

Masterarbeit

Ansätze zur Effizienzsteigerung im Kurzschienenlager der voestalpine Schienen GmbH

eingereicht an der
Montanuniversität Leoben

erstellt am
Lehrstuhl Industrielogistik

Vorgelegt von:

Günther Angerer
m0835145

Betreuer/Gutachter:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Helmut Zsifkovits
Montanuniversität Leoben

Leoben, am 27. September 2016

Eidesstattliche Erklärung

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

Affidavit

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

Leoben, am _____

Datum

Unterschrift

Sperrvermerk

Die vorliegende Masterthesis mit dem Titel:

Ansätze zur Effizienzsteigerung im Kurzschiene­n­lager der voestalpine Schienen GmbH

enthält unternehmensinterne Daten des Unternehmens voestalpine Schienen GmbH. Aus diesem Grund ist sie nur zur Vorlage beim Prüfungsamt der Montanuniversität Leoben sowie bei den Korrektoren dieser Arbeit vorgesehen. Weder die gesamte Arbeit, noch Teile dieser Masterarbeit dürfen in irgendeiner Weise vervielfältigt, kopiert, in elektronische Datenverarbeitungssysteme übertragen und verwendet werden. Eine Weitergabe an Dritte oder an die Öffentlichkeit ist ausdrücklich untersagt.

Univ.-Prof. Mag. Dr. Helmut Zsifkovits MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN

Montanuniversität Leoben MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN

Günther Angerer MONTANUNIVERSITÄT LEOBEN

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Konzeptionierung eines verbesserten Lagermanagements des Kurzschienenlagers der Voestalpine Schiene GmbH. Durch die hohe Variantenvielfalt des umfangreichen Produktportfolios ergeben sich komplexe Strukturen in der Lagerhaltung.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, geeignete Maßnahmen aufzuzeigen, um die Effizienz der vorherrschenden Prozesse zu steigern. Die Basis hierfür bildet eine theoretische Aufbereitung der relevanten Themengebiete, mit speziellem Fokus auf dem Bereich der Intralogistik.

Den Ausgangspunkt bildet eine umfassende Erhebung und Datenanalyse der aktuellen operativen Handlungsweisen um das Prozessverständnis zu fördern. Zu diesem Zweck werden sämtliche Rahmenbedingungen erhoben, welche einen Einfluss auf die Aufgabenstellung ausüben. Im Detail handelt es sich dabei um die vorhandene Infrastruktur, den Produktionsabläufen und der aktuell zugrundeliegenden Lagerstrategie.

Die für diese Arbeit notwendige Quantifizierung der behandelten Prozesse setzt die Entwicklung geeigneter Kennzahlensysteme voraus. Die im weiteren Verlauf dieser Arbeit behandelten Kennzahlen wurden explizit für diese Auswertungen erarbeitet.

Zusätzlich wurden anhand einer Mitarbeiterbefragung weitere Informationen gewonnen, mit dem Ziel, weitere Handlungsbereiche aufzufinden. Auf Basis dieser Daten erfolgt die Ableitung mögliche Handlungspotentiale.

Des Weiteren werden entsprechende Optimierungsmaßnahmen aufgezeigt, um die Auswirkungen der Problemfelder zu vermindern oder wenn möglich vollständig zu vermeiden.

Am Ende der Arbeit erfolgt eine verhältnismäßige Kostenabschätzung der entwickelten Maßnahmen inklusive einer Handlungsempfehlung.

Abstract

This master thesis deals with the current warehouse management in the rail stock at Voestalpine Schienen GmbH. Warehousing shows sophisticated structures due to the variety of versions of the extensive product portfolio. The aim of this thesis is to demonstrate appropriate measures to increase the efficiency of the prevailing processes. The base for this builds a theoretical preparation of the involved range of subjects. The focus, in particular, lies on intralogistics.

The basis consists of a broad data analysis and an inquiry of the current operative procedures to support the process comprehension. For this purpose all general frameworks, which have a bearing on the task, will be gathered. In detail, it is about the existing infrastructure, the process operations and the current underlying warehouse strategy. In order to be able to measure the processes it is necessary to develop appropriated operating numbers. For this purpose the theoretical preparation of the operating numbers takes places. Because of the general frameworks, standardized operating numbers are unrewarding in this subject matter.

