄFER GMBH & CO KG 2022). Mit einer solchen Regalanlage würde das vorhandene Lagervolumen deutlich effizienter genutzt werden können, da die gesamte Regalanlage auf die hier verwendeten kleinen Ladungsträger angepasst werden kann und somit das nicht nutzbare Volumen des Lagerraums deutlich reduziert wird.

Eine genauere Ausarbeitung dieses Soll-Konzept sprengt aber den Umfang dieser Arbeit. Deshalb wird dieses Konzept hier zur weiteren Ausarbeitung vorgeschlagen und als weiterer Forschungsbedarf angesehen.

## 9. Nutzenbetrachtung des Sollkonzepts

Wie in Kapitel 8.1 zu lesen war, führt der Aufbau einer weiteren Regalanlage im Lagerbereich Mitte zu keiner Erhöhung der Lagerkapazitäten, sondern reduziert diese sogar deutlich. Deshalb wird in den nachfolgenden Kapiteln dieser Ausarbeitung nur das Sollkonzept „Auslagerung von Nulldrehern“ weiter untersucht. Dazu wird die Auswirkung des Verbesserungsvorschlags auf die zwei in den Kapiteln 5 und 6 untersuchten Problembereiche der Kommissionier- und Serviceineffizienz, sowie auf die Bestandssituation in der Lagerhalle, näher analysiert.

### 9.1 Auswirkung auf die Bestandssituation

Um die Auswirkung auf die Bestandssituation in der Lagerhalle durch die Auslagerung der Nulldreher besser zu verstehen, wird die in Kapitel 7.1.3 bereits dargelegte Übersicht an durchschnittlichen in den Zwischengängen der Regalreihen herumstehenden Ladungsträger hier nochmals aufgeführt. Dabei wird diese Auflistung mit der Anzahl an auslagerbaren LT durch die Auslagerung der Nulldreher (Tabelle 67) gegenübergestellt:

Ladungsträger	Durchschnittlich in Gängen	Nulldreher	Anteil
Gitterboxen	136	45	33 %
Industrie Paletten 1 Rahmen	14	0	0 %
Industrie Paletten 2 Rahmen	56	4	7 %
Industrie Paletten 3 Rahmen	5	7	> 100 %
Euro Paletten 1 Rahmen	8	0	0 %
Euro Paletten 2 Rahmen	3	0	0 %
Euro Paletten 3 Rahmen	2	0	0 %
Paletten mit KLTs ( <i>beide KLT Arten</i> )	105	1	1 %
Euro Palette mit max. 12 Kartons	0	2	> 100%
Summe Ladungsträger	329	59	18 %

Tabelle 68 Gegenüberstellung Anzahl LT Nulldreher mit in den Gängen stehenden LT

In der letzten Spalte wurde der Anteil an durch diese Maßnahme ausgelagerten Ladungsträger im Verhältnis zu den durchschnittlich in den Gängen stehenden Ladungsträgern bestimmt.

Mit der Auslagerung der Nulldreher werden Kapazitäten in den Lagerbereichen frei, die die Einlagerung von in den Gängen stehenden Ladungsträgern ermöglichen. Jedoch wird schnell ersichtlich, dass die

Auslagerung der Nulldreher nur einen bedingten Effekt auf die Überlastung der Lagerhalle hat. In der Zeile „Summe der Ladungsträger“ wurde die Summe über die Anzahl der Ladungsträger gebildet.

## 9.2 Auswirkung auf den Kommissionierprozess

In diesem Unterkapitel soll nun detailliert betrachtet werden, wie stark sich eine Auslagerung der Nulldreher auf die Ineffizienz der Kommissionierprozesse auswirkt. Zunächst wird der Einfluss auf die Prozesse selbst untersucht. In einem nachgelagerten Schritt wird dann ermittelt, wie stark sich diese Einflussnahme auf die Prozesskosten auswirkt.

### 9.2.1 Auswirkungen auf die Prozessschritte

Zu Beginn wird noch einmal rekapituliert, wodurch die Ineffizienz der Auslagerungsprozesse hervorgerufen wird. Die Gründe sind (siehe Kapitel 5.2.3.1):

- Suchen des Lagerorts (Aktion 02)
- Davor/Darauf stehende LT Wegräumen (Aktion 04)
- Davor/Darauf stehende LT wieder Hinräumen (Aktion 08).

Das „Suchen des Lagerorts“ wird durch die Verringerung der herumstehenden LT um 18% nicht verhindert oder maßgeblich verringert. Grund hierfür ist, dass das Wissen über die Lagerplätze vorhanden sein muss, um hier eine Verbesserung der Prozesseffizienz zu erreichen. Dieses Wissen um den Standort der Teile kann entweder durch ein LVS selbst, oder durch eine feste und konsistente Lagerplatzzuordnung ermöglicht werden. Eine feste Lagerplatzzuordnung ist dabei nur dann realistisch umsetzbar, wenn für alle Lagereinheiten ein Lagerplatz zur Verfügung steht (vgl. [C;B] Tabelle 56). Diese Voraussetzung wird mit einer Reduktion der herumstehenden Paletten um nur 18% bei weitem nicht erreicht. Folglich wird angenommen, dass kein Effekt auf den nicht wertschöpfenden Arbeitsschritt „Suchen des Lagerorts“ zu verzeichnen ist.

Wie in den Prozessbeschreibungen zu Aktion 4 und Aktion 8 zu lesen ist, werden diese Aktionen durchgeführt, wenn der gewünschte Ladungsträger nicht direkt erreichbar ist. Dies ist der Fall, wenn vor den Regal stehende LT im Weg sind. Auch die Beziehung [C;F] des Papiercomputers, zeigt eine starke Einflussnahme der in den Gängen stehenden Lagereinheiten auf die Störung der Auslagerungsprozesse. Deshalb ist durch die Auslagerung der Nulldreher hier ein direkter Nutzen für die Kommissionierprozesse festzustellen.

Da, wie bereits mehrmals aufgeführt, mit der Auslagerung der Nulldreher nur eine Reduktion der herumstehenden Ladungsträger von 18% festzustellen ist, wird in diesem Kapitel die Schlussfolgerung getroffen, dass die durchschnittlichen nicht wertschöpfenden Arbeitszeiten der Prozessschritte 2 und 4 um jeweils 18% reduziert werden.

### 9.2.2 Auswirkungen auf die Vermeidbaren Personalkosten in der Kommissionierung

Im letzten Unterkapitel wurde determiniert, dass sich die durchschnittlichen nicht wertschöpfenden Arbeitszeiten der Prozessschritte 4 und 8 um jeweils 18% reduzieren, wenn alle Nulldreher ausgelagert werden.

Somit ergeben sich die folgenden mittleren Arbeitszeiten der Prozessschritte 2 und 4:

Aktion	Mit. Arbeitszeit alt	Mit. Arbeitszeiten neu
04: Davor/Darauf stehende LT wegräumen	01:18	01:04
08: Davor/Darauf stehende LT wieder hinräumen	01:02	00:51

Tabelle 69 Neue mittlere Arbeitszeiten nach Auslagerung der Nulldreher

Die Auswirkungen auf die Personalkosten kann in der nachfolgenden Tabelle eingesehen werden. Dabei wurde zur Ermittlung analog zu Kapitel 5.2 vorgegangen.

Zeitraum	Kosten alt	Kosten nach Auslagerung	Einsparung
Pro 24h	640,83 €	541,88 €	98,95 €
Pro Woche	3.204,16 €	2.709,40 €	494,76 €
Pro Monat	12.816,64 €	10.837,60 €	1.979,04 €

Tabelle 70 Einsparung an vermeidbaren Personalkosten durch die Auslagerung der Nulldreher

Somit sind zusammenfassend pro Monat Einsparungen in Höhe von knapp 2.000 € durch die Auslagerung der Nulldreher zu erwarten.

### 9.3 Auswirkung auf die Servicequalität der Lagerhalle 3

Letztlich wird in diesem Unterkapitel die Auswirkungen der Auslagerung der Nulldreher auf die Belieferung der nachgelagerten Montage untersucht. Wie in Kapitel 6.1 zu lesen ist, wird unter dem Begriff Servicequalität verstanden, wie zufriedenstellend die Montage mit den im Einlagerort 4013 gelagerten Materialien beliefert wird.

### 9.3.1 Vorgehensweise zur Bewertung der Auswirkungen auf die Servicequalität

Die genaue Bewertung der Auswirkung der Auslagerung von Nulldrehern auf die Servicequalität der Lagerhalle 3 gestaltet sich als schwierig, da die „Kommentar“ Spalte der Störungsdatenbank nur sehr begrenzte Informationen enthält. Deshalb ist eine präzise Abschätzung, zu welchem Ausmaß die beschriebene Maßnahme tatsächlich zu einer zuverlässigeren Belieferung der Montage führen würde, nicht möglich.

Um zumindest eine sehr grobe Einschätzung zu ermöglichen, wird hier folgendermaßen vorgegangen:

Es wird angenommen, dass die Belieferung durch die Lagerhalle aus zwei Gründen nicht ordnungsgemäß erfolgt:

1. Weil Teile gesucht werden müssen, und entweder nicht gefunden werden, oder aufgrund des Suchens nicht pünktlich angeliefert werden können, und somit eine Montagestörung hervorrufen.
2. Weil Teile aufgrund der Ineffizienz der Kommissionierprozesse, hervorgerufen durch die Davor/Drauf stehenden Lagereinheiten (Prozessschritt 4 und 8), nicht pünktlich in die Montage geliefert werden können.

Darauf aufbauend wird angenommen, dass jeweils die Hälfte der Montagestörungen den jeweiligen zwei Punkten zuzuordnen sind.

Zum ersten der beiden Punkte muss folgendes angemerkt werden:

Eine Verringerung der Montagestörungen, aufgrund von Teilen, die nicht aufgefunden werden können oder bedingt durch langes Suchen zu spät angeliefert werden, ist nicht zu erwarten. Gründe hierfür sind erstens, dass wie für den Prozessschritt 2 „Suchen des Lagerorts“ in Kapitel 9.2.1 bereits erläutert, keine Verringerung der Suchaufwände in der Kommissionierung zu erwarten sind. Folglich werden unpünktliche Lieferungen aufgrund von Suchaufwänden nicht verringert werden. Auch kann nicht davon ausgegangen werden, dass Fehlteile aufgrund nicht sauber geführter Bestände, durch eine Auslagerung der Nulldreher, spürbar verringert werden. Zwar haben die Bestände einen kleinen Einfluss auf die saubere systemische Erfassung (vgl. [C;H]), aber die Auslagerung von knapp 60 LE wird hier kaum einen Unterschied machen.

Für den zweiten Punkt hingegen, kann eine Verbesserung der Servicequalität der Lagerhalle erwartet werden. Unter der Prämisse, dass die Montagemitarbeiter fehlende Teile, die sich noch in der Kommissionierung befinden, nicht selbst kommissionieren, sondern auf die Anlieferung der Teile warten, wird für alle unter Punkt 2 fallende Montagestörungen eine Verringerung der durchschnittlichen Störungsdauer und damit -kosten um die anteilmäßige Abnahme der durchschnittlichen Kommissionierzeit angenommen.

### 9.3.2 Auswirkungen auf die Servicequalität

In diesem Kapitel wird nun bestimmt, wie stark sich die Auslagerung der Nulldreher auf die Servicequalität unter den getroffenen Annahmen, auswirken wird.

Wie in Kapitel 9.2.1 zu lesen war, reduzieren sich die durchschnittlichen Kommissionierzeiten der Prozessschritte 04 und 08 um 18%. Damit beträgt die neue mittlere Kommissionierzeit 06:49.

$$(\tau_{PosNull} = 00:16 + 00:23 + 00:11 + 01:04 + 00:25 + 2:13 + 00:37 + 00:51 + 00:40 + 00:09 = 06:49) .$$

Im Vergleich zur ursprünglichen Kommissionierzeit von 07:13 führt die Auslagerung der Nulldreher somit zu einer Abnahme der mittleren Kommissionierzeit von 5,4%.

$$(VergleichKom. Zeiten = 1 - \frac{06:49}{07:13} \approx 5,4\%)$$

Folglich wird davon ausgegangen, dass sich die Dauer von 50% der Störungen um 5% reduziert und damit die nicht wertschöpfenden Lohnkosten folglich sinken werden. Konkret sinkende die vermeidbaren monatlichen durchschnittlichen Lohnkosten der Monteure (vgl. Kapitel 6.4) um den folgenden Betrag:

$$Kosteeinsparung \text{ pro Monat} = 2369 * 0,5 * 0,05 = 59\text{€}$$

Somit muss konstatiert werden, dass die reine Auslagerung der Nulldreher kaum einen erkennbaren Effekt auf die durch die eingeschränkte Servicequalität der Lagerhalle entstehenden Mehrkosten hat.

### 9.3.3 Kritische Diskussion zur Vorgehensweise

Wie bereits ausgeführt, handelt es sich hier um eine sehr grobe Schätzung. Zur Auswertung der Auswirkungen auf die Servicequalität müssen dennoch folgende kritischen Anmerkungen gemacht werden.

Die Annahme, dass 50% der Störungen dadurch hervorgerufen werden, dass Materialien nicht pünktlich geliefert und dies auf herumstehende LT zurückzuführen ist, ist objektiv betrachtet kaum haltbar. So werden bspw. die Dämpfer nach Auskunft von Kolleg:innen mit einem Vorlauf von zwei Arbeitstagen kommissioniert. Auch die Getriebe Kit Kommissionierung (vgl. Tabelle Anhang D) findet während der Nachtschicht statt. In dieser Zeit steht im Normalfall die Montage. Somit kann eigentlich nicht davon ausgegangen werden, dass eine schnellere Kommissionierung einen direkten Einfluss auf die Montagestörungen in diesem Umfang hat.

Wie bereits erwähnt, war hier eine genauere Auswertung der Störungsdatenbank leider nicht möglich, weswegen die getroffenen Annahmen als die bestmögliche Abschätzung angesehen werden.

#### 9.4 Gesamteinsparung durch die Auslagerung der Nulldreher

Auf Basis der Kapitel 9.2 und 9.3 kann ausgewertet werden, dass insgesamt eine Einsparung von 2.038,04 € pro Monat an vermeidbaren Personalkosten in der Lagerhalle und in der Montage zu erwarten sind.

## 10. Kosten des Konzepts Auslagerung der Nulldreher

In Kapitel 8 wurden drei Soll-Konzepte vorgeschlagen. Nämlich der Aufbau einer neuen Regalanlage im Lagerbereich Mitte, die Auslagerung der Nulldreher sowie die Regalbereiche 1.1, 1.2, 2, 3, und 4 durch ein Kleinteilelager zu ersetzen. Letzterer Vorschlag wird in dieser Ausarbeitung nicht näher betrachtet.

Bei der Auswertung der Kapazitätsentwicklung im Falle einer Regalanlage anstatt eines Blockplatzlagers im Lagerbereich Mitte musste festgestellt werden, dass sich das vorgeschlagene Soll-Konzept negativ auf die Gesamtkapazität der Lagerhalle auswirken würde, weswegen eine weitere Untersuchung der Auswirkungen als nicht sinnvoll betrachtet wird. Somit werden in diesem letzten Kapitel nur die durch die Umsetzung des Soll-Konzepts „Auslagerung der Nulldreher“ entstehenden Kosten untersucht.

Dabei werden folgende Aspekte betrachtet: nötige Investitionskosten, laufende Kosten, und Einmalkosten, die durch die Umsetzung des Konzepts entstehen.

### 10.1 Investitionskosten

Für die Auslagerung der Nulldreher zum externen Logistikdienstleister sind keine Investitionen in bspw. die Lagerinfrastruktur nötig.

### 10.2 Laufende Kosten

Das Kapitel der laufenden Kosten untersucht, welche dauerhaften zusätzlichen Kosten durch die Auslagerung der Nulldreher entstehen.

Dauerhaft werden dabei nur die Kosten für die tatsächliche Auslagerung der Nulldreher zum externen Logistikdienstleister Raben Germany GmbH zu verzeichnen sein. Nach Auskunft eines/r informierten Kolleg:in, ist von einem Preis von 6€ pro Lagereinheit pro Monat auszugehen.

Damit können die monatlichen laufenden Kosten für die 59 auslagerbaren Lagereinheiten bestimmt werden (vgl. Tabelle 68):

$$\text{MonatlichLaufendeKosten} = 59 * 6\text{€/Monat} = 354\text{€/Monat}$$

## 10.3 Einmalige Migrationskosten

In diesem Unterkapitel der Abhandlung werden nun die einmalig auftretenden Migrationskosten der Konzeptumsetzung betrachtet. Um diese Kosten jedoch determinieren zu können, ist es zunächst nötig darzulegen, welche Voraussetzungen und einmalige Arbeitsschritte für eine erfolgreiche Auslagerung der Nulldreher nötig sind. Darauf aufbauend werden dann die durch diese Schritte hervorgerufenen Kosten abgeschätzt

### 10.3.1 Nötige Arbeitsschritte zur Konzeptumsetzung

Um die Nulldreher auslagern zu können, wird ein altbekanntes Problem wieder angetroffen. Der Lagerort der Nulldreher ist nicht bekannt. Somit müssen die einzelnen Lagereinheiten erst ausfindig gemacht werden, bevor sie ausgelagert werden können. Aus Komplexitätsgründen wird im weiteren Verlauf dieser Auswertung davon ausgegangen, dass sich die Nulldreher allesamt im Regalbereich (Lagerbereich 01) befinden.

Im Regalbereich können jedoch die einzelnen Lagerplätze nicht direkt eingesehen werden, da sie häufig durch davorstehende Lagereinheiten blockiert werden. Somit ist eine direkte Identifizierung und Auslagerung der Nulldreher nicht möglich. Aus Sicht des Autors dieser Arbeit ist es folglich unumgänglich zunächst alle Lagereinheiten, die in den Zwischengängen der Regalreihen stehen, bis zur erfolgreichen Auslagerung der Nulldreher, an einem anderen Ort temporär zwischenzulagern.