Additionally, with the help of an employee survey, a broad process analysis will be run to find further ranges of action. On the basis of the acquired data, potential discretion to acts will be derived. Furthermore, corresponding optimization measures will be demonstrated in order to reduce the impacts of the problematic issues and if possible to completely avoid them. Finally, a proportional estimate of costs of the developed arrangements (including trading recommendations) takes place.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Sperrvermerk	II
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	X
1 Einleitung	1
1.1 Das Unternehmen	1
1.2 Problemstellung	1
1.3 Forschungsfrage	2
1.4 Vorgehen	2
1.5 Ablaufende Arbeit	3
2 Prozesse und Abläufe der Intralogistik	4
2.1 Definition Begriff Logistik	4
2.1.1 Flussorientierte Definition	5
2.2 Definition Begriff Logistiksystem	5
2.2.1 Funktionelle Abgrenzungen von Logistiksystemen	6
2.3 Prozesse der Intralogistik	7
2.3.1 Beschaffungslogistik	7
2.3.2 Produktionslogistik	8
2.3.3 Distributionslogistik	8
2.3.4 Entsorgungslogistik	9
2.3.5 Transportlogistik	9
3 Lagerlogistik	10
3.1 Lagerprozesse	11
3.1.1 Warenannahme und -eingang	11

3.1.2	Einlagerung	12
3.1.3	Auslagerung	12
3.1.4	Kommissionierung	12
3.1.5	Verpackung	13
3.1.6	Versand	14
3.2	Lagertypen und -arten	14
3.2.1	Bodenlagerung	15
3.2.2	Regallager	15
3.3	Lagerbewirtschaftung	15
3.3.1	Stetigförderer	15
3.3.1.1	Stetigförderer für Schüttgut	16
3.3.1.2	Stetigförderer für Schütt- und Stückgut	16
3.3.1.3	Stetigförderer für Stückgut	17
3.3.2	Unstetigförderer	17
3.3.2.1	Hebezeug	18
3.3.2.2	Hängebahnen	19
3.3.2.3	Kräne	19
3.3.2.4	Flurfördermittel	20
3.4	Lagerstrategien	20
3.5	Identifikation/ Schnittstellen	22
3.5.1	Lesetechnik	23
3.5.2	Codierung	23
3.5.2.1	Klarschrift und OCR	24
3.5.2.2	Barcode	24
3.5.2.3	Radio Frequency Identification(RFID)	25
4	Logistische Kennzahlen	27
4.1	Kennzahlenbegriff	28
4.2	Kennzahlensysteme	28
4.2.1	Bestehende Kennzahlensysteme	28
4.2.1.1	Mathematisch verknüpftes Kennzahlensystem	28
4.2.1.2	Systematisch verknüpftes Kennzahlensystem	29
4.2.1.3	Empirisch-induktives Kennzahlensystem	29
4.2.2	Logistik Kennzahlensystem	29
4.2.2.1	Planung, Steuerung und Kontrolle logistischer Systeme durch Kennzahlen	29
4.2.2.2	Verknüpfung von Funktionen im logistischen System durch Kennzahlen	29

4.2.2.3	Erfassung und Beseitigung von Störgrößen und Engpässen im logistischen Bereich durch Kennzahlen	30
4.2.2.4	Laufender Soll-Ist-Vergleich als Instrument der Unterneh- menspolitik	30
4.3	Kennzahlen Bewertung	31
5	Analysen	32
5.1	IST-Analyse	33
5.1.1	Analyse der vorgelagerten Prozesse für die Datenakquirierung . . .	33
5.1.2	Rahmenbedingungen	33
5.1.2.1	Lagerbereiche	34
5.1.2.2	Halbportalkräne	34
5.1.3	Produktionsabläufe	35
5.1.4	Aktuelle Lagerstrategie	36
5.2	Prozessanalyse Adjustage	37
5.2.1	Fragebogen	37
5.2.2	Ergebnisse	39
6	Kennzahlen	43
6.1	Kennzahlen Entwicklung	43
6.1.1	Hubauswertung	43
6.1.2	Betriebsmittelzeitgerüst	45
6.1.3	Bewegungsprofil Schienen	46
6.1.4	Berichtswesen	46
6.2	Auswertung Kennzahlen	47
6.2.1	Schienenmanipulationen zwischen den Geschäftsjahren 2010/11 bis 2014/15	47
6.2.1.1	Gesamtverteilung	47
6.2.1.2	Schienenmanipulation Kran I	48
6.2.1.3	Schienenmanipulationen Kran II	50
6.2.1.4	Schienenmanipulationen Kran III	51
6.2.1.5	Verteilung Kran IV	52
6.2.2	Auswertungen Geschäftsjahr 2015/16	53
6.2.2.1	Schienenmanipulation 2015/16	54
6.2.2.2	Hubverteilung 2015/16	55
7	Handlungspotentiale	57
7.1	Potentielle Lagerstrategien	57
7.1.1	Schnellläuferkonzentration	58
7.1.2	Gleichverteilungsstrategie	59