Damit ergeben sich die folgenden Arbeitsschritte zur Umsetzung des Konzepts:

1. Temporäre Auslagerung der in den Gängen stehenden Lagereinheiten
2. Suchen und Auslagerung der Nulldreher
3. Einlagerung der temporär ausgelagerten Lagereinheiten.

Neben den für diese Arbeitsschritte nötigen Lohnkosten, muss auch eine Zwischenlagerfläche für die in Tabelle 52 ermittelten LT gefunden werden. Hierfür wird vorgeschlagen für diesen Zeitraum weitere Kapazitäten beim externen Logistikdienstleister Raben Germany GmbH anzumieten.

Zusammenfassend zeigt sich also, dass zur Auswertung der einmaligen Migrationskosten zum hierfür nötigen Personaleinsatz auch die Kosten für die Zwischenlagerung der im Weg stehenden Lagereinheiten berücksichtigt werden müssen. Wie sich diese Kosten im Detail zusammensetzen, wird in den folgenden Unterkapiteln zu lesen sein.

### 10.3.2 Einmalige Personalkosten der Auslagerung der Nulldreher

Zur Auslagerung der Nulldreher müssen die im vorherigen Kapitel aufgeführten drei Arbeitsschritte durchgeführt werden. Welche zusätzlichen Personalkosten hierdurch zu erwarten sind, wird auf Basis der zusätzlich entstehenden Arbeitsstunden schätzungsweise ermittelt.

#### 10.3.2.1 Annahmen zur Ermittlung der einmaligen Personalkosten

Für die Ermittlung der Personalkosten werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Alle durchgeführten Arbeiten müssen durch qualifiziertes Lagerpersonal durchgeführt werden. Grund hierfür ist, dass die Bedienung der Lagerbediengeräte aus Sicherheitsgründen nur durch hierfür geschultes Personal durchgeführt werden dürfen. Die Kosten pro Stunde für dieses Personal werden mit 38€/h angesetzt. (vgl. Kapitel 5.2.1)
- Alle Lagereinheiten, die zum externen Logistikdienstleister geliefert werden sollen, müssen nur vor der Lagerhalle in einen LKW-Anhänger eingeladen werden.
- Als Lagerbediengerät wird eine Gabelhubwagen verwendet (vgl. Kapitel 3.5).
- Für das Auslagern der im Weg stehenden Paletten, werden die folgenden nötigen Arbeitsschritte mit den hier aufgeführten durchschnittlichen Arbeitszeiten angenommen:
  1. Hinlaufen zum Lagerort (00:16)
  2. Ladungsträger aufnehmen, aus dem Lager befördern und auf den LKW-Anhänger laden (01:40)
  3. Zurück in die Lagerhalle zum Ausgangspunkt laufen (01:00)

Die in Punkt 1 aufgeführte erwartete Arbeitsdauer basiert auf der Analyse aus Kapitel 5.1.3. Die restlichen Zeiten basieren auf einer einmaligen Messung der groben Laufstrecke zum LKW-Auflieger (ca. 1 Minute pro Wegstrecke) plus einer pauschalen Dauer von 40 Sekunden für das Aufnehmen und Abladen (jeweils 00:20) der Lagereinheiten.

Damit ergibt sich für die Einlagerung bzw. Auslagerung pro im Weg stehender Palette eine durchschnittliche Dauer von 02 Minuten und 56 Sekunden.

- Pro herumstehender Lagereinheit fallen diese Zeiten zwei Mal an. Einmal für das temporäre Wegräumen und einmal für das Zurückräumen der herumstehenden Lagereinheiten nachdem die Nulldreher ausgelagert wurden.
- Im Gegensatz zu den herumstehenden Paletten, müssen die Nulldreher zunächst gesucht und gefunden werden und aus dem Regal ausgelagert werden. Um die hier resultierenden Zeiten zu ermitteln, wird angenommen, dass die Prozesszeiten aus Kapitel 5.1.3. auch hier

als Referenz verwendet werden können. Hier sind jedoch nur die folgenden Prozessschritte mit ihren durchschnittlichen Zeitspannen von Relevanz:

1. Hinlaufen zum Lagerort (00:16)
2. Suchen des Lagerorts (01:11)
3. Identifizierung des Lagerungsträgers (00:11)
4. LT auslagern (00:25)
5. Ladungsträger aus dem Lager befördern und auf den LKW-Anhänger laden (01:20)
6. Zurück in die Lagerhalle zum Ausgangspunkt laufen (01:00)

Damit ergibt sich pro Nulldreher eine durchschnittliche Auslagerungsdauer von 04 Minuten und 23 Sekunden.

### 10.3.2.2 Ermittlung der einmaligen Personalkosten

Insgesamt sind im Durchschnitt 359 Lagereinheiten in den Zwischengängen der Regalbereiche aufzufinden.

Für die Auslagerung einer jeden dieser Lagereinheit wird eine durchschnittliche Dauer von 02:56 angenommen. Da wie bereits ausgeführt jeder Lagereinheit ausgelagert und später wieder eingelagert werden muss, ergibt sich folgender insgesamt Aufwand an Arbeitszeit bzgl. der herumstehenden Lagereinheiten:

$$\text{ArbeitszeitPalettenGänge} = 2 * 359 * 02:56 = 35:06:08 \text{ [hh:mm:ss]}$$

Mit den Stundenkosten von 38€/h ergeben sich damit einmalige Kosten in Höhe von 1.344€:

$$\text{EinmaligeKostenPalettenGänge} = 35:06:08 * 38€/h \approx 1.334€$$

Für die Auslagerung aller Nulldreher wird eine durchschnittliche Dauer von 04:23 angenommen. Damit ergibt sich für die 59 Nulldreher ein einmaliger Arbeitsaufwand von:

$$\text{ArbeitszeitNulldreher} = 59 * 04:23 = 04:18:37 \text{ [hh:mm:ss]}$$

Mit den Stundenkosten von 38€/h ergeben sich damit einmalige Kosten in Höhe von 164€:

$$\text{EinmaligeKostenNulldreher} = 04:18:37 * 38€/h \approx 164 €$$

Folglich entstehen insgesamt 1.498 € an einmaligen Personalkosten für die Auslagerung der Nulldreher.

Wie viele Mitarbeiter in die Auslagerung eingebunden werden, und wann diese stattfinden soll, wird in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet. Für die weitere Auswertung wird mit einer Umsetzung der Auslagerung der Nulldreher innerhalb eines Zeitraums von zwei Wochen gerechnet.

### 10.3.3 Einmalige Kosten für die Zwischenlagerung

Wie bereits ausgeführt, wird vorgeschlagen die aus den Gängen ausgelagerten Lagereinheiten auch beim Logistikpartner Raben Germany GmbH zwischenzulagern. Die Bestimmung der hierfür anfallenden einmaligen Kosten basiert auf den folgenden Annahmen:

- Die Einlagerung einer Lagereinheit kostet pro Monat 6€. Hier werden die Transportkosten zum Logistikpartner als bereits enthalten betrachtet.
- Es wird davon ausgegangen, dass die Umsetzung der geplanten Maßnahmen innerhalb von zwei Wochen möglich ist. Damit wird eine temporäre Lagerungsdauer von zwei Wochen für die herumstehenden Paletten veranschlagt.

Auf Basis der getroffenen Annahmen, betragen die Lagerkosten pro Lagereinheit 3€ für zwei Wochen.

Damit ergeben sich einmalige Kosten für die Zwischenlagerung der herumstehenden Lagereinheiten von 177€:

$$\text{EinmaligeKostenZwischenlagerung} = 3\text{€} * 59 = 177\text{€}$$

Zusammenfassend belaufen sich damit die einmaligen Migrationskosten auf 1.675€.

$$\text{GesamteEinmaligeMigrationskosten} = 177\text{€} + 164\text{€} + 1334\text{€} = 1.675\text{€}$$

### 10.3.4 Kritische Diskussion der Bestimmung der einmaligen Migrationskosten

Auch bei der Bestimmung der Migrationskosten handelt es sich um eine recht ungenaue Schätzung der auftretenden Kosten. Deshalb wird in dieser kritischen Betrachtung nur auf die größte Ungenauigkeit der Abschätzung eingegangen: die durchschnittliche erwartete Auslagerungsdauer der Nulldreher.

Diese Zeiten beruhen größtenteils auf den in Kapitel 5.1.3 ausgewerteten Zeitspannen der Dämpferkommissionierung. Dabei waren diese Zeitdaten die genauesten Angaben, die für diese Abschätzung zur Verfügung standen. Jedoch wird bei der tatsächlichen Umsetzung des Konzepts der Prozessschritt „Suchen des Lagerorts“ deutlich mehr Zeit in Anspruch nehmen. Dies erklärt sich folgendermaßen: die

Kommissionierer der Dämpfer wissen zumeist grob, wo sie nach ihren Lagerobjekten suchen müssen, was sich positiv auf die Dauer dieses Prozessschrittes auswirkt. Dahingegen ist kein Wissen bzgl. des Standorts der Nulldreher zu erwarten, da diese Teile definitionsgemäß seit Anfang Oktober nicht bewegt wurden. Somit ist für diesen Schritt eine deutlich längere Arbeitszeit zu erwarten.

Nichtsdestotrotz ist davon auszugehen, dass die hier berechneten Kosten eine grobe Einschätzung der einmalig auftretenden Kosten der Auslagerung der Nulldreher ermöglichen.

## 11. Ergebnis der Kostenbetrachtung

In diesem Abschnitt soll der Blick nochmals auf die in dieser Arbeit ermittelten Kosten gerichtet werden. Hierbei werden die Gesamtkosten der in den Kapiteln 5 und 6 bestimmten vermeidbaren Aufwände zusammengefasst. Diese Aufwendungen werden dann den Einsparungsmöglichkeiten (siehe Kapitel 9 und 10) gegenübergestellt. Damit soll hier nochmals ein zusammenfassender, gebündelter Rückblick auf die in dieser Arbeit ermittelten finanziellen Kennzahlen ermöglicht werden.

### 11.1 Betrachtung der Gesamtkosten des Ist-Zustands

In diesem Unterkapitel werden die Gesamtkosten des momentanen Ist-Zustandes berechnet. Diese setzen sich zusammen aus den durchschnittlich vermeidbaren Personalkosten der Kommissionierung und den Lohnkosten der Montagemitarbeiter, die aufgrund der eingeschränkten Servicequalität entstehen (vgl. Kapitel 5 und 6).

Herkunft der Kosten	Höhe der monatlichen Kosten
Vermeidbare Personalkosten in der Kommissionierung	12.816,64 €
Vermeidbare Personalkosten in der Montage	2.369 €
<b>Aktuell vermeidbare Gesamtkosten</b>	<b>15.185,64 €</b>

*Tabelle 71 Aktuell vermeidbare Gesamtkosten in der Lagerhalle*

In einem zweiten Schritt werden die jährlichen Gesamtkosten bestimmt. Diese betragen fast 182.228 €:

$$15.185,64 \text{ €} * 12 = 182.227,68 \text{ €}$$

Es kann also zusammenfassend gesagt werden, dass auf Basis der in dieser Arbeit getroffenen Annahmen pro Jahr ca. 182.228 € an vermeidbaren Kosten entstehen, die auf die aktuellen Schwierigkeiten in der Lagerhalle zurückzuführen sind.

### 11.2 Gesamt-Einsparungsmöglichkeiten des Sollkonzepts

Bei der Betrachtung der möglichen Einsparungen, müssen neben den Einsparungen durch die Auslagerung der Nulldreher (vgl. Kapitel 9), auch die Kosten der Umsetzung des Konzepts (vgl. Kapitel 10)

---

Beachtung finden. Ziel dieses Unterkapitels ist es somit, die gesamten Einsparungen, unter Berücksichtigung einmaliger und laufender Aufwendungen zu determinieren.

Die laufenden Gesamtaufwendungen betragen pro Monat 354 € (vgl. Kapitel 10.2).

Darüber hinaus müssen für das Konzept einmalig 1.675 € für die Auslagerung der Nulldreher aufgebracht werden (vgl. Kapitel 10.3).

Diesen zusätzlich entstehenden Kosten stehen folgende Einsparungen durch die Auslagerung der Nulldreher gegenüber (vgl. Kapitel 9):

Herkunft der Einsparungen		Monatliche Einsparungen
Einsparungen bei den Personalkosten der Kommissionierung	+	1.979,04 €
Einsparungen bei den Personalkosten in der Montage	+	59 €
Laufende Gesamtaufwendungen des Konzepts	-	354 €
<b>Gesamteinsparungen durch Konzept</b>	=	<b>1.684,04 €</b>

Tabelle 72 Gesamteinsparungen durch Auslagerung der Nulldreher

Somit sind ca. 1684 € an Einsparungen pro Monat möglich. Damit ergibt sich eine jährliche Gesamteinsparung von ca. 20.210 €:

$$1.684,04 * 12 = 20.208,48 \text{ €}$$

Dabei dürfen die einmaligen Migrationskosten in Höhe von 1.675 € nicht übersehen werden. Diese Kosten wurden, wie in Kapitel 10.3 zu lesen ist, für einen Migrationszeitraum von zwei Wochen angesetzt. Sollte die Auslagerung länger dauern, sind längere Zwischenlagerungen der in den Gängen stehenden Lagereinheiten von Nöten, was folglich höhere Kosten hervorruft.

### 11.3 Gegenüberstellung der Gesamtkosten zum Einsparungspotential Konzepts

In dieser finalen Gegenüberstellung wird neben der bloßen Gegenüberstellung der ermittelten Werte, die Finanzkennzahl „Return on Investment“ (ROI) bestimmt. Diese Kennzahl wird verwendet, um den Zeitraum zu bestimmen, „in dem sich eine bestimmte Investition amortisiert“ (Hermas und Krzosek, S. 438).

In nachfolgender Übersicht können die gesamten vermeidbaren Kosten und die durch die Auslagerung der Nulldreher möglichen Einsparungen, eingesehen werden:

Zeitraum	Momentane Kosten	Mögliche Einsparungen	Anteilige Einsparung
Monatlich	15.185,64 €	1.684,08 €	11%
Jährlich	182.227,68 €	20.208,48 €	11%

Tabelle 73 Gegenüberstellung aktueller Gesamtkosten zu den möglichen Einsparungen

Es wurde ermittelt, dass 11% der momentan vermeidbaren Kosten durch die Auslagerung der Nulldreher eingespart werden können. In dieser Auswertung werden dabei jedoch nicht die einmaligen Migrationskosten berücksichtigt (siehe Kapitel 11.2).

Zur Berücksichtigung der einmaligen Migrationskosten wird im Folgenden der ROI bestimmt. Dieser wird ermittelt, in dem der „Jahresüberschuss dem investierten Kapital gegenübergestellt wird“ (Hermas und Krzosek, S. 438):

$$ROI = \text{Gewinn} / \text{Investiertes Kapital}$$

Doch was genau sagt der ROI aus? Der ROI wird als Prozentzahl oder Faktor angegeben. Der Kehrwert dieser Kennzahl sagt aus, „nach wie vielen Jahren die Investition durch den erwarteten kumulierten Gewinn eingeholt“ werden wird. Analog zu Herman und Krzosek wird mit den ermittelten Kosten und Einsparungen der ROI für die „Investition“ „Auslagerung der Nulldreher“ ermittelt (Hermas und Krzosek, S. 439):

Investitionsbudget: 1.675 €

Jahresüberschuss aus dieser Investitionsbetätigung: 20.208,48 €

$$ROI = \frac{20.208,48 \text{ €}}{1.675 \text{ €}} \approx 12,05$$

Die Kehrtwende des ROI beträgt ca. 0,083. Somit wird die „Investition“ bereits nach 0,083 Jahren bzw. ca. einem Monat durch die erwarteten Einsparungen eingeholt.

Dass dieses Konzept empfehlenswert ist, ist aus Sicht des Autors dieser Arbeit selbsterklärend. Es sollten jedoch die im Laufe dieser Arbeit getroffenen Annahmen zur Ermittlung der Kennzahlen weiterhin Beachtung finden, da sie zu einer gewissen Unschärfe der ermittelten Werte führen.

## 12. Zusammenfassung

In dieser Bachelorarbeit wurde das Lager „Halle 3“ einer genauen Analyse unterzogen. Ziel dieser Auswertung war es, die im Zuge der Auslagerung aus der Lagerhalle auftretenden Probleme zu identifizieren, die dadurch hervorgerufenen unmittelbaren und mittelbaren Kosten zu ermitteln und zu untersuchen, welche Ursachen für diese Schwierigkeiten ausgemacht werden können. In einem zweiten Schritt wurden darauf aufbauend Maßnahmen zur Linderung der Schwierigkeiten vorgestellt, und auf ihre Sinnhaftigkeit und Kosten hin analysiert.

Bei der Untersuchung der Auslagerungsabläufe der Lagerhalle war festzustellen, dass die hier tätigen Kommissionierer fast 40% ihrer durchschnittlichen Arbeitszeit pro kommissionierten Bauteil mit Tätigkeiten verbringen, die in einem fehlerfrei funktionierenden Lager nicht von Nöten wären. Diese Tätigkeiten umfassen das Suchen von Lagerartikeln, sowie das Freiräumen von Lagerplätzen, die durch andere Lagereinheiten blockiert werden. Unter Berücksichtigung der Gesamtzahl an insgesamt pro Monat durchgeführten Auslagerungsabläufe, wurden für diese Arbeitsschritte vermeidbare Personalkosten in Höhe von monatlich 12.817 € ermittelt.

Auch die mittelbaren finanziellen Auswirkungen der Schwierigkeiten in der Kommissionierung wurden untersucht. Hierfür wurden die Kosten der Störungen berechnet, die durch eine nicht zufriedenstellende Belieferung der Montage hervorgerufen werden. Dabei wurde betrachtet, wie viele vermeidbaren Arbeitsstunden im Schnitt pro Monat für Monteure bezahlt werden, die aufgrund von Fehlteilen aus dem untersuchten Lager nicht weiter produzieren können. Es konnte ermittelt werden, dass hier im Schnitt monatlich weitere 2.369 € durch die Lagerhalle hervorgerufen werden.

Somit konnte in dieser Bachelorarbeit bestimmt werden, dass monatlich insgesamt 15.186 € und damit jährlich 182.228 € an zusätzlichen Kosten entstehen, die auf die Probleme in der untersuchten Lagerhalle zurückzuführen sind.

Doch welche Ursachen lassen sich für die bekannten Probleme identifizieren? Hierfür wurden Ursachen aus sechs verschiedenen Einflussbereichen zusammengetragen und mit Hilfe des Auswertungstools „Papiercomputer“ verglichen und ausgewertet. Es war dabei festzustellen, dass die einzelnen Ursachen stark miteinander verwoben sind und deshalb der Fokus auf die Behebung der einflussstärksten Problemlöser gelegt werden muss. Dabei konnte ermittelt werden, dass die Einführung eines Lagerverwaltungssystems den größten positiven Einfluss auf die momentan vorherrschende Ist-Situation hat. Dies erklärt sich damit, dass die für ein solches System nötigen Voraussetzungen viele der momentan vorherrschenden Problemursachen beseitigen würde. So würde die Einführung eines Lagerverwaltungssystems klar definierte Ein- und Auslagerungsprozesse, angepasste Lagerbestände, sowie eine disziplinierte

systemische Erfassung aller Lagerartikel erfordern. Schon durch die Umsetzung dieser Voraussetzungen, ist von einer signifikanten Verringerung der momentan beobachtbaren Schwierigkeiten auszugehen.

Da die Planung der Implementierung eines Lagerverwaltungssystems ein sehr umfangreiches Unterfangen ist, wurde in dieser Arbeit der Fokus der Soll-Konzepte auf die hierfür wichtigste Voraussetzung gelegt: die Reduzierung der aktuell zu hohen Lagerauslastung. Hierfür wurde vorgeschlagen ein weiteres Regal zur Kapazitätserhöhung aufzustellen und die in diesem Geschäftsjahr bisher nicht bewegte Lagerartikel (sog. Nulldreher) auszulagern.

Tatsächlich musste jedoch festgestellt werden, dass die Errichtung eines weiteren Regals zu keiner Erhöhung der Gesamtkapazität des Lagers führt. Dahingegen konnte aber ausgewertet werden, dass für die Verlagerung der im Lager befindlichen Nulldreher zum Logistikpartner Raben Germany GmbH monatliche Gesamteinsparungen von 1.685 € (jährlich 20.208 €) zu erwarten sind. Hierfür fallen zusätzlich 1.675 € einmalige Migrationskosten an, die jedoch durch die vergleichsweise hohen Einsparungen bereits nach einem Monat eingeholt werden.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass in der Lagerhalle eine Vielzahl von Problemursachen aufzufinden sind, die zu kostenintensiven Schwierigkeiten in der Auslagerung führen. Wie in den einzelnen Kapiteln zu lesen ist, ist davon auszugehen, dass die hier ermittelten Kosten der Ist-Situation noch nicht alle entstehenden Aufwendungen umfassen. Sie helfen aber aufzuzeigen, welche Bereiche durch die momentane Situation beeinflusst werden. Auch die vorgeschlagene Auslagerung der Nulldreher sollte nicht als die einzig notwendige Maßnahme angesehen werden. Sie kann jedoch als erster Schritt einer Reihe von weiteren Verbesserungen angesehen werden.

### 13. Fazit und Ausblick

Resümierend muss gesagt werden, dass aus Sicht des Autors dieser Arbeit, der aktuelle Zustand in der Lagerhalle 3 langfristig nicht tragbar ist. An den verschiedensten Stellen ist festzustellen, dass Verantwortlichkeiten nicht geklärt sind, Abläufe und Einlagerorte nicht klar definiert sind und darüber hinaus die vorhandene Lagerkapazität bei weitem überschritten wird.

Die in dieser Arbeit schließlich vorgeschlagene Optimierung bewirkt nur eine kleine Reduktion der momentanen Auslastung. Langfristig ist es aus Sicht des Autors dringend empfehlenswert die Bestände weiter zu reduzieren, klare Prozesse zu definieren und Lagerplätze oder Lagerplatzzonen für Bauteile eindeutig festzulegen. Diese unumgänglichen Schritte sind auch größtenteils Voraussetzung für die Implementierung eines Lagerverwaltungssystems. Deshalb macht es gerade hier Sinn die Definition der prozessualen Abläufe und ihrer Verantwortlichkeiten bereits auf die Implementierung eines Lagerverwaltungssystems auszurichten.

Jedoch sind bei der praktischen Umsetzung dieser Schritte Probleme zu erwarten. Im Zuge der hier durchgeführten Auswertungen musste festgestellt werden, dass nicht einmal die für die Lagerhalle verantwortliche Führungskraft einen Überblick über alle im Lager ablaufenden Prozesse, oder eingelagerten Materialien, hat. Deshalb sollte aus Sicht des Verfassers eine Person als Lagerexperte definiert werden, die alle relevanten Aspekte der Lagerhalle überblickt und sicherstellen kann, dass angestrebte Verbesserungen auch wirksam umgesetzt werden können.

Für eine erste Annäherung an das Thema „Halle 3“ kann dabei diese Ausarbeitung sehr gerne zur Hilfe genommen werden.

---

## 14. Literaturverzeichnis

- Arnold, Dieter; Furmans, Kai (2009): Materialfluss in Logistiksystemen. 6., erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag (VDI-Buch).
- Becker, Jörg (2012): Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. 7., korr. und erw. Aufl. Berlin: Springer Gabler.
- Bergmann Lars; Lacker Michael (2009): Modernisierung kleiner und mittlerer Unternehmen. Ein ganzheitliches Konzept. Unter Mitarbeit von Uwe Dombrowski. Berlin, Heidelberg: Springer (VDI-Buch).
- Best, Eva; Weth, Martin (2010): Process Excellence. Praxisleitfaden für erfolgreiches Prozessmanagement. 4., überarb. und erw. Auflage. Wiesbaden: Gabler.
- Brandimarte, Paolo; Zotteri, Giulio (2007): Introduction to distribution logistics. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience (Statistics in practice).
- Czuchra, Waldemar (2010): UML in logistischen Prozessen. Graphische Sprache zur Modellierung der Systeme ; mit ... 4 Tabellen. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner (Studium).
- DE-PACK GmbH & Co. KG (Hg.) (2022): Was sind Kleinladungsträger (KLT)? DE-PACK GmbH & Co. KG. Online verfügbar unter <https://verpackungen.de/info/kleinladungstraeger>, zuletzt aktualisiert am 03.06.2022, zuletzt geprüft am 03.06.2022.
- European Pallet Association e.V. (EPAL) (Hg.) (2022a): EPAL 3. European Pallet Association e.V. (EPAL). Online verfügbar unter <https://www.epal-pallets.org/eu-de/ladungstraeger/epal-3-palette>, zuletzt aktualisiert am 11.05.2022, zuletzt geprüft am 11.05.2022.
- European Pallet Association e.V. (EPAL) (2022b): EPAL Europalette. Online verfügbar unter <https://www.epal-pallets.org/eu-de/ladungstraeger/epal-europalette>, zuletzt aktualisiert am 11.05.2022, zuletzt geprüft am 11.05.2022.
- European Pallet Association e.V. (EPAL) (Hg.) (2022c): EPAL Gitterbox. Online verfügbar unter <https://www.epal-pallets.org/eu-de/ladungstraeger/epal-gitterbox>, zuletzt aktualisiert am 11.05.2022, zuletzt geprüft am 11.05.2022.
- Fehr, Mark (2021): Unternehmen müssen ihre Lagerhaltung ausbauen. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 06.08.2021. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/unternehmen-muessen-ihre-lagerhaltung-ausbauen-17470023.html>, zuletzt geprüft am 17.08.2022.
- FRITZ SCHÄFER GMBH & CO KG (2022): Kleinteilelager - Regalsysteme | SSI SCHÄFER. Hg. v. FRITZ SCHÄFER GMBH & CO KG. Online verfügbar unter <https://www.ssi-schaefer.com/de-de/produkte/lagern/kleinladungstraeger/kleinteilelagerung/fachbodenregale-9352>, zuletzt aktualisiert am 29.07.2022, zuletzt geprüft am 29.07.2022.
- Gressner, A. M.; Arndt, Torsten (Hg.) (2019): Lexikon der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik. Third edition. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer Reference Medizin Ser). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1551946>.
- Gudehus, Timm (2010): Logistik. Grundlagen - Strategien - Anwendungen. 4., aktualisierte Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Helmold, Marc (2021): Innovatives Lieferantenmanagement. Wertschöpfung in globalen Lieferketten. 1st edition. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Springer Gabler.
- Hermas, Horst; Krzosek, Slawomir: Berechnung und Verwendbarkeit des Return on Investment (ROI). Analyse einer wichtigen betriebswirtschaftlichen Kennzahl. Online verfügbar unter [https://www.researchgate.net/profile/Vicente-Ibanez/publication/330846543\\_Using\\_robotics\\_for\\_complex\\_furniture\\_fatigue\\_tests/links/5d8cc9ca299bf10cff129418/Using-robotics-for-complex-furniture-fatigue-tests.pdf#page=440](https://www.researchgate.net/profile/Vicente-Ibanez/publication/330846543_Using_robotics_for_complex_furniture_fatigue_tests/links/5d8cc9ca299bf10cff129418/Using-robotics-for-complex-furniture-fatigue-tests.pdf#page=440), zuletzt geprüft am 18.08.2022.
- Hompel, Michael ten; Schmidt, Thorsten (2010): Warehouse Management. Organisation und Steuerung von Lager- und Kommissioniersystemen. 4., neu bearb. Aufl., Nachdruck. Heidelberg, Neckar: Springer Berlin (VDI-Buch).
- Industrial Engineering. Standardmethoden zur Produktivitätssteigerung und Prozessoptimierung (2015). 2. Auflage. München: Hanser (REFA-Fachbuchreihe Unternehmensentwicklung).
- Probst, Gilbert J. B.; Wiedemann, Christian (2013): Strategie-Leitfaden für die Praxis. Wiesbaden: Springer Gabler.
- proLogistik GmbH + Co KG (2022): Was ist ein Lagerverwaltungssystem (LVS)? proLogistik GmbH + Co KG. Online verfügbar unter <https://www.prologistik.com/logistik-lexikon/lagershyverwaltungssystem>, zuletzt aktualisiert am 21.07.2022, zuletzt geprüft am 21.07.2022.
- SAP Help Portal (Hg.) (k.A.): Lagereinheitenverwaltung - SAP Help Portal | SAP Help Portal. SAP Help Portal. Online verfügbar unter [https://help.sap.com/docs/SAP\\_ERP\\_SPV/95c61932dbb841a9a32b10ccd6d72d3f/2141c2537d3ab74ce1000000a174cb4.html?version=6.00.31&locale=de-DE](https://help.sap.com/docs/SAP_ERP_SPV/95c61932dbb841a9a32b10ccd6d72d3f/2141c2537d3ab74ce1000000a174cb4.html?version=6.00.31&locale=de-DE), zuletzt aktualisiert am 10.05.2022, zuletzt geprüft am 11.05.2022.
- Schulte, Christof (2016): Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Chain. [Place of publication not identified]: Verlag C.H. Beck; Vahlen.
- Staudter, Christian (2013): Design for Six Sigma + Lean Toolset. Innovationen erfolgreich realisieren. 2. vollst. überarb. und erw. Aufl. Hg. v. Stephan Lunau. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Verband der Automobilindustrie (Hg.) (2018): Kleinladungsträger (KLT-) System. (Technische Empfehlung). Verband der Automobilindustrie. Online verfügbar unter <https://www.vda.de/vda/de/der-vda/organisation/arbeitskreise/AK-Verpackungsstandardisierung>, zuletzt aktualisiert am 03.06.2022.
- Voith GmbH & Co. KGaA (Hg.): History Voith. Voith GmbH & Co. KGaA. Online verfügbar unter <https://voith.com/corp-de/history.html>, zuletzt geprüft am 18.08.2022.
- Voith GmbH & Co. KGaA (Hg.): Übersicht Unternehmen Voith. Voith GmbH & Co. KGaA. Online verfügbar unter <https://voith.com/corp-de/ueber-voith/unternehmen.html?201918%5B%5D=4>, zuletzt geprüft am 18.08.2022.
- Voith GmbH & Co. KGaA (Hg.) (2021): Geschäftsbericht 2021. Voith GmbH & Co. KGaA. Online verfügbar unter [https://voith.com/corp-de/VZ\\_annual-report\\_21\\_vvk\\_de.pdf](https://voith.com/corp-de/VZ_annual-report_21_vvk_de.pdf), zuletzt geprüft am 18.08.2022.
- Voith Turbo GmbH & Co. KG. (Hg.) (2021): Standortinformationen Garching - Home. Voith Turbo GmbH & Co. KG. Online verfügbar unter <https://standortinformationengarching.emea.collaboration.voith.net/SitePages/H>, zuletzt aktualisiert am 28.11.2021, zuletzt geprüft am 18.08.2022.

Wätzig, Hermann; Mehnert, Wolfgang; Bühler, Wolfgang (2010): Mathematik und Statistik kompakt. Grundlagen und Anwendungen in Pharmazie und Medizin. 1. Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:24-epflicht-1669838>.

## 15. Anhang

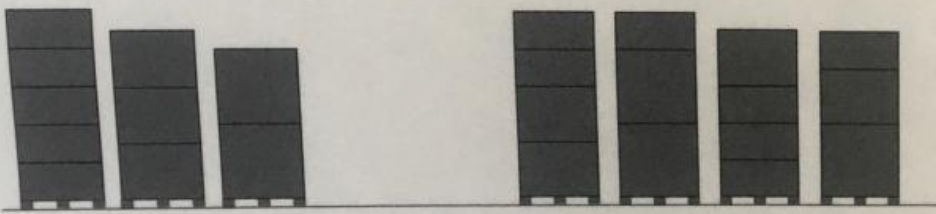
### Anhang A (Regeln der Stapelung von Ladungsträgern)

**VOIT**

# Achtung

## Maximale Palettenstapelhöhen

- 1. einrahmige Paletten**  
Maximal 5 einrahmige Paletten übereinander stapeln.  
Insgesamt darf die Stapelhöhe von fünf einrahmigen Paletten nicht überschritten werden.
- 2. zweirahmige Paletten:**  
Maximal drei zweirahmige Paletten übereinander stapeln.
- 3. dreirahmige Paletten:**  
Maximal zwei dreirahmige Paletten übereinander stapeln.
- 4. Kombinationen:**  
Mögliche Kombinationen wie in den Beispielbildern:



(Aushang im Wareneingang; Eigene Aufnahme)

Anhang B (Typenschild Regalanlage ARP12)



(Eigene Aufnahme)

## Anhang C (Zeitmessung der einzelnen Kommissionierschritte)

ID	Prozessschritte	verv. LT		Gitterbox		Gitterbox		Gitterbox		VTM Palette		KLT		KLT		Gitterbox		Gitterbox		KLT	
		Datum	Wochentag	Freitag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Freitag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Freitag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Donnerstag	Donnerstag	Donnerstag		
02	Suchen des Lagerorts	20.05.22	Freitag	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	03:24	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00
01	Hinlaufen zum Lagerort	20.05.22	Freitag	00:10	00:20	00:12	00:12	00:12	00:30	00:30	00:00	00:14	00:12	00:12	00:12	00:12	00:12	00:12	00:11	00:11	00:20
03	Identifizierung des Ladungsträgers	20.05.22	Freitag	00:10	00:12	00:13	00:13	00:13	00:11	00:11	00:10	00:05	00:05	00:05	00:05	00:05	00:05	00:05	00:05	00:05	00:07
04	Wegräumen von Davor/Darauf stehender Paletten	20.05.22	Freitag	05:26	00:29	00:23	00:23	00:23	02:30	00:05	00:05	00:00	00:56	02:20	00:30	00:30	00:30	00:30	01:10	01:20	00:20
05	Ladungsträger auslagern	20.05.22	Freitag	00:30	00:30	00:30	00:30	00:30	00:30	00:30	00:05	00:21	00:30	00:30	00:30	00:30	00:30	00:30	01:10	01:20	01:20
06	Kommissionieren benötigter Mengen	20.05.22	Freitag	03:49	02:46	04:40	04:40	04:40	00:30	00:30	00:30	03:21	01:49	01:42	02:30	01:55	01:55	01:55	01:55	01:55	01:55
07	Ladungsträger einlagern	20.05.22	Freitag	00:28	00:30	00:26	00:26	00:26	00:15	00:15	02:31	00:30	01:25	00:48	01:37	00:38	00:38	00:38	00:38	00:38	00:38
08	Davor/Daraufstehende LT wieder Hinräumen	20.05.22	Freitag	04:00	01:00	00:20	00:20	01:00	01:00	00:40	00:00	00:50	00:00	00:20	00:23	00:23	00:23	00:23	00:23	00:23	00:23
09	Kommissionierte Teile Bereitstellen	20.05.22	Freitag	00:36	00:20	00:10	00:10	02:35	02:35	00:20	00:27	00:18	00:15	00:14	00:16	00:16	00:16	00:16	00:16	00:16	00:16
10	Dokumentieren des abgeschlossenen Kommissioniervorgangs	20.05.22	Freitag	00:16	00:05	00:10	00:10	00:07	00:07	00:02	00:08	00:10	00:05	00:10	00:05	00:05	00:05	00:05	00:05	00:05	00:05
<b>Gesamtzeit pro Kommissioniertem</b>				<b>15:25</b>	<b>06:12</b>	<b>07:04</b>	<b>08:08</b>	<b>07:47</b>	<b>05:06</b>	<b>06:46</b>	<b>05:57</b>	<b>06:47</b>	<b>05:24</b>								
<b>Teil [mm:ss]</b>																					