7.1.3	Optimierung Stapelturm	59
7.2	PC-Terminal	61
7.3	Erweiterung mobile Lagerverwaltung	62
7.4	Betriebsmittelzeitgerüst	64
7.5	Stapelturmanalyse	65
7.5.1	Stapelhöhe	67
7.5.2	Stapelbreite	67
7.6	Zentrales Lagercontrolling	74
7.7	High Performance Meeting	75
7.8	Lagererweiterung	76
7.9	Bewertung der Handlungspotentiale	76

Literaturverzeichnis**XII**

Abbildungsverzeichnis

2.1	Entwicklung der Logistik	4
2.2	Funktionen von Logistiksystemen	6
3.1	Lagertypen	14
3.2	Klassifizierung der Stetigförderer	16
3.3	Klassifizierung der Unstetigförderer	18
3.4	Elemente eines RFID-Systems	25
5.1	Ergebnis Befragung	40
5.2	Pareto-Diagramm	41
5.3	detailliertes Pareto-Diagramm	41
6.1	Gesamtverteilung Schienenmanipulation	48
6.2	Schienenmanipulation Kran I	49
6.3	Schienenmanipulation Kran II	51
6.4	Schienenmanipulation Kran III	52
6.5	Schienenmanipulation Kran IV	53
6.6	Schienenmanipulation GJ 2015/16	54
6.7	Hübe GJ 2015/16	56
7.1	Optimale Stapelbildung	60
7.2	suboptimale Stapelbildung	60
7.3	Beispiel Schienenstapel	68
7.4	Beispiel Schienenstapel	71
7.5	Beispiel Schienenstapel	72
7.6	Restnutzfläche A	73
7.7	Restnutzfläche B	73

Tabellenverzeichnis

6.1	Gesamtverteilung Schienenmanipulation	48
6.2	Schienenmanipulation Kran I	49
6.3	Schienenmanipulation Kran II	50
6.4	Schienenmanipulation Kran III	51
6.5	Schienenmanipulation Kran IV	52
6.6	Schienenmanipulation GJ 2015/16	54
6.7	Schienenmanipulation GJ 2015/16	55
7.1	Stapel Berechnung	69
7.2	Restnutzfläche Vergleichsrechnung	73
7.3	Bewertung der Handlungspotentiale	77

1 Einleitung

1.1 Das Unternehmen

Die voestalpine AG hat ihren Hauptsitz in Linz und verfügt über Niederlassungen in mehr als 50 Länder weltweit. Der Standort der voestalpine Schienen GmbH befindet sich in Donawitz. Der Technologie- und Industriegüterkonzern beschäftigt in über 500 Konzerngesellschaften rund 48.500 Mitarbeiter verteilt auf allen fünf Kontinenten. Mit den qualitativ hochwertigen Produkten zählt die voestalpine in jeder der vier Divisionen zu den wichtigsten Partnern renommierter Produzenten.

Die Metal Engineering Division ist in den Branchen Bahnsysteme, Energie, Automobilindustrie sowie Maschinen-/Stahlbauindustrie tätig. Im Bereich Weichentechnologie ist man Weltmarktführer und bei Schienen, veredeltem Draht, Nahtlosrohren sowie Schweißzusatzwerkstoffen zählt man zu den führenden Lieferanten in Europa.

Im Bereich Bahnsysteme, welcher zur Metal Engineering Division gehört, verfügt das Unternehmen weltweit über das umfangreichste Sortiment an Schienen- und Weichenprodukten. Im Produktportfolio der Schienen werden über 100 verschiedene Profile angeboten. Am Standort in Donawitz können auf der hochmodernen Walzstraße wärmebehandelte Schienen bis zu einer Länge von 120 m hergestellt werden.¹

1.2 Problemstellung

Der Lagerplatz in der Adjustage ist infolge von geografischen Restriktionen beschränkt und am aktuellen Standort nicht erweiterbar. Aus diesem Grund sind die vorhandenen Lagerflächen eine nicht veränderliche Konstante. Hinzu kommt, dass aus sicherheitstechnischen Gründen in den beiden Lägern weitere Maßnahmen realisiert werden. Diese Maßnahmen können auch zu einer weiteren Reduktion der zur Verfügung stehenden Lagerflächen führen.