<b>KLT</b>	<b>VTM Palette</b>	<b>KLT</b>	<b>Gitterbox</b>	<b>Gitterbox</b>	<b>Gitterbox</b>	<b>Gitterbox</b>	<b>Euro Palette</b>	<b>Euro Palette</b>	<b>VTM Palette</b>	<b>KLT</b>	<b>Gitterbox</b>	<b>KLT</b>	<b>KLT</b>	<b>KLT</b>
28.07	28.07	28.07	28.07	28.07	29.07	29.07	29.07	29.07	29.07	01.08	01.08	01.08	01.08	01.08
Donnerstag	Donnerstag	Donnerstag	Donnerstag	Donnerstag	Freitag	Freitag	Freitag	Freitag	Freitag	Montag	Montag	Montag	Montag	Montag
00:00	00:00	00:00	00:25	00:00	00:00	00:00	00:00	01:24	00:00	04:12	00:00	00:00	00:00	00:00
00:15	00:25	00:50	00:00	00:45	00:15	00:10	00:13	00:00	00:45	00:00	00:15	00:20	00:10	00:10
00:10	00:08	00:05	00:05	00:12	00:10	00:05	00:05	00:07	00:08	00:15	00:12	00:05	00:20	00:20
02:05	00:00	01:25	01:30	01:00	01:10	00:00	01:45	01:50	01:00	03:15	00:00	01:30	01:10	01:10
00:30	00:45	00:25	00:15	00:25	00:30	00:15	00:20	00:10	00:15	00:05	00:20	00:30	00:30	00:30
04:00	02:30	01:05	02:10	02:55	03:00	01:10	01:45	01:33	02:10	02:55	03:16	02:10	00:35	00:35
00:25	00:40	00:25	00:20	00:45	00:30	00:45	00:20	00:10	00:53	00:16	00:08	00:32	00:43	00:43
01:55	00:00	01:40	01:42	00:38	00:47	00:00	01:16	01:37	00:32	00:00	00:00	00:58	01:24	01:24
00:42	00:41	00:10	00:38	01:16	00:25	02:14	01:05	00:53	00:18	00:33	00:27	01:24	00:16	00:16
00:15	00:12	00:04	00:12	00:08	00:07	00:11	00:08	00:12	00:14	00:11	00:05	00:06	00:04	00:04
<b>10:17</b>	<b>05:21</b>	<b>06:09</b>	<b>07:17</b>	<b>08:04</b>	<b>06:54</b>	<b>04:50</b>	<b>06:57</b>	<b>07:56</b>	<b>06:15</b>	<b>11:42</b>	<b>04:43</b>	<b>07:35</b>	<b>05:12</b>	

Gitterbox 01.08 Montag	KLT 01.08 Montag	Gitterbox 01.08 Montag	KLT 01.08 Montag	VTM Palette 01.08 Montag	Gitterbox 01.08 Montag
00:00	00:00	00:00	02:11	00:00	00:00
00:30	00:20	00:12	00:00	00:10	00:15
00:10	00:25	00:15	00:25	00:10	00:15
01:50	02:15	01:20	02:00	00:00	01:00
00:05	00:05	00:15	00:12	00:45	00:10
01:25	01:44	02:00	00:50	02:41	02:55
00:14	00:24	00:13	00:41	00:34	00:12
01:27	01:56	01:34	03:12	00:00	02:01
00:17	00:28	00:46	01:24	00:15	00:34
00:12	00:10	00:08	00:14	00:12	00:08
<b>06:10</b>	<b>07:47</b>	<b>06:43</b>	<b>11:09</b>	<b>04:47</b>	<b>07:30</b>

(Eigene Beobachtung und Zusammenstellung)

Anhand D (Verschiedene Auslagerungsabläufe in der Lagerhalle)

<b>Voith-Produkt</b>	<b>Einzelteilkommissionierung oder Gebinde</b>	<b>Mat.beschaffungsart</b>	<b>Kommissionierung erfolgt durch MA der Abteilung:</b>	<b>Positionen pro Auslagerungsvorgang</b>	<b>Geschätzte Häufigkeit an Auslagerungen pro 24h</b>	<b>Geschätzte Anzahl Positionen pro 24h</b>
Dämpfer	Einzelteile	Auftragsgesteuert	Versand	25 Position	2 Auslagerungen	50 Positionen
Getriebe Wärmetauscher	Gebinde	Bedarfsgesteuert	Innerbetrieblicher Transport	1 Gebinde	12 Auslagerungen	12 Positionen
Getriebe – Kit	Einzelteile	Auftragsgesteuert	Wareneingang	3 Positionen	60 Auslagerungen	180 Positionen
Viab-Kit	Einzelteile	Bedarfsgesteuert	Versand	20 Positionen	6 Auslagerungen	120 Positionen
Retarder	Gebinde	Bedarfsgesteuert	Wareneingang	1 Gebinde	7 Auslagerungen	7 Positionen
Turbo Compound	Einzelteile	Bedarfsgesteuert	Innerbetrieblicher Transport	1 Gebinde	3 Auslagerungen	3 Positionen

(Eigene Erstellung)

Anhang E (Auszug aus der „Werma“ Störungsdatenbank der Montage)

<b>Stö- rungs- ID</b>	<b>Be- reich</b>	<b>Datum</b>	<b>Dauer in min</b>	<b>betroffene MA</b>	<b>WERMA-Ka- tegorie</b>	<b>Kommentar</b>	<b>(Anteilige) Verantwor- tung Halle 3</b>
1	Diwa	02.05.2022	74	10	Logistik	Getriebegehäuse 150.01097516 fehlt an der Linie- waren in Halle 3 aber nicht im Kit	74min
2	Diwa	02.05.2022	53	9	Logistik	Getriebegehäuse 150.00930717 fehlt im Kit - Waren in Halle 3 aber nicht im Kit	53min
3	Diwa	02.05.2022	15	12	Logistik	Getriebegehäuse 150.01097516 fehlt an der Linie- waren in Halle 3 aber nicht im Kit	15min
4	Diwa	03.05.2022	30	9	Logistik	Getriebegehäuse 150.00690717 fehlt in der Linie - waren in Halle 3 aber nicht inden Kits	30min
5	Diwa	04.05.2022	38	8	Logistik	Getriebegehäuse 150.00284024 fehlen in der Bereitstellung - Getriebe ausge- schleust nachdem es nicht auffindbar war .	38min
6	Service	05.05.2022	350	1	Logistik	Teile für DIWA 3E Getriebe suchen und holen Lange	20 min
7	Service	05.05.2022	725	1	Logistik	Getriebe suchen auf Verpackung NXT warten Teile im Re- gal nicht befüllt, Teile vom Lager nicht geliefert keine GG geliefert KW 18 Service über 4 Tage	20min

8	Dämpfer	05.05.2022	850	1	Logistik	kein eMittelscheiben , keine Naben , Schrauben fehlen , Aufträge umrüsten wegen Fehlteile , Verpackungsmaterial selber bereitstellen, KW 18 alle Störungen zusammen gefasst	20min
9	TC	06.05.2022	418	2	Logistik	Bereitstellung einräumen keine Verpackung keine Wellen und Lager KW 18	20min
10	VIAB	06.05.2022	285	1	Logistik	keine KIT oder unvollständig KW 18 komplett und Fehlteile im Kanban	20min
11	HV	09.05.2022	150	4	Logistik	Keine Wärmetauscher	150min
12	Dämpfer	09.05.2022	30	2	Logistik	Fehlteile Federn/Mittelscheibe	30min
13	Dämpfer	09.05.2022	30	2	Logistik	Auftrag unvollständig 365	15min

14	Diwa	09.05.2022	120	5	Logistik	Aufhängeflansche mit 5 Mann (19 Stück) nachträglich angebaut. Getriebe und Teilehandling massiv erschwert da zuviele abgestellte Getriebe in der Linie.	60min
15	Dämpfer	10.05.2022	80	2	Logistik	Fehlteil Mittelscheibe 300	80min
16	Diwa	11.05.2022	60	1	Logistik	Alle Kits die in diesem Zeitraum kamen waren ohne ausgelegte Plane- Mitarbeiter musste erst die Plane auslegen bevor er die Getriebe verpacken konnte	60min
17	Dämpfer	12.05.2022	80	2	Logistik	Fehlteile 300 und 365	80min
18	Diwa	18.05.2022	7	9	Logistik	falsches Gehäuse in KITS, SOLL 150.00690717 IST 150.00737025	7min
19	Diwa	19.05.2022	49	9	Logistik	Getriebegehäuse 150.00690717 fehlt in der Linie	49min
20	EVO	19.05.2022	120	1	Logistik	Fehlteil WT und Bereitsstellung	120min
21	Diwa	19.05.2022	13	9	Logistik	kein Getriebegehäuse in der Gitterbox	13min
22	Diwa	19.05.2022	22	1	Logistik	falscher Aufhängeflansch in KIT	22min
23	Diwa	21.05.2022	35	9	Logistik	Getriebegehäuse H68.161634 fehlt in der Linie	35min
24	Diwa	22.05.2022	24	9	Logistik	Falsche Gehäuse in KITS, SOLL 150.01097576 IST 150.00690717	24min
25	Diwa	23.05.2022	384	1	Logistik	kein Abtriebsflansch 150.00931013	384min

26	Diwa	24.05.2022	12	9	Logistik	kein Abtriebsflansch 150.00931013	12min
27	Diwa	24.05.2022	208	1	Logistik	kein Abtriebsflansch 150.00931013	208min
28	TC	25.05.2022	180	1	Logistik	keine Verpackung DAG TC Mittwoch 4:00- 7Uhr	180min
29	Diwa	30.05.2022	42	1	Logistik	5 Gehäuse fehlen 150.00102614	42min
30	Dämpfer	31.05.2022	370	1	Logistik	Fehlteile Mittel- scheibe keine Naben Aufträge nicht Voll- ständig KW 22	370min
31	Service	04.06.2022	285	2	Logistik	Getriebe suchen auf Verpackung NXT warten Teile im Re- gal nicht befüllt, Teile vom Lager nicht geliefert keine GG geliefert KW 22	20min
32	DIWA	10.06.2022	150	4	Logistik	Getriebe ablegen we- gen Fehlteile Deckel /Aufhängeflansch	150min
33	VIAB	24.06.2022	421	1	Logistik	PW TR und Hohl- wellen fehlen im KIT KW 25 Teile Kit nicht vollständig	20min
34	Dämpfer	24.06.2022	385	3	Logistik	Teile suchen Teile fehlen NABE 365 Aufträge vorgezogen	20min

(Voith interne Datenbank; mehrere Spalten wurden entfernt)

Anhang F (In den Zwischengängen stehende Paletten)

Auswertung herumstehender Ladungsträger

Datum	20.05	31.5.	2.6.	3.6.	7.6.	8.6.	9.6.	14.6.
GiBo	142	145	151	139	125	141	130	117
GiBo Blockbuster								
Paletten YTM1	25	19	12	13	10	11	9	9
Paletten YTM2	35	55	57	60	64	61	59	53
Paletten YTM3	6	6	7	3	5	5	7	4
Euro1	4	8	10	8	8	13	8	7
Euro2	0	0	0	3	4	2	1	2
Euro3	0	0	0	2	1	3	2	1
PalettenMirkLJs	104	85	88	88	118	115	122	122

(Eigene Auswertung)

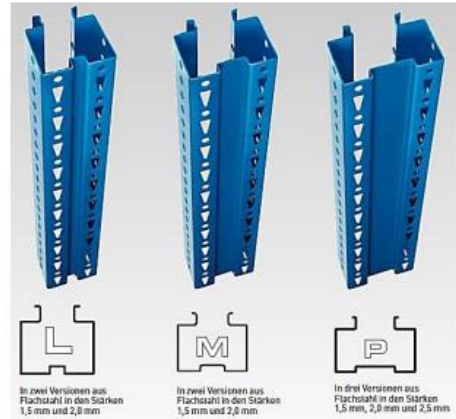
## Paletten-Regalsystem APR12

Das APR12 ist weit mehr als nur ein Regal: APR12 ist ein System, das dank seiner Vielseitigkeit und Flexibilität die Realisierung von zahlreichen Lagerlösungen ermöglicht.

Es wird in den drei Versionen leicht (L), mittel (M) und schwer (P) hergestellt, die sich jeweils durch die Stärke ihrer Stützen aus verformtem Flachstahl unterscheiden.

Bis zu einer Länge von 12 Metern werden sie aus einem Stück geliefert. Durch den Einsatz spezieller Verbindungselemente können jedoch Höhen bis über 20 Meter bei voller Einhaltung der Rastermaße bei den Lochungen erreicht werden.

Die Rahmen bestehen jeweils aus zwei Stützen, die durch ein aus Diagonalen und Traversen bestehendes Gitterwerk aus verripptem C-Profil verbunden sind. Die Verbindung erfolgt mithilfe von Schrauben.



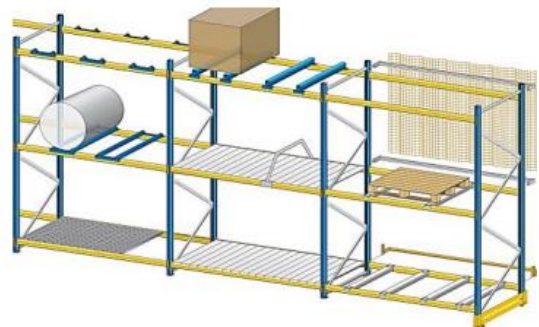
Durch das spezielle Design der Stützen können sämtliche Balken an jedem Rahmentyp eingesetzt werden.

Die Balken besitzen an ihren Enden speziell geformte Bügel, welche die Stütze an drei Seiten umfassen und mit 4 oder 5 Verankerungen in sie eingreifen. Diese effiziente Stützen-Balken-Verbindung erhöht den sogenannten „Verbindungskoeffizienten“ erheblich und verleiht dem Ganzen hervorragende Festigkeit in Vertikal- und in Längsrichtung. Dadurch lässt sich die Anzahl Versteifungen auf ein Minimum reduzieren, ohne die Stabilität der gesamten Regalanlage zu beeinflussen.

Ein Sicherungsstift verhindert das unbeabsichtigte Ausheben der Balken.

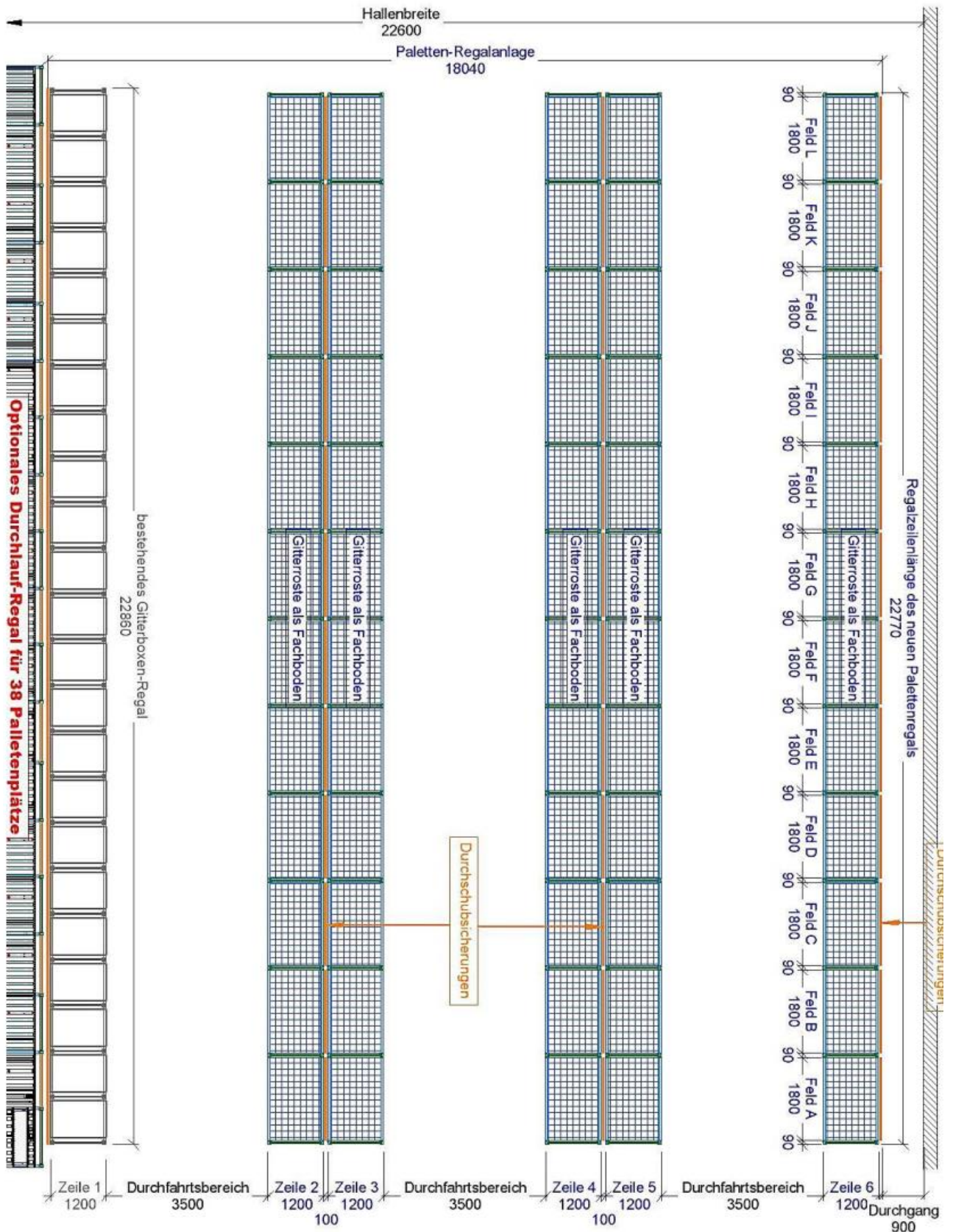
Die Vielseitigkeit des APR12-Systems und seine zahlreichen Einsatzmöglichkeiten erforderten die Entwicklung und Ausführung von zahlreichen Zubehörteilen und -elementen.

Diese verschiedenen Elemente können so eingesetzt werden, dass sie sich für die Lagerung unterschiedlichster Materialien eignen, ganz gleich, ob es sich dabei um nach Größe und Gewicht sortierte Packungen oder aber um Einzelteile handelt.



### 3.) Aufbau der geplanten Paletten-Regalanlage Mit angedeutetem, optionalem Durchlaufregal links (fällt weg !)

Skizze:



### Zu 3.) Das Palettenregal

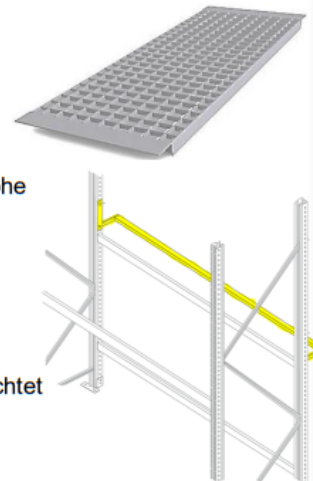


Bei dieser, am meisten eingesetzten Variante handelt es sich um Anlagen, bei denen die verschraubten Stützenrahmen mit horizontal eingehängten Balkenpaaren verbunden werden, die in bestimmten Rastermaßen vertikal verstellbar sind. Es eignet sich auch für alle manuellen Handlingvorgänge (Picking) und zum Einlagern von verschiedensten Ladeeinheiten (Kartons, Gitterboxen, Behälter usw.). Durch die häufig gewünschte Variante, das APR12 auch mehrgeschossig mit Zwischenböden auszuführen, lassen sich die Anwendungsmöglichkeiten noch erheblich erweitern. Die Vielseitigkeit gestattet Palettenregalausführungen in den unterschiedlichsten Abmessungen und für jegliche Anwendung. Und das bei einem stets optimalen Preis-Leistungs-Verhältnis.

**Die Kapazität der oben geplanten Paletten-Regalanlage beträgt 360 Palettenplätze!**

#### Technische Daten und Ausstattung der geplanten Regalanlage:

- Regallänge 22.770 mm
- Regaltiefe 1.200 mm
- Regalhöhe 3.800 mm
- Regalzeilen 5
  
- Regalfelder 12 Felder je Zeile
- Feldlast (mit Fachhöhe) 9.700 kg , bei 2.000 mm max. Fachhöhe
- Fachlast (mit Fachbreite) 2.820 kg , bei 1.800 mm Fachbreite
- Fachebenen 2 Balkenebenen (+ 1 Bodenstellplatz)
  
- Rahmen-Oberfläche Verzinkt oder Pulverbeschichtet
- Balken-Oberfläche Pulverbeschichtet
- Fachboden-Einlage Gitteroste mit Winkelkragen, verzinkt
- Schutzeinrichtung **Durchschubsicherungen**, pulverbeschichtet



#### Materialliste der Palettenregal-Anlage

Pos	Bezeichnung	Anzahl
1	RAHMEN M.9.15 1200 x 4.000 MM	52
2	BALKENPAARE GR 90x50x1,2x1800	96
3	DURCHSCHUBSICHERUNG L-M-P 1800 MM	96
4	GITTERROST 1090x890 WINKELKRAGEN	192
5	BELASTUNGSSCHILDER	1

Das gesamte Gewicht der Bauteile beträgt ca 9.870 kg

**Die Palettenregal-Anlage können wir Ihnen anbieten für:**

**18.735,--**

**Lieferung: frei Haus !**

*Befestigungsteile und Kleinteile sind nicht in der Materialliste aufgelistet jedoch im Angebot enthalten.*

**Die Montage der Regalzeilen übernehmen wir gerne für:**

**4.948,-- €**

Anhang H (Teile 1301)

Werk	Material	Materialkurztext	Werksbestand	Materialart	Einlage	Verbr. lfd. Gjahr
1301	001.002799	Fixiereinlage 495/495 4-lagig verklebt	781,00	KAUF	4013	40.384,00
1301	150.00004615	Rahmen 424x333x25 EN AC-AISI10Mg(Cu)SF	2,00	KAUF	4013	3,00
1301	150.00026922	Deckel EN AC-AISI10Mg(Cu)SF	28,00	KAUF	4013	355,00
1301	150.00046214	Aufhängeflansch 562/438x23 EN-GJS-500-7	7,00	KAUF	4013	42,00
1301	150.00093111	Deckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	106,00	KAUF	4013	1,00
1301	150.00106912	Verbindungsflansch 554/348 EN AC-AISI10*	3,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.00188412	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	1,00	HALB	4013	2,00
1301	150.00235134	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	3,00	HALB	4013	2,00
1301	150.00284024	Getriebegehäuse 386/270x555 EN AC-AISI1*	1,00	HALB	4013	10,00
1301	150.00363024	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	5,00	HALB	4013	189,00
1301	150.00373711	Verbindungsflansch 554/348x41 EN-GJS-50*	11,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.00400923	Getriebegehäuse (Nacharbeit) EN AC-AISI*	6,00	HALB	4013	0,00
1301	150.00495212	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	60,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.00530913	Aufhängeflansch SAE 2-28 EN-GJS-500-7	42,00	KAUF	4013	158,00
1301	150.00531013	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	15,00	KAUF	4013	5,00
1301	150.00531223	Getriebegehäuse Schiene DIWApack EN AC-*	5,00	HALB	4013	0,00
1301	150.00571510	Wärmetauscher	11,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.00591812	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	3,00	HALB	4013	0,00
1301	150.00597611	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	5,00	KAUF	4013	51,00
1301	150.00690716	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	13,00	HALB	4013	8,00
1301	150.00690717	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	14,00	HALB	4013	7.800,00
1301	150.00712310	Wärmetauscher X5CrNi18-10	7,00	KAUF	4013	41,00
1301	150.00737025	Getriebegehäuse	2,00	HALB	4013	36,00
1301	150.00802110	Wärmetauscher	36,00	KAUF	4013	388,00
1301	150.00829511	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	9,00	HALB	4013	0,00
1301	150.00930717	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	24,00	HALB	4013	94,00
1301	150.00988310	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	14,00	KAUF	4013	1,00
1301	150.01030725	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	3,00	HALB	4013	153,00
1301	150.01067425	Getriebegehäuse W56 EN AC-AISI10Mg(Cu)S*	4,00	HALB	4013	5,00
1301	150.01097516	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	26,00	HALB	4013	365,00
1301	150.01218711	Steuerungsdeckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	139,00	KAUF	4013	1.554,00
1301	150.01272411	Steuerungsdeckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	305,00	KAUF	4013	1.436,00
1301	150.01272511	Steuerungsdeckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	122,00	KAUF	4013	1.323,00
1301	150.01277910	Aufhängeflansch SAE 2-31 EN-GJS-500-7	34,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.01285910	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	166,00	KAUF	4013	1.203,00
1301	150.01356310	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	42,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.01408712	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	4,00	HALB	4013	0,00
1301	150.01477103	Getriebegehäuse Inline EN AC-AISI10Mg(C)*	4,00	HALB	4013	2,00
1301	150.01515110	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	4,00	KAUF	4013	213,00
1301	150.01545902	Getriebegehäuse 884 EN AC-AISI10Mg(Cu)S*	1,00	HALB	4013	2,00
1301	150.01589910	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	23,00	HALB	4013	86,00
1301	150.01640810	Wärmetauscher	119,00	KAUF	4013	196,00
1301	150.01700110	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	21,00	HALB	4013	56,00
1301	150.01760010	Steuerungsdeckel EN AC-AISI9Cu3(Fe)DF	135,00	KAUF	4013	199,00
1301	150.01769710	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	23,00	HALB	4013	48,00
1301	150.01778410	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	2,00	HALB	4013	2,00
1301	150.01784510	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	2,00	HALB	4013	8,00
1301	150.01786410	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	29,00	HALB	4013	26,00
1301	156.00003410	Stiftschraube M10x1,25x20 10.9	27,00	KAUF	4013	80,00
1301	156.00003510	Zentrierflansch 120/61,6x36 42CrMo4+PE+*	2,00	KAUF	4013	10,00
1301	156.00024410	Federpaket -	59,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00024510	Federpaket -	21,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00034711	Anschlag - PA66 XH	28.540,00	KAUF	4013	254.724,00
1301	156.00035010	Gehäuse - HC260Y	3.880,00	KAUF	4013	69.214,00
1301	156.00035110	Deckel - HC260Y	8.528,00	KAUF	4013	84.782,00
1301	156.00035111	Deckel - HC260Y	3,00	KAUF	4013	5,00
1301	156.00035410	Federtopf - PA66 XH CF10	416,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00037710	Anschlag - PA66 XH	10.170,00	KAUF	4013	172.146,00
1301	156.00039211	Mittelscheibe - QSiE460 TM / S460MC	2.509,00	KAUF	4013	25.488,00
1301	156.00039311	Mittelscheibe - QSiE460 TM / S460MC	1.792,00	KAUF	4013	11.225,00
1301	156.00040310	Anschlag - PA66 XH	8.698,00	KAUF	4013	98.682,00
1301	156.00052310	Wellendichtring - EPDM 70	2.547,00	KAUF	4013	25.344,00
1301	156.00055510	Dichtungsblech - DC01+C290	784,00	KAUF	4013	11.235,00
1301	156.00063311	Mittelscheibe - S460MC	191,00	KAUF	4013	2.277,00
1301	156.00063411	Mittelscheibe - QSiE460 TM / S460MC	3.540,00	KAUF	4013	51.330,00
1301	156.00063611	Mittelscheibe - QSiE460 TM / S460MC	1.830,00	KAUF	4013	20.007,00
1301	156.00063911	Mittelscheibe - QSiE460 TM / S460MC	2.774,00	KAUF	4013	48.982,00
1301	156.00066011	Federpaket -	2.579,00	KAUF	4013	33.976,00
1301	156.00066111	Federpaket -	4.662,00	KAUF	4013	61.788,00
1301	156.00066211	Federpaket -	2.871,00	KAUF	4013	50.766,00
1301	156.00066311	Federpaket -	2.270,00	KAUF	4013	58.112,00
1301	156.00069010	Gehäuse - HC260Y	3.332,00	KAUF	4013	50.062,00
1301	156.00069110	Deckel - HC260Y	4.706,00	KAUF	4013	33.682,00
1301	156.00069111	Deckel - HC260Y	8,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00073810	Führungsring - PA66 XH	8.201,00	KAUF	4013	21.417,00
1301	156.00076310	Federpaket -	2.215,00	KAUF	4013	57.442,00
1301	156.00076410	Federpaket -	6.215,00	KAUF	4013	114.764,00
1301	156.00076510	Federpaket -	1.131,00	KAUF	4013	32.708,00
1301	156.00076610	Federpaket -	2.207,00	KAUF	4013	65.536,00

1301	156.00080510	Anschlag - PA66 XH	15.796,00 KAUF	4013	97.590,00
1301	156.00083211	Federpaket -	3.042,00 KAUF	4013	25.292,00
1301	156.00083310	Federpaket -	4.613,00 KAUF	4013	65.060,00
1301	156.00088311	Mittelscheibe - QStE460 TM / S460MC	144,00 KAUF	4013	56,00
1301	156.00092830	Nabe HTSD 300 - 16x ø10,3 Bohrung 42CrM*	124,00 KAUF	4013	6.386,00
1301	156.00097411	Segment - PA66 XH GF30	12.966,00 KAUF	4013	164.376,00
1301	156.00097711	Segment - PA66 XH GF30	18.992,00 KAUF	4013	162.450,00
1301	156.00098410	Dichtungsblech - DC01+C290	288,00 KAUF	4013	4.236,00
1301	156.00106410	Scheibe -	16,00 KAUF	4013	148,00
1301	156.00111911	Federpaket -	2.166,00 KAUF	4013	26.102,00
1301	156.00112310	Dichtungsblech - DC01+C290	2.922,00 KAUF	4013	44.700,00
1301	156.00112410	Dichtungsblech - DC01+C290	2.913,00 KAUF	4013	25.583,00
1301	156.00114010	Anschlag - PA66 XH	3.016,00 KAUF	4013	14.694,00
1301	156.00115111	Federpaket -	502,00 KAUF	4013	3.032,00
1301	156.00115211	Federpaket -	444,00 KAUF	4013	6.064,00
1301	156.00116710	Anschlag PA66 XH	7.808,00 KAUF	4013	62.364,00
1301	156.00128812	Segment - PA66 XH GF35	18.744,00 KAUF	4013	321.474,00
1301	156.00129412	Segment - PA66 XH GF35	9.206,00 KAUF	4013	67.344,00
1301	156.00130511	Nabe - 42CrMo4	196,00 KAUF	4013	2.158,00
1301	156.00131510	Nabe - 42CrMo4	122,00 KAUF	4013	4.952,00
1301	156.00133410	Federpaket Hydrodamp 300 KL3-BS1 T+	361,00 KAUF	4013	0,00
1301	156.00133510	Federpaket Hydrodamp 300 KL3-BS2 T+	157,00 KAUF	4013	0,00
1301	156.00139110	Nabe - 42CrMo4	744,00 KAUF	4013	13.257,00
1301	156.00149322	Sensorblech - DC04-A	642,00 KAUF	4013	5.305,00
1301	156.00174410	Mittelscheibe QStE460/TM / S460MC	2.501,00 KAUF	4013	29.795,00
1301	156.00176320	Dichtungsblech - DC01+C290	431,00 KAUF	4013	2.009,00
1301	156.00176510	Deckel - HC260Y	125,00 KAUF	4013	85,00
1301	156.00198510	Mittelscheibe 16x ø10,3±0,1-Bohrung/Hol*	2.208,00 KAUF	4013	1.592,00
1301	156.00199411	Dichtungsblech - DC01+C290	1.048,00 KAUF	4013	8.741,00
1301	156.00199510	Nabe 42CrMo4	1.695,00 KAUF	4013	8.252,00
1301	156.00199610	Führungsstück PA66 XH CF20	11.940,00 KAUF	4013	26.227,00
1301	156.00200011	Anschlag PA66 XH	11.444,00 KAUF	4013	26.223,00
1301	156.00200110	Segment PA66 XH GF30	11.552,00 KAUF	4013	26.223,00
1301	156.00201410	Dichtungsblech Z-Blech ø210 DC04-A	885,00 KAUF	4013	2.335,00
1301	156.00201710	Nabe (N28-Verzahnung) 42CrMo4	63,00 KAUF	4013	50,00
1301	156.00208010	Gehäuse HC260Y	1.107,00 KAUF	4013	8.741,00
1301	156.00208110	Deckel HC260Y	1.038,00 KAUF	4013	8.251,00
1301	156.00208210	Mittelscheibe S420MC	2.214,00 KAUF	4013	8.741,00
1301	156.00208611	Führungsrohr EN-GJL-250	26,00 HALB	4013	3,00
1301	156.00209110	Gelenkwellenflansch - 42CrMo4+PE+QT	158,00 KAUF	4013	79,00
1301	156.00209212	Sensorblech - DC04-A	20,00 KAUF	4013	0,00
1301	156.00209310	Mittelscheibe - QStE460 TM / S460MC	51,00 HALB	4013	422,00
1301	156.00209410	Scheibe	292,00 KAUF	4013	2.383,00
1301	156.00211010	Dichtungsblech D123,6 / 14,2 DC01+C290	357,00 KAUF	4013	9.275,00
1301	156.00214911	Federpaket -	4.044,00 KAUF	4013	48.072,00
1301	156.00216111	Mittelscheibe QStE460 TM /S460MC	1.060,00 KAUF	4013	12.880,00
1301	156.00216211	Mittelscheibe QStE460/ S460MC	1.176,00 KAUF	4013	12.880,00
1301	156.00217310	Dichtungsblech DC01+C290	3.548,00 KAUF	4013	8.741,00
1301	156.00219610	Verschlussdeckel DIN 443 - B 34 mit zus*	5.632,00 KAUF	4013	8.251,00
1301	156.00219710	Federpaket -	3.727,00 KAUF	4013	26.228,00
1301	156.00221910	Dichtungsblech - DC01+C290	87,00 KAUF	4013	25,00
1301	156.00226310	Scheibe DC01-A	281,00 KAUF	4013	166,00
1301	156.00230010	Nabe -/ 42CrMo4	308,00 KAUF	4013	3.004,00
1301	156.00234410	Nabe 42CrMo4	39,00 KAUF	4013	942,00
1301	156.00243311	Lagerdeckel 42CrMo4+QT	30,00 HALB	4013	0,00
1301	156.00253010	Dichtungsblech - DC01+C290	692,00 KAUF	4013	9.588,00
1301	156.00262710	Nabe - 31CrMoV9	2,00 KAUF	4013	31,00
1301	156.00270610	Nabe - 31CrMoV9	183,00 KAUF	4013	0,00
1301	156.00271710	Zentrierflansch HTSD 300 S460MC	39,00 KAUF	4013	1,00
1301	156.00275510	Zentrierflansch HTSD 300 S355MC	278,00 KAUF	4013	772,00
1301	156.00290311	Dichtungsblech - DC01+C290	80,00 KAUF	4013	31,00
1301	156.00290411	Dichtungsblech - DC01+C290	39,00 KAUF	4013	31,00
1301	156.00291610	Federpaket HTSD 300 KL8,KL14-BS1	488,00 KAUF	4013	1.866,00
1301	156.00291710	Federpaket -	408,00 KAUF	4013	2.892,00
1301	156.00292810	Nabe -/ 42CrMo4	217,00 KAUF	4013	987,00
1301	156.00296411	Anschlag - PA66 XH	2.382,00 KAUF	4013	15.444,00
1301	156.00300911	Federpaket -	2.820,00 KAUF	4013	43.420,00
1301	156.00312610	Nabe - 42CrMo4	125,00 KAUF	4013	457,00
1301	156.00312710	Nabe - 42CrMo4	91,00 KAUF	4013	540,00
1301	156.00317910	Nabe - 42CrMoS4	286,00 KAUF	4013	469,00
1301	156.00318410	Deckel EN AC-AlSi9MgST6	8,00 KAUF	4013	0,00
1301	156.00319310	Federpaket -	430,00 KAUF	4013	10.296,00
1301	156.00324511	Federpaket -	1.032,00 KAUF	4013	7.238,00
1301	156.00325711	Gelenkwellenflansch 5C - 42CrMo4+QT	110,00 KAUF	4013	18,00
1301	156.00327110	Deckel - HC260Y	278,00 KAUF	4013	726,00
1301	156.00331512	Gelenkwellenflansch - 42CrMo4+QT	69,00 HALB	4013	622,00
1301	156.00331612	Welle - 18CrNiMo7-6	38,00 KAUF	4013	25,00
1301	156.00331711	Gelenkwellenflansch - 42CrMo4+QT	1,00 HALB	4013	118,00
1301	156.00331911	Mittelscheibe - S460MC	940,00 KAUF	4013	0,00
1301	156.00337010	HYDRODAMP HTSD 365 DIWA KL6	5,00 FERT	4013	0,00