Aus produktionsbedingten Gründen und dem aktuellen wirtschaftlichen Umfeld sind die Lagerbestände aktuell sehr hoch. Bei der Schienenproduktion handelt es sich um keine

¹Voestalpine AG o.D.

anonyme Massenfertigung für den Markt, sondern um eine auftragsbezogene Fertigung. Im Produktportfolio befinden sich über 100 verschiedene Schienenprofile, welche in unterschiedlicher Länge und Qualität, je nach Kundenwunsch, hergestellt werden können. Aus dieser sehr hohen Variantenvielfalt und dem immer höheren Spezialisierungsgrad der Produkte resultiert eine hohe Komplexität in Bezug auf die Lagerhaltung.

Die betrachtete Lagerfläche ist in zwei separate Bereiche aufgeteilt, wobei in den beiden Bereichen jeweils zwei Halbportalkräne für die Manipulation der Schienen zur Verfügung stehen. Die Kräne lagern die einzelnen Schienen auf Schienenstapeln in den jeweiligen Lagerbereich ein. Infolge der kleineren Auftragsmengen ist die sortenreine Lagerhaltung bezüglich der einzelnen Aufträge nicht möglich.

Aus diesem Grund befinden sich häufig Schienen mit unterschiedlichen Versandterminen innerhalb eines Stapels. Somit sollte bei der Einlagerung der Fokus darauf liegen, die Aufträge nach Versandterminen zu ordnen, um die Manipulationsaufwände zu reduzieren. In Kombinationen mit den hohen Lagerbeständen, großer Variantenvielfalt und der beschränkten Lagerfläche ist eine völlig optimale Lagerung der Schienen nicht realisierbar.

1.3 Forschungsfrage

Welche Handlungspotentiale sind aktuell in der Adjustage vorhanden, um die produktionsbedingten Abläufe effizienter zu gestalten?

- Wie können Effizienz steigernde Maßnahmen aussehen?
- Welche Verbesserungen können dadurch erzielt werden?

1.4 Vorgehen

Der Ausgangspunkt der Arbeit bildet eine umfassende Analyse der vorherrschenden IST-Situation. Ein Fokus bei der Erhebung liegt auf der aktuellen Ein-/Aus- und Umlagerstrategie. Nach der Erhebung der IST-Situation muss die entsprechende Grundlage für die Messung der einzelnen Prozesse geschaffen werden. Zu diesem Zweck ist die Entwicklung von individuellen Kennzahlen für die Prozessleistung notwendig.

Im Anschluss wird mithilfe eines Fragebogens versucht, etwaige Handlungsfelder aufzufinden, wo aktuell dringender Handlungsbedarf besteht, um die Effizienz der Prozesse steigern zu können.

Auf Basis der gewonnenen Daten gilt es, geeignete Verbesserungs-/Optimierungspotentiale abzuleiten. Durch die Entwicklung von einzelnen Maßnahmenpaketen sollte die Grundlage für ein effizientes Lagermanagement geschaffen werden.

1.5 Ablaufende Arbeit

Diese Arbeit gliedert sich in 7 Kapiteln. Kapitel 2 beschäftigt sich mit den Definitionen der Begrifflichkeiten für Logistik und Logistiksystemen, sowie mit den grundlegenden Prozessen und Abläufen der Intralogistik.

Kapitel 3 geht im Speziellen auf die Lagerlogistik ein, welche den größten Einfluss auf diese Arbeit besitzt. Der Schwerpunkt in diesem Kapitel liegt auf den Lagerprozessen, Lagertypen und -arten, Lagerbewirtschaftung, Strategien der Lagerbewirtschaftung und den Identifikationsarten der Güter.

Das 4. Kapitel befasst sich mit den logistischen Kennzahlen. Enthalten sind die Definitionen der Begrifflichkeiten, standardisierten Kennzahlen und Kennzahlensysteme.

Kapitel 5 umfasst sämtliche Analysetätigkeiten bezogen auf die vorherrschenden Gegebenheiten, sowie eine Prozessanalyse, welche mit Hilfe eines Fragebogen durchgeführt wurde. Mit der Thematik der Kennzahlen befasst sich Kapitel 6. Dieses Kapitel beschreibt die Ableitung von individuellen Kennzahlen inklusive der daraus gewonnenen Ergebnisse. Das 7. Kapitel beschäftigt sich abschließend mit den aus der Arbeit generierten Handlungspotentialen und deren Auswirkungen auf die aktuellen Prozesse.

2 Prozesse und Abläufe der Intralogistik

Die Intralogistik umfasst Tätigkeiten unterschiedlicher Logistikbereiche eines Unternehmens. Der Zuständigkeitsbereich beschränkt sich auf den Aufgabenhorizont einer Betriebsstätte.² Die wichtigsten intralogistischen Funktionen werden im 3. Kapitel Lagerlogistik näher erläutert.