1301	156.00343610	Dichthülse - 42CrMo4	83,00 KAUF	4013	613,00
1301	156.00344710	Mittelscheibe 16x ø10,3±0,1-Bohrung/Hol*	3,00 KAUF	4013	16.559,00
1301	156.00353022	Sensorblech - DC04-A	74,00 KAUF	4013	1.080,00
1301	156.00359910	Nabe - 42CrMo4	45,00 KAUF	4013	818,00
1301	156.00362720	Federpaket -	1.404,00 KAUF	4013	0,00
1301	156.00369510	Gelenkwellenflansch 7C - 42CrMo4+QT	144,00 KAUF	4013	648,00
1301	156.00373020	Isolatorscheibe - EN-GJS-500-7	195,00 KAUF	4013	998,00
1301	156.00375210	Federpaket -	400,00 KAUF	4013	840,00
1301	156.00391811	Sensorblech - DC04-A	617,00 KAUF	4013	4.229,00
1301	156.00392310	Nabe 42CrMo4	223,00 KAUF	4013	4.237,00
1301	156.00396402	Sensorblech 12x ø8,3±0,1-Bohrung/Hole S*	18,00 KAUF	4013	0,00
1301	156.00396411	Sensorblech - DC04-A	242,00 KAUF	4013	1.105,00
1301	156.00424110	HYDRODAMP 365 KL 15 - DIWA	3,00 FERT	4013	100,00
1301	156.00427111	Sensorblech - DC04-A	249,00 KAUF	4013	3.554,00
1301	156.00431510	Gelenkwellenflansch - 42CrMo4+QT	18,00 HALB	4013	235,00
1301	156.00433101	Scheibe S700MC	282,00 KAUF	4013	236,00
1301	156.00439201	Federtopf - PA66 XH CF20	331,00 KAUF	4013	8,00
1301	156.00439310	Sechskantschraube M12x70 10.9	4.998,00 KAUF	4013	252,00
1301	192.00027010	Druckfeder OTEVA 75 SC RD40 S	136,00 KAUF	4013	4,00
1301	192.00027110	Druckfeder OTEVA 75 SC RD40 S	291,00 KAUF	4013	4,00
1301	192.00042901	Druckfeder 5,3x29,4x66,5 Oteva 70 SC RD*	66,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00043001	Druckfeder 3,7x19,8x66,5 Oteva 70 SC RD*	67,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00043101	Druckfeder 2,5x13,0x66,6 Oteva 70 SC RD*	69,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00043201	Druckfeder - 5,7x29,4x53,8 Oteva 70 SC *	153,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00043301	Druckfeder - 3,9x19,2x53,8 Oteva 70 SC *	151,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00043401	Druckfeder - 2,6x12,1x53,8 Oteva 70 SC *	156,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00054101	Druckfeder 4x18,9x65,2 Oteva 70 SC RD40*	25,00 KAUF	4013	126,00
1301	192.00054301	Druckfeder 6,5x28,5x52,2 Oteva 70 SC	25,00 KAUF	4013	252,00
1301	192.00055001	Druckfeder -6,5x28,5x62,5 Oteva 70 SC	31,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00055101	Druckfeder 4,5x17x62,5 Oteva 70 SC RD40*	24,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00055201	Druckfeder 7,5x27,5x49,8 Oteva 70 SC	18,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00055301	Druckfeder 4,5x15x49,8 Oteva 70 SC RD40*	22,00 KAUF	4013	0,00
1301	192.00057401	Druckfeder 2,5x12,9x107 Oteva 70 SC RD4*	136,00 KAUF	4013	4,00
1301	H01.001734	Zylinderstift A-10x32 Stahl	820,00 KAUF	4013	840,00
1301	H01.085678	Sechskantschraube F-M8x50 10.9	272,00 KAUF	4013	822,00
1301	H01.151767	Stiftschraube M10x30 10.9	1.200,00 KAUF	4013	2.112,00
1301	H01.245032	Schrägkugellager 3306 -BD/2HSR/ TVH-L...*	141,00 KAUF	4013	1.229,00
1301	H05.975367	Öl Castrol Optigear Synthetic 800/220	3.176,500 KAUF	4013	19.405,500
1301	H05.975389	Wellkiste 500x500x117mm Q:2.7	3.048,00 KAUF	4013	25.346,00
1301	H05.975390	Stanzpolster 495/495 4-lagig verklebt Q*	3,00 KAUF	4013	45.974,00
1301	H05.975391	Stanzpolster 495X495	874,00 KAUF	4013	10,00
1301	H05.975392	Holzleiste 495X50X50	648,00 KAUF	4013	0,00
1301	H05.975393	Holzleiste 495X50X80	714,00 KAUF	4013	0,00
1301	H05.975395	Deckel 515x515x107 Pappe	2.744,00 KAUF	4013	25.239,00
1301	H05.975396	Deckel 515x515x200 Pappe	224,00 KAUF	4013	108,00
1301	H05.975473	Öl MOBIL GLYGOYLE 460	488,500 KAUF	4013	1.343,700
1301	H05.975994	Schmieröl UNISILKON TK 002/1000	26,600 KAUF	4013	107,800
1301	H05.976013	Schmieröl UNISILKON TK 002-500	20 KAUF	4013	0
1301	H50.673316	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	7,00 HALB	4013	175,00
1301	H50.941615	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	45,00 KAUF	4013	456,00
1301	H50.949811	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	14,00 KAUF	4013	0,00
1301	H50.977710	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	17,00 KAUF	4013	0,00
1301	H52.674310	Verbindungsflansch SAE 1-28 EN AC-AISI1*	13,00 KAUF	4013	0,00
1301	H52.691316	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	28,00 KAUF	4013	200,00
1301	H54.552414	Aufhängeflansch MB EN-GJS-500-7U	9,00 KAUF	4013	0,00
1301	H54.598212	Zwischenring CUMMINS EN-GJL-250	68,00 KAUF	4013	291,00
1301	H54.704812	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15U	11,00 KAUF	4013	0,00
1301	H54.704814	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15	2,00 KAUF	4013	0,00
1301	H54.741112	Mittelscheibe 297/72x5,5 QSTE 380 TM	605,00 KAUF	4013	2.614,00
1301	H54.744411	Deckel 304/116,8x2 DC01+C390	286,00 KAUF	4013	1.336,00
1301	H54.751010	Wellendichtring 137/114,8x5,8	1.910,00 KAUF	4013	1.882,00
1301	H54.751120	Außenscheibe 304/116x5,5 KST 44-2	856,00 KAUF	4013	2.287,00
1301	H54.801611	Mittelscheibe 297/72x5,5 QSTE 380 TM	33,00 KAUF	4013	28,00
1301	H54.807610	Anschlag PA66 XH	1.750,00 KAUF	4013	492,00
1301	H54.807701	Buchse 16/8,5x36,9 11SMnPb30+C	3.566,00 KAUF	4013	8.274,00
1301	H54.809111	Mittelscheibe 297x5,5 QSTE 380 TM	337,00 KAUF	4013	0,00
1301	H54.828811	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	403,00 KAUF	4013	219,00
1301	H54.828911	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	87,00 KAUF	4013	219,00
1301	H54.829110	Segment PA66 XH GF30	1.543,00 KAUF	4013	7.800,00
1301	H54.919730	Deckel 304/116,8x2 DC01+C390	815,00 KAUF	4013	549,00
1301	H54.927710	Anschlag PA66 XH	2.123,00 KAUF	4013	822,00
1301	H54.927911	Mittelscheibe 297/52x5,5 QSTE 380 TM	471,00 KAUF	4013	1.610,00
1301	H54.928010	Segment PA66 XH GF30	15,00 KAUF	4013	900,00
1301	H54.928111	Nabe 96x40	318,00 KAUF	4013	4.216,00
1301	H54.928910	Dichtungsblech 115,6/52x12 DC01+C290	979,00 KAUF	4013	1.042,00
1301	H54.929010	Deckel 304/116,8x2 DC01+C390	781,00 KAUF	4013	219,00
1301	H54.931512	Nabe - 42CrMo4+QT	382,00 KAUF	4013	6.482,00
1301	H54.931612	Nabe - 42CrMo4+QT	940,00 KAUF	4013	10.857,00
1301	H54.964129	Aufhängeflansch EVOBUS EN-GJS-400-15U	2,00 KAUF	4013	0,00
1301	H54.985310	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	20,00 KAUF	4013	0,00

1301	H54.991313	Aufhängeflansch SAE 1-23 EN-GJS-500-7	28,00 KAUF	4013	275,00
1301	H54.991414	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15	27,00 KAUF	4013	0,00
1301	H56.255621	Federpaket 74,8x32,8x34,3	1.022,00 KAUF	4013	246,00
1301	H56.255721	Federpaket -	734,00 KAUF	4013	0,00
1301	H56.256010	Federpaket 71,6x32,8x34,3	787,00 KAUF	4013	4.311,00
1301	H56.256110	Federpaket 73,6x32,8x34,4	876,00 KAUF	4013	4.311,00
1301	H56.499911	Wärmetauscher schalenbau.	24,00 KAUF	4013	4,00
1301	H64.009020	Anschlag PA66 XH	3.810,00 KAUF	4013	3.390,00
1301	H64.009121	Buchse SW16/10,3x37,1 11SMnPb30+C	3.398,00 KAUF	4013	3.600,00
1301	H64.009310	Welle 73x58 16MnCr5	18,00 KAUF	4013	2,00
1301	H64.009410	Scheibe 39/10,2x6 S235JRC	20,00 KAUF	4013	2,00
1301	H64.009510	Scheibe 116/44x3 16MnCr5	17,00 KAUF	4013	14,00
1301	H64.011612	Gehäuse - DC04-A	298,00 KAUF	4013	1.233,00
1301	H64.012920	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	881,00 KAUF	4013	600,00
1301	H64.013020	Außenscheibe 304/116x5,5 KST 44-2	467,00 KAUF	4013	65,00
1301	H64.013111	Gehäuse - DC04-A	385,00 KAUF	4013	536,00
1301	H64.013310	Stangenführungsring 120,4/115,4x3,9 PA6*	204,00 KAUF	4013	535,00
1301	H64.014210	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	98,00 KAUF	4013	535,00
1301	H64.024630	Nabe "X1-Nabe" 31CrMoV9	735,00 KAUF	4013	9.957,00
1301	H64.025611	Gehäuse - DC04-A	47,00 KAUF	4013	66,00
1301	H64.025710	Deckel 304/116,8x2 DC01+C390	35,00 KAUF	4013	23,00
1301	H64.028010	Anschlag PA66 XH	1.002,00 KAUF	4013	210,00
1301	H64.028211	Buchse 16/8,5x36,9 11SMnPb30+C	1.414,00 KAUF	4013	0,00
1301	H64.028310	Segment - PA66 XH GF30	2.893,00 KAUF	4013	0,00
1301	H64.054810	Mittelscheibe 297/72x5,5 QSTE 380 TM	20,00 KAUF	4013	19,00
1301	H64.056010	Platte 309/40x6 S235JRC	3,00 KAUF	4013	2,00
1301	H64.056410	Zentrierflansch 120/61,6x34,6 42CrMo4+P*	30,00 KAUF	4013	2,00
1301	H64.056710	Anschlag - PA66 XH	3.000,00 KAUF	4013	0,00
1301	H64.056810	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	354,00 KAUF	4013	0,00
1301	H64.057410	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	572,00 KAUF	4013	0,00
1301	H64.058120	Welle 98/109,7	55,00 KAUF	4013	18,00
1301	H64.094611	Segment PA66 XH GF30	1.375,00 KAUF	4013	804,00
1301	H64.094711	Segment PA66 XH GF30	4.928,00 KAUF	4013	3.210,00
1301	H64.104810	Dichtungsblech 116/52x21,2	409,00 KAUF	4013	569,00
1301	H64.215514	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	6,00 KAUF	4013	244,00
1301	H64.220931	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7U	9,00 KAUF	4013	0,00
1301	H64.230912	Deckel 52 EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	226,00 KAUF	4013	1,00
1301	H64.235012	Aufhängeflansch MAN EN-GJS-500-7	93,00 KAUF	4013	13,00
1301	H68.010812	Federpaket 76,4x32,8x35,5	48,00 KAUF	4013	57,00
1301	H68.010912	Federpaket 95,4x32,8x35,7	130,00 KAUF	4013	105,00
1301	H68.011611	Federpaket 92,4x32,8x35,5	282,00 KAUF	4013	246,00
1301	H68.011710	Federpaket 73,8x32,8x34,3	211,00 KAUF	4013	90,00
1301	H68.011810	Federpaket 96,3x32,8x35,6	1.377,00 KAUF	4013	1.695,00
1301	H68.012111	Federpaket 76,9x32,8x34,3	1.493,00 KAUF	4013	1.605,00
1301	H68.013310	Federpaket - PA 6.6 HI	741,00 KAUF	4013	0,00
1301	H68.055616	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15U	1,00 KAUF	4013	3,00
1301	H68.161632	Getriebegehäuse 386/270x555 EN AC-AISI1*	2,00 HALB	4013	0,00
1301	H68.161633	Getriebegehäuse 386/270x555 EN AC-AISI1*	21,00 HALB	4013	14,00
1301	H68.161634	Getriebegehäuse 386/270x555 EN AC-AISI1*	4,00 HALB	4013	170,00
1301	H68.180912	Wärmetauscher 366,5x197,5x111,1	288,00 KAUF	4013	7.753,00
1301	H68.185121	Getriebegehäuse 386/270x505 EN AC-AISI1*	1,00 HALB	4013	0,00
1301	H68.320421	Getriebegehäuse 386/270x505 EN AC-AISI1*	38,00 HALB	4013	3,00
1301	H68.320621	Getriebegehäuse 386/270x505 EN AC-AISI1*	10,00 HALB	4013	0,00
1301	H68.326634	Getriebegehäuse W22 555x386 EN AC-AISI1*	2,00 HALB	4013	4,00
1301	H68.343133	Getriebegehäuse W 18 555x386 EN AC-AISI1*	5,00 HALB	4013	0,00
1301	H68.346833	Getriebegehäuse 555x386 EN AC-AISI10Mg(*)	17,00 HALB	4013	3,00
1301	H90.864010	Fett Unisilikon GLK 1301	6.252,125 KAUF	4013	26.058,70C
1301	H91.280710	Fett KSF 1300	561,590 KAUF	4013	38.510,82C

(Daten aus SAP)

Anhang I (Teile 1302)

Werk	Material	Materialkurztext	Werksbestand	Materialart	Einlagerort	Verbr. lfd. Gjahr
1302	001.003291	Deckel für Europalette SWR 1200x800x9mm	114,00	KAUF	4013	2.017,00
1302	001.003308	Verpackungsmaterial 3-teilig-Baerenkopf*	215,00	KAUF	4013	0,00
1302	153.00012911	Wärmeaustauscher HINO/55/60 STAHL	27,00	KAUF	4013	0,00
1302	153.00013010	Wärmeaustauscher VOLVO-TRUCK	8,00	KAUF	4013	26,00
1302	153.00035522	Zwischenring 270/220x52,5 EN AC-AISI9Cu*	8,00	KAUF	4013	169,00
1302	153.00035523	Zwischenring 270/220x52,5 EN AC-AISI9Cu*	3.009,00	KAUF	4013	22.277,00
1302	153.00046932	Deckel oben VR 115 E, FL EN AC-AISI9Cu3*	367,00	KAUF	4013	250,00
1302	153.00083234	Wasserstutzen VR 3250 A380.0	2.229,00	KAUF	4013	2.816,00
1302	153.00090333	Wasserstutzen VR 3250 A380.0	616,00	KAUF	4013	19.787,00
1302	153.00090334	Wasserstutzen VR 3250 A380.0	2.229,00	KAUF	4013	2.816,00
1302	153.00140411	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	9,00	KAUF	4013	0,00
1302	153.00176010	RETARDER Welle M. IMPULSSTERN	47,00	KAUF	4013	154,00
1302	153.00178312	Rotorgehäuse VR 115 E, FI EN-GJS-400-15	35,00	KAUF	4013	228,00
1302	153.00183411	Ritzelwelle i=1,686 VR 115 HV 25MoCr4 D*	120,00	KAUF	4013	41,00
1302	153.00202810	Pappzuschnitt fuer Dichtungssatz 153.00*	521,00	KAUF	4013	0,00
1302	153.00209211	Wasserstutzen VR 115 HV EN AC-AISI10Mg*	2.044,00	KAUF	4013	22.271,00
1302	153.00223420	Ritzelwelle z=30 25MoCr4 DBL 4027.20	1.302,00	UNBW	4013	14.775,00
1302	153.00242814	RETARDER CONTROL MODUL RCM.D.E	919,00	KAUF	4013	8.736,00
1302	153.00260010	Wärmeaustauscher VR115HV Modine	342,00	KAUF	4013	0,00
1302	153.00260011	Wärmeaustauscher VR115HV Modine	1.828,00	KAUF	4013	18.808,00
1302	153.00290140	Ritzelwelle z=35 25MoCr4 DBL 4027.20	575,00	UNBW	4013	7.160,00
1302	153.00506815	Lagerglocke 280x113 EN AC-AISI11Cu2(Fe)*	6,00	KAUF	4013	4,00
1302	153.00506816	Lagerglocke 280x113 EN AC-AISI11Cu2(Fe)*	2.003,00	KAUF	4013	22.251,00
1302	153.00583310	Schale mit Formdichtung	8.353,00	KAUF	4013	21.303,00
1302	153.00656611	Wärmeaustauscher VR115HV Modine DC-Bras*	192,00	KAUF	4013	3.650,00
1302	153.00670921	Pumpengehäuse Fertigteil -beschichtet E*	101,00	KAUF	4013	22.287,00
1302	153.00756613	Rohrleitung 8/1x637	2.130,00	KAUF	4013	22.390,00
1302	153.00760511	Rohrleitung	4.063,00	KAUF	4013	9.556,00
1302	153.00851010	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	40,00	KAUF	4013	5.435,00
1302	153.00851011	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	2.438,00	KAUF	4013	16.599,00
1302	153.00851110	Ritzelwelle i=1,686 VR 115 HV 25MoCr4 D*	4,00	KAUF	4013	348,00
1302	153.00851111	Ritzelwelle i=1,686 VR 115 HV 25MoCr4 D*	40,00	KAUF	4013	253,00
1302	154.00484311	Kupplungsgehäuse H A4730390301-005 EN A*	1.965,00	KAUF	4013	8.006,00
1302	154.00486512	Kupplungsgehäuse V MO A4730390201-005 E*	611,00	KAUF	4013	4.826,00
1302	154.00488610	TRAY Karton Gefache	2.599,00	KAUF	4013	17,00
1302	154.00489310	Kupplungsgehäuse V MO A4730390401-001	1.153,00	KAUF	4013	3.094,00
1302	156.00015912	Wärmetauscher Modine	93,00	KAUF	4013	491,00
1302	156.00096921	Kolben 324,8 EN AW-AlZn5,5MgCu	110,00	KAUF	4013	581,00
1302	156.00097954	Sekundärgehäuse - EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	2,00	KAUF	4013	0,00
1302	156.00185612	Hohlwelle VIAB 434 31CrMoV9	45,00	HALB	4013	476,00
1302	156.00203721	Primärgehäuse -/ EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	5,00	KAUF	4013	466,00
1302	156.00203820	Sekundärgehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	28,00	KAUF	4013	503,00
1302	156.00203910	Deckel EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	50,00	KAUF	4013	491,00
1302	156.00208611	Führungsrohr EN-GJL-250	85,00	HALB	4013	514,00
1302	156.00219310	Flansch -/ EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	76,00	KAUF	4013	506,00
1302	156.00243311	Lagerdeckel 42CrMo4+QT	19,00	HALB	4013	502,00
1302	156.00292611	Lamellenträger - 42CrMo4+QT	21,00	HALB	4013	509,00
1302	190.00479010	Kegelrollenlager 32212 AQ	1.222,00	KAUF	4013	22.547,00
1302	190.01100110	TRAY 765x560x350 Karton BC-Welle 2.7	310,00	KAUF	4013	364,00
1302	190.01119010	Karton 800x600x500 Fefco 0201	100,00	KAUF	4013	0,00
1302	190.01238610	Seitenfaltenbeutel 80µm 1.250/850x1.800*	794,00	KAUF	4013	17,00
1302	H00.053358	Verpackungsmaterial 3-teilig Pappe	545,00	KAUF	4013	0,00
1302	H67.048112	Wärmeaustauscher MODINE klein / Anschra*	5,00	KAUF	4013	0,00
1302	H67.114925	Rotorgehäuse VR3250 EN-GJS-400-15U	3.113,00	KAUF	4013	8.432,00
1302	H67.115319	Ritzelwelle VR 3250 25MoCr4 DBL 4027.20	1.040,00	KAUF	4013	23.228,00
1302	H67.115728	Deckel oben VR 3250 A380.0	1.407,00	KAUF	4013	22.899,00
1302	H67.195521	Wärmeaustauscher MODINE ohne Lecköltank	47,00	KAUF	4013	290,00
1302	H67.195522	Wärmeaustauscher MODINE ohne Lecköltank	3,00	KAUF	4013	0,00
1302	H67.196313	Stator R 115 E Gusseisen mit Kugelgraph*	38,00	KAUF	4013	210,00
1302	H67.243021	RETARDER Welle M. IMPULSSTERN	41,00	KAUF	4013	96,00
1302	H67.272612	Rotor 25 SCHAUFELN Gusseisen mit Kugelg*	1.181,00	KAUF	4013	23.450,00
1302	H67.272911	Rotor 25 SCHAUFELN Gusseisen mit Kugelg*	918,00	KAUF	4013	22.483,00
1302	H67.323715	Wärmeaustauscher VR115 E STAHL	11,00	KAUF	4013	224,00
1302	H67.356214	Stator 212x62 Gusseisen mit Kugelgraphi*	233,00	KAUF	4013	22.592,00
1302	H90.975910	Schutzstopfen 250 168,5-100	5.167,00	KAUF	4013	23.244,00

(Daten aus SAP)

Anhang J (Teile 1306)

Werk	Material	Materialkurztext	Werksbestand	Materialart	Einlagerort	Verbr. lfd. Gjah
1306	001.003308	Verpackungsmaterial 3-teilig-Baerenkopf*	670,00	KAUF	4013	1.107,00
1306	149.00091603	Kompressor LP490 BS AM OM906 Retrofit	4,00	FERT	4013	3,00
1306	149.00095502	Kompressor LP490 AM D10 BS	25,00	FERT	4013	0,00
1306	150.00093111	Deckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	53,00	KAUF	4013	0,00
1306	150.00106912	Verbindungsflansch 554/348 EN AC-AISI10*	2,00	KAUF	4013	8,00
1306	150.00188412	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	27,00	HALB	4013	11,00
1306	150.00284024	Getriebegehäuse 386/270x555 EN AC-AISI1*	4,00	HALB	4013	9,00
1306	150.00363024	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	1,00	HALB	4013	0,00
1306	150.00373711	Verbindungsflansch 554/348x41 EN-GJS-50*	4,00	KAUF	4013	13,00
1306	150.00802110	Wärmetauscher	7,00	KAUF	4013	1,00
1306	150.00829511	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	2,00	HALB	4013	2,00
1306	150.01218710	Steuerungsdeckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	2,00	KAUF	4013	1,00
1306	150.01272410	Steuerungsdeckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	2,00	KAUF	4013	4,00
1306	150.01272510	Steuerungsdeckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	2,00	KAUF	4013	0,00
1306	151.00411310	Getriebegehäuse TAEV	1,00	HALB	4013	0,00
1306	153.00046932	Deckel oben VR 115 E, FL EN AC-AISI9Cu3*	51,00	KAUF	4013	33,00
1306	153.00054912	RETARDER 115 MFTBC I=1,756:1	1,00	FERT	4013	0,00
1306	153.00097711	Wärmeaustauscher VOLVO-BUS	38,00	KAUF	4013	6,00
1306	153.00120212	Lieferumfang HinoBus / ZF 6S-1000 VR120*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	153.00159010	RETARDER 120-3 LL45/65 6S-890 SOR DIGIP*	6,00	FERT	4013	0,00
1306	153.00177412T	RETARDER VR 115 HV i=2,133 A 930 430 02*	1,00	FERT	4013	3,00
1306	153.00177425T	RETARDER VR 115 HV, FL i=2,133 A 930 43*	7,00	FERT	4013	13,00
1306	153.00184512T	RETARDER VR 115 HV i=1,686 A 930 430 03*	2,00	FERT	4013	2,00
1306	153.00184525	RETARDER VR 115 HV, FL i=1,686 A 930 43*	3,00	FERT	4013	7,00
1306	153.00202810	Pappzuschnitt fuer Dichtungssatz 153.00*	903,00	KAUF	4013	1.931,00
1306	153.00223420	Ritzelwelle z=30 25MoCr4 DBL 4027.20	184,00	UNBW	4013	60,00
1306	153.00242814	RETARDER CONTROL MODUL RCM.D.E	19,00	KAUF	4013	661,00
1306	153.00354812	Umbauteilesatz VR 115 E auf NFL	1,00	HALB	4013	0,00
1306	153.00361610T	Reparatursatz Lagerung VR 115 HV i=1,686	2,00	HALB	4013	0,00
1306	153.00361710T	Reparatursatz Lagerung VR 115 HV i=2,133	1,00	HALB	4013	0,00
1306	153.00666520	RETARDER SWR z=30 Rumpfretarder A000430*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	153.00670630	Statorgehäuse Fertigteil EN-GJL-300	62,00	KAUF	4013	0,00
1306	153.00670632	Statorgehäuse Fertigteil EN-GJL-300	2,00	KAUF	4013	0,00
1306	153.00714010	Beipackteile für Rumpfretarder SWR	89,00	HALB	4013	13.814,00
1306	153.00752420T	RETARDER SWR z=30 Tausch P 16-03 A96043*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	153.00760511	Rohrleitung	2.395,00	KAUF	4013	10.192,00
1306	153.00851010	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	2,00	KAUF	4013	50,00
1306	153.00851011	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	9,00	KAUF	4013	72,00
1306	H00.053358	Verpackungsmaterial 3-teilig Pappe	275,00	KAUF	4013	2.344,00
1306	H05.975395	Deckel 515x515x107 Pappe	8,00	KAUF	4013	40,00
1306	H52.691316	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	1,00	KAUF	4013	0,00
1306	H53.164950	RETARDER 133-2 LL80/80 ZF 16S-160/190 D*	2,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.165350	RETARDER 133-2 LL90/90 ZF 16S-221 DIGIP*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.307316	Wärmeaustauscher ALA SERIE M LI50H/RE50*	17,00	KAUF	4013	0,00
1306	H53.640221	RETARDER 120-2 LL60/65 ZFS6-66/85 DROSS*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.658851	RETARDER 133-2 LL65/90 RVI B9/18-200 DI*	3,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.658920	RETARDER 133 LL65/65 MB G4/GO4 O.NA	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.684310	Ritzelwelle M.LHP/I=2,03 25MoCr4 DBL 40*	25,00	KAUF	4013	1,00
1306	H54.985310	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	1,00	KAUF	4013	0,00
1306	H56.390010	Wärmetauscher 1409846	14,00	KAUF	4013	0,00
1306	H64.230912	Deckel 52 EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	2,00	KAUF	4013	3,00
1306	H67.000150T	RETARDER I=1,85:1 EATON RTS LOGO Austau*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.136518T	RETARDER VR 3250 MCO, Austauschereinheit	10,00	FERT	4013	25,00
1306	H67.195521	Wärmeaustauscher MODINE ohne Lecköltank	30,00	KAUF	4013	2,00
1306	H67.266422	RETARDER 115 H AXOR I=2,03 AUSF.II DC 9*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.287110	RETARDER 120-3 LL50/65 IVE.2865.6	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.330110	RETARDER 133-2 LL67/90 SPICER 1410 DIGI*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.350017T	RETARDER Aquatarder D20 Serie Austausch*	10,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.385012T	RETARDER WR 190 / D28 Austauschereinheit	4,00	FERT	4013	0,00
1306	H68.055616	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15U	2,00	KAUF	4013	0,00
1306	H68.320421	Getriebegehäuse 386/270x505 EN AC-AISI1*	29,00	HALB	4013	0,00
1306	H68.320621	Getriebegehäuse 386/270x505 EN AC-AISI1*	5,00	HALB	4013	8,00
1306	H68.326633	Getriebegehäuse W22 555x386 EN AC-AISI1*	2,00	HALB	4013	1,00
1306	H68.343133	Getriebegehäuse W18 555x386 EN AC-AISI1*	4,00	HALB	4013	21,00

(Daten aus SAP)

Anhang K (Teile ohne Verbrauch)

Werk	Material	Materialkurztext	Werksbestand	Materialart	Einlagerort	Verbr. lfd. Gjahr
1306	149.00095502	Kompressor LP490 AM D10 BS	25,00	FERT	4013	0,00
1301	150.00400923	Getriebegehäuse (Nacharbeit) EN AC-AISI*	6,00	HALB	4013	0,00
1301	150.00495212	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	60,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.00531223	Getriebegehäuse Schiene DIWApack EN AC-*	5,00	HALB	4013	0,00
1301	150.00571510	Wärmetauscher	11,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.00591812	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	3,00	HALB	4013	0,00
1306	150.01272510	Steuerungsdeckel EN AC-AISI10Mg(Cu)KF	2,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.01277910	Aufhängeflansch SAE 2-31 EN-GJS-500-7	34,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.01356310	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	42,00	KAUF	4013	0,00
1301	150.01408712	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	4,00	HALB	4013	0,00
1306	151.00411310	Getriebegehäuse TAEV	1,00	HALB	4013	0,00
1302	153.00012911	Wärmeaustauscher HINO/55/60 STAHL	27,00	KAUF	4013	0,00
1306	153.00054912	RETARDER 115 MFTBC i=1,756:1	1,00	FERT	4013	0,00
1306	153.00120212	Lieferumfang HinoBus / ZF 6S-1000 VR120*	1,00	FERT	4013	0,00
1302	153.00140411	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	9,00	KAUF	4013	0,00
1306	153.00159010	RETARDER 120-3 LL45/65 6S-890 SOR DIGIP*	6,00	FERT	4013	0,00
1302	153.00260010	Wärmeaustauscher VR115HV Modine	342,00	KAUF	4013	0,00
1306	153.00354812	Umbauteilesatz VR 115 E auf NFL	1,00	HALB	4013	0,00
1306	153.00361610T	Reparatursatz Lagerung VR 115 HV i=1,686	2,00	HALB	4013	0,00
1306	153.00361710T	Reparatursatz Lagerung VR 115 HV i=2,133	1,00	HALB	4013	0,00
1306	153.00666520	RETARDER SWR z=30 Rumpfpfretarder A000430*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	153.00670630	Statorgehäuse Fertigteil EN-GJL-300	62,00	KAUF	4013	0,00
1306	153.00670632	Statorgehäuse Fertigteil EN-GJL-300	2,00	KAUF	4013	0,00
1306	153.00752420T	RETARDER SWR z=30 Tausch P 16-03 A96043*	1,00	FERT	4013	0,00
1301	156.00024410	Federpaket -	59,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00024510	Federpaket -	21,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00035410	Federtopf - PA66 XH CF10	416,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00069111	Deckel - HC260Y	8,00	KAUF	4013	0,00
1302	156.00097954	Sekundärgehäuse - EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	2,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00133410	Federpaket Hydrodamp 300 KL3-BS1 T+	361,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00133510	Federpaket Hydrodamp 300 KL3-BS2 T+	157,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00209212	Sensorblech - DC04-A	20,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00270610	Nabe - 31CrMoV9	183,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00318410	Deckel EN AC-AISI9MgST6	8,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00331911	Mittelscheibe - S460MC	940,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00337010	HYDRODAMP HTSD 365 DIWA KL6	5,00	FERT	4013	0,00
1301	156.00362720	Federpaket -	1.404,00	KAUF	4013	0,00
1301	156.00396402	Sensorblech 12x ø8,3±0,1-Bohrung/Hole S*	18,00	KAUF	4013	0,00
1302	190.01119010	Karton 800x600x500 Fefco 0201	100,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00042901	Druckfeder 5,3x29,4x66,5 Oteva 70 SC RD*	66,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00043001	Druckfeder 3,7x19,8x66,5 Oteva 70 SC RD*	67,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00043101	Druckfeder 2,5x13,0x66,6 Oteva 70 SC RD*	69,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00043201	Druckfeder - 5,7x29,4x53,8 Oteva 70 SC *	153,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00043301	Druckfeder - 3,9x19,2x53,8 Oteva 70 SC *	151,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00043401	Druckfeder - 2,6x12,1x53,8 Oteva 70 SC *	156,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00055001	Druckfeder -6,5x28,5x62,5 Oteva 70 SC	31,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00055101	Druckfeder 4,5x17x62,5 Oteva 70 SC RD40*	24,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00055201	Druckfeder 7,5x27,5x49,8 Oteva 70 SC	18,00	KAUF	4013	0,00
1301	192.00055301	Druckfeder 4,5x15x49,8 Oteva 70 SC RD40*	22,00	KAUF	4013	0,00
1301	H05.975392	Holzleiste 495X50X50	648,00	KAUF	4013	0,00
1301	H05.975393	Holzleiste 495X50X80	714,00	KAUF	4013	0,00
1301	H05.976013	Schmieröl UNISILKON TK 002-500	20	KAUF	4013	0
1301	H50.949811	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	14,00	KAUF	4013	0,00
1301	H50.977710	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	17,00	KAUF	4013	0,00
1301	H52.674310	Verbindungsflansch SAE 1-28 EN AC-AISI1*	13,00	KAUF	4013	0,00
1306	H53.164950	RETARDER 133-2 LL80/80 ZF 16S-160/190 D*	2,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.165350	RETARDER 133-2 LL90/90 ZF 16S-221 DIGIP*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.307316	Wärmeaustauscher ALA SERIE M LI50H/RE50*	17,00	KAUF	4013	0,00
1306	H53.640221	RETARDER 120-2 LL60/65 ZFS6-66/85 DROSS*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.658851	RETARDER 133-2 LL65/90 RVI B9/18-200 DI*	3,00	FERT	4013	0,00
1306	H53.658920	RETARDER 133 LL65/65 MB G4/GO4 O.NA	1,00	FERT	4013	0,00
1301	H54.552414	Aufhängeflansch MB EN-GJS-500-7U	9,00	KAUF	4013	0,00
1301	H54.704812	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15U	11,00	KAUF	4013	0,00
1301	H54.704814	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15	2,00	KAUF	4013	0,00
1301	H54.809111	Mittelscheibe 297x5,5 QSTE 380 TM	337,00	KAUF	4013	0,00
1301	H54.964129	Aufhängeflansch EVOBUS EN-GJS-400-15U	2,00	KAUF	4013	0,00
1301	H54.985310	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	20,00	KAUF	4013	0,00
1306	H54.985310	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	1,00	KAUF	4013	0,00
1301	H54.991414	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15	27,00	KAUF	4013	0,00
1301	H56.255721	Federpaket -	734,00	KAUF	4013	0,00
1306	H56.390010	Wärmetauscher 1409846	14,00	KAUF	4013	0,00
1301	H64.028211	Buchse 16/8,5x36,9 11SMnPb30+C	1.414,00	KAUF	4013	0,00
1301	H64.028310	Segment - PA66 XH GF30	2.893,00	KAUF	4013	0,00
1301	H64.056710	Anschlag - PA66 XH	3.000,00	KAUF	4013	0,00