2.1 Definition Begriff Logistik

Der Begriff Logistik entstammt ursprünglich dem militärischen Bereich. Schon früh wurde die Wichtigkeit einer effizienten Logistik bei der Kriegsführung erkannt. Die Logistik hatte die Aufgabe, die Versorgung und den Transport von den Streitkräften zu organisieren. Erst im 20. Jahrhundert wurde das Wort Logistik das erste Mal im wirtschaftlichen Bereich erwähnt.³

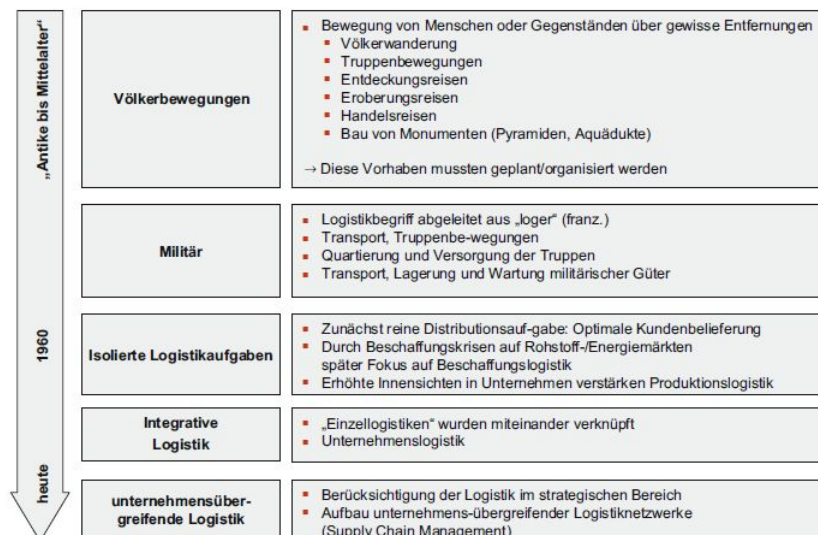


Abbildung 2.1: Entwicklung der Logistik⁴

²Martin 2009

³Zsifkovits 2013

⁴Koch 2012

Abbildung 2.1 verdeutlicht die Entwicklung des Logistikbegriffs von der allgemeinen Völkerbewegung bis hin zu der integrierten ganzheitlichen Management Sicht.

Heutzutage wird unter Logistik die Planung und Steuerung von materiellen und immateriellen Güterflüssen in einem Unternehmen verstanden.

Die 6 R der Logistik beschreiben grundsätzlich sehr einfach und verständlich das Hauptziel der logistischen Tätigkeiten.⁵

Die 6 R der Logistik lauten:

- Das richtige Gut
- zur richtigen Zeit
- am richtigen Ort
- in der richtigen Menge
- in der richtigen Qualität
- zu den richtigen Kosten

2.1.1 Flussorientierte Definition

Häufig werden bei der Definition der Logistik nur Transport-, Lager- und Umschlagvorgänge in einem Unternehmen berücksichtigt. Aber das Aufgabenspektrum ist viel weitreichender. Hinzu kommen Tätigkeiten wie Verpacken, Kommissionieren, Palletieren, etc., welche auch zum Aufgabengebiet der Logistik zählen. Aus der Kombination der genannten Tätigkeiten resultieren Güter- und Informationsflüsse im Unternehmen. Die Planung dieser Güter- und Informationsflüsse bilden die Hauptaufgabe der Logistik.⁶

2.2 Definition Begriff Logistiksystem

Bei Logistiksystemen kann zwischen drei Arten differenziert werden. Die Markologistik befasst sich mit globalen Systemen, wie dem Schienengüterverkehr einer kompletten Volkswirtschaft. Im Gegensatz dazu, beschäftigt sich die Mirkologistik mit den einzelnen Prozessen in einem Unternehmen. Dabei liegt der Fokus auf dem innerbetrieblichen Materialfluss. Zwischen der Marko- und Mirkologistik befindet sich die Metalogistik, welche eine Verbindung der unterschiedlichen Ebenen herstellt. Das heißt, die Metalogistik kann sich beispielsweise mit dem Schienengüterverkehr einer gesamten Branche beschäftigen.⁷

⁵Zsifkovits 2013

⁶Koch 2012

⁷Koch 2012

2.2.1 Funktionelle Abgrenzungen von Logistiksystemen

Ein Logistiksystem kann in mehrere Subsysteme unterteilt werden. Die Gliederung erfolgt nach den einzelnen Aktivitäten in den jeweiligen Teilbereichen und beschäftigt sich mit dem Güter