1301	H64.056810	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	354,00	KAUF	4013	0,00
1301	H64.057410	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	572,00	KAUF	4013	0,00
1301	H64.220931	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7U	9,00	KAUF	4013	0,00
1306	H67.000150T	RETARDER I=1,85:1 EATON RTS LOGO Austau*	1,00	FERT	4013	0,00
1302	H67.048112	Wärmeaustauscher MODINE klein / Anschra*	5,00	KAUF	4013	0,00
1302	H67.195522	Wärmeaustauscher MODINE ohne Lecköltank	3,00	KAUF	4013	0,00
1306	H67.266422	RETARDER 115 H AXOR I=2,03 AUSF.II DC 9*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.287110	RETARDER 120-3 LL50/65 IVE.2865.6	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.330110	RETARDER 133-2 LL67/90 SPICER 1410 DIGI*	1,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.350017T	RETARDER Aquatarder D20 Serie Austausch*	10,00	FERT	4013	0,00
1306	H67.385012T	RETARDER WR 190 / D28 Austauscheinheit	4,00	FERT	4013	0,00
1301	H68.013310	Federpaket - PA 6.6 HI	741,00	KAUF	4013	0,00
1301	H68.161632	Getriebegehäuse 386/270x555 EN AC-AISI1*	2,00	HALB	4013	0,00
1301	H68.185121	Getriebegehäuse 386/270x505 EN AC-AISI1*	1,00	HALB	4013	0,00

(Daten aus SAP)

## Anhang L (Teile ohne Verbrauch und ohne Bewegung)

Werk	Material	Materialkurztext	Werksbest	Material	Einlagerort	Verbr.lfd.Gj	BewArt	Vorhanden?
1306	149.00095502	Kompressor LP490 AM D10 BS	25,00	FERT	4013		0,00	nein
1301	150.00400923	Getriebegehäuse (Nacharbeit) EN AC-AISI*	6,00	HALB	4013		0,00	nein
1301	150.00495212	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	60,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	150.00531223	Getriebegehäuse Schiene DIWApack EN AC-*	5,00	HALB	4013		0,00	nein
1301	150.00571510	Wärmetauscher	11,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	150.00591812	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	3,00	HALB	4013		0,00	nein
1301	150.01277910	Aufhängeflansch SAE 2-31 EN-GJS-500-7	34,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	150.01356310	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	42,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	150.01408712	Getriebegehäuse EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	4,00	HALB	4013		0,00	nein
1306	151.00411310	Getriebegehäuse TAEV	1,00	HALB	4013		0,00	nein
1302	153.00012911	Wärmeaustauscher HINO/55/60 STAHL	27,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	153.00054912	RETARDER 115 MFTBC I=1,756:1	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	153.00120212	Lieferumfang HinoBus / ZF 6S-1000 VR120*	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1302	153.00140411	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	9,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	153.00159010	RETARDER 120-3 LL45/65 6S-890 SOR DIGIP*	6,00	FERT	4013		0,00	nein
1302	153.00260010	Wärmeaustauscher VR115HV Modine	342,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	153.00354812	Umbauteilesatz VR 115 E auf NFL	1,00	HALB	4013		0,00	nein
1306	153.00361610T	Reparatursatz Lagerung VR 115 HV i=1,686	2,00	HALB	4013		0,00	nein
1306	153.00361710T	Reparatursatz Lagerung VR 115 HV i=2,133	1,00	HALB	4013		0,00	nein
1306	153.00666520	RETARDER SWR z=30 Rumpfretarder A000430*	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	153.00670630	Statorgehäuse Fertigteil EN-GJL-300	62,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	153.00670632	Statorgehäuse Fertigteil EN-GJL-300	2,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	153.00752420T	RETARDER SWR z=30 Tausch P 16-03 A96043*	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1301	156.00024410	Federpaket -	59,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	156.00035410	Federtopf - PA66 XH CF10	416,00	KAUF	4013		0,00	nein
1302	156.00097954	Sekundärgehäuse - EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	2,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	156.00133410	Federpaket Hydrodamp 300 KL3-BS1 T+	361,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	156.00133510	Federpaket Hydrodamp 300 KL3-BS2 T+	157,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	156.00318410	Deckel EN AC-AISI9MgST6	8,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	156.00331911	Mittelscheibe - S460MC	940,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	156.00337010	HYDRODAMP HTSD 365 DIWA KL6	5,00	FERT	4013		0,00	nein
1301	156.00362720	Federpaket -	1.404,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	156.00396402	Sensorblech 12x ø8,3±0,1-Bohrung/Hole S*	18,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00042901	Druckfeder 5,3x29,4x66,5 Oteva 70 SC RD*	66,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00043001	Druckfeder 3,7x19,8x66,5 Oteva 70 SC RD*	67,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00043101	Druckfeder 2,5x13,0x66,6 Oteva 70 SC RD*	69,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00043201	Druckfeder - 5,7x29,4x53,8 Oteva 70 SC *	153,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00043301	Druckfeder - 3,9x19,2x53,8 Oteva 70 SC *	151,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00043401	Druckfeder - 2,6x12,1x53,8 Oteva 70 SC *	156,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00055001	Druckfeder -6,5x28,5x62,5 Oteva 70 SC	31,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00055101	Druckfeder 4,5x17x62,5 Oteva 70 SC RD40*	24,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00055201	Druckfeder 7,5x27,5x49,8 Oteva 70 SC	18,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	192.00055301	Druckfeder 4,5x15x49,8 Oteva 70 SC RD40*	22,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H50.949811	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	14,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H50.977710	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	17,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H52.674310	Verbindungsflansch SAE 1-28 EN AC-AISI*	13,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	H53.164950	RETARDER 133-2 LL80/80 ZF 16S-160/190 D*	2,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	H53.165350	RETARDER 133-2 LL90/90 ZF 16S-221 DIGIP*	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	H53.640221	RETARDER 120-2 LL60/65 ZFS6-66/85 DROSS*	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	H53.658851	RETARDER 133-2 LL65/90 RVI B9/18-200 DI*	3,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	H53.658920	RETARDER 133 LL65/65 MB G4/GO4 O.NA	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1301	H54.552414	Aufhängeflansch MB EN-GJS-500-7U	9,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H54.704812	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15U	11,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H54.704814	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15	2,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H54.809111	Mittelscheibe 297x5,5 QSTE 380 TM	337,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H54.985310	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	20,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	H54.985310	Verbindungsflansch EN AC-AISI10Mg(Cu)ST*	1,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H54.991414	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15	27,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H56.255721	Federpaket -	734,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	H56.390010	Wärmetauscher 1409846	14,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H64.028211	Buchse 16/8,5x36,9 11SMnPb30+C	1.414,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H64.028310	Segment - PA66 XH GF30	2.893,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H64.056710	Anschlag - PA66 XH	3.000,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H64.056810	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	354,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H64.057410	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	572,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H64.220931	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7U	9,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	H67.000150T	RETARDER I=1,85:1 EATON RTS LOGO Austau*	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1302	H67.195522	Wärmeaustauscher MODINE ohne Lecköltank	3,00	KAUF	4013		0,00	nein
1306	H67.266422	RETARDER 115 H AXOR I=2,03 AUSF.II DC 9*	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	H67.287110	RETARDER 120-3 LL50/65 IVE.2865.6	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	H67.330110	RETARDER 133-2 LL67/90 SPICER 1410 DIGI*	1,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	H67.350017T	RETARDER Aquatarder D20 Serie Austausch*	10,00	FERT	4013		0,00	nein
1306	H67.385012T	RETARDER WR 190 / D28 Austauschereinheit	4,00	FERT	4013		0,00	nein
1301	H68.013310	Federpaket - PA 6.6 HI	741,00	KAUF	4013		0,00	nein
1301	H68.161632	Getriebegehäuse 386/270x555 EN AC-AISI*	2,00	HALB	4013		0,00	nein
1301	H68.185121	Getriebegehäuse 386/270x505 EN AC-AISI*	1,00	HALB	4013		0,00	nein

(Daten aus SAP)

Anhang M (Nulldreher mit VDB)

Werk	Material	Materialkurztext	Werksbestand	Materialart	Einlagerort	Verbr. lfd. Gj	BewArt	Vorhanden?	VDB	Behälter	Sollmenge
1301	H54.704812	Aufhängeflansch EN-GJS-400-15U	11,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	5
1301	150.00495212	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7	60,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	27
1301	H64.220931	Aufhängeflansch EN-GJS-500-7U	9,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	10
1301	H54.552414	Aufhängeflansch MB EN-GJS-500-7U	9,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	6
1301	H64.056810	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	354,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	500
1301	H64.057410	Außenscheibe 304/116,6x5,5 KST 44-2	572,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	500
1301	H64.028211	Buchse 16/8,5x36,9 11SMnPb30+C	1.414,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	KLT 6421	2400
1301	H68.013310	Federpaket - PA 6.6 Hl	741,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	KLT 6421	720
1301	H69.161632	Getriebegehäuse 386/270x555 EN AC-AISI1*	2,00 HALB	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Industrie Pale	4
1301	H54.809111	Mittelscheibe 297x5,5 QSTE 380 TM	337,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	600
1302	153.00140411	Ritzelwelle I=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	9,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	LT3300	40
1301	H64.028310	Segment - PA66 XH GF30	2.893,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	KLT 6421	1000
1301	H52.674310	Verbindungsflansch SAE 1-28 EN AC-AISI1*	13,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	14
1302	153.00260010	Wärmetauscher VR115HV Modine	342,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	24
1301	150.00571510	Wärmetauscher	11,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	27
1306	H56.390010	Wärmetauscher 1409846	14,00 KAUF	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Gibo	48

(Daten aus SAP)

Anhang N (Nulldreher mit VDB zusammengefasst zu einem Ladungsträger)

Material	Materialkurztext	Materialart	Einlagerort	Verbr. lfd. Gjahr	BewArt	Vorhanden?	VDB	Behälter	Sollmenge
153.00140411	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	Euro Gitterbox	40
H64.028211	Buchse 16/8,5x36,9 11SMnPb30+C	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	KLT 6421	2400
H64.028310	Segment - PA66 XH GF30	4013	4013	0,00	nein	ja	ja	KLT 6421	1000
Zusammenfassung	Aufhängeflansch	4013	4013	0,00	nein	Zsf.	Zsf.	Euro Gitterbox	12
Zusammenfassung	Außenscheibe	4013	4013	0,00	nein	Zsf.	Zsf.	Euro Gitterbox	500
Zusammenfassung	Federpaket	4013	4013	0,00	nein	Zsf.	Zsf.	KLT 6421	720
Zusammenfassung	Getriebegehäuse	4013	4013	0,00	nein	Zsf.	Zsf.	Industrie Palette 3 Rahmen	4
Zusammenfassung	Mittelscheibe	4013	4013	0,00	nein	Zsf.	Zsf.	Euro Gitterbox	600
Zusammenfassung	Verbindungsflansch	4013	4013	0,00	nein	Zsf.	Zsf.	Euro Gitterbox	22
Zusammenfassung	Wärmetauscher	4013	4013	0,00	nein	Zsf.	Zsf.	Euro Gitterbox	33

(Daten aus SAP)

Anhang O (Nulldreher ohne Verpackungsdatenblatt zusammengefasst zu einem Ladungsträger)

Material	Materialkurztext	Werksbestand	VDB	Behälter	Füllmenge	Schlussfolgerung durch
H64.056710	Anschlag - PA66 XH	3.000,00	nein	Karton	1000	Kolleg:in
156.00318410	Deckel EN AC-AISI9MgST6	8,00	nein	Industrie Palette 3 Rahmen	10	WE Buchung
Zusammenfassung	Druckfeder	757,00	zsf.	Karton	80	Kolleg:in
156.00035410	Federtopf - PA66 XH CF10	416,00	nein	Euro Palette 2 Rahmen	1100	Kolleg:in
156.00337010	HYDRODAMP HTSD 365 DIWA KL6	5,00	nein	Euro Gitterbox	27	Kolleg:in
149.00095502	Kompressor LP490 AM D10 BS	25,00	nein	Industrie Palette 2 Rahmen	12	Kolleg:in
153.00120212	Lieferumfang HinoBus / ZF 6S-1000 VR120*	1,00	nein	Karton	4	Kolleg:in
Zusammenfassung	Reparatursatz	3,00	zsf.	Karton	4	Kolleg:in
Zusammenfassung	Retarder	34,00	zsf.	Euro Gitterbox	12	Kolleg:in
156.00097954	Sekundärgehäuse - EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	2,00	nein	Industrie Palette 2 Rahmen	24	VDB von: 156.00203820
156.00396402	Sensorblech 12x ø8,3±0,1-Bohrung/Hole S*	18,00	nein	Karton	40	Kolleg:in
Zusammenfassung	Statorgehäuse	64,00	zsf.	Euro Gitterbox	56	Kolleg:in
153.00354812	Umbauteilesatz VR 115 E auf NFL	1,00	nein	Karton	10	Kolleg:in

(Daten aus SAP)

Anhang P (Nulldreher mit Ladungsträger)

Material	Materialkurztext	Werksbestand	Behälter	Füllmenger	Anzahl LT
Zusammenfassung	Aufhängeflansch	194,00	Euro Gitterbox	12	17
Zusammenfassung	Außenscheibe	926,00	Euro Gitterbox	500	2
156.00337010	HYDRODAMP HTSD 365 DIWA KL6	5,00	Euro Gitterbox	27	1
Zusammenfassung	Mittelscheibe	1.277,00	Euro Gitterbox	600	3
Zusammenfassung	Retarder	34,00	Euro Gitterbox	12	3
153.00140411	Ritzelwelle i=2,133 VR 115 HV 25MoCr4 D*	9,00	Euro Gitterbox	40	1
Zusammenfassung	Statorgehäuse	64,00	Euro Gitterbox	56	2
Zusammenfassung	Verbindungsflansch	65,00	Euro Gitterbox	22	3
Zusammenfassung	Wärmetauscher	397,00	Euro Gitterbox	33	13
156.00035410	Federtopf - PA66 XH CF10	416,00	Euro Palette 2 Rahmen	1100	1
149.00095502	Kompressor LP490 AM D10 BS	25,00	Industrie Palette 2 Rahmen	12	3
156.00097954	Sekundärgehäuse - EN AC-AISI10Mg(Cu)ST6	2,00	Industrie Palette 2 Rahmen	24	1
156.00318410	Deckel EN AC-AISI9MgST6	8,00	Industrie Palette 3 Rahmen	10	1
Zusammenfassung	Getriebegehäuse	22,00	Industrie Palette 3 Rahmen	4	6
H64.056710	Anschlag - PA66 XH	3.000,00	Karton	1000	3
Zusammenfassung	Druckfeder	757,00	Karton	80	10
153.00120212	Lieferumfang HinoBus / ZF 6S-1000 VR120*	1,00	Karton	4	1
Zusammenfassung	Reparatursatz	3,00	Karton	4	1
156.00396402	Sensorblech 12x ø8,3±0,1-Bohrung/Hole S*	18,00	Karton	40	1
153.00354812	Umbauteilesatz VR 115 E auf NFL	1,00	Karton	10	1
H64.028310	Segment - PA66 XH GF30	2.893,00	KLT 6421	1000	3
H64.028211	Buchse 16/8,5x36,9 11SMnPb30+C	1.414,00	KLT 6421	2400	1
Zusammenfassung	Federpaket	3.456,00	KLT 6421	720	5

(Daten aus SAP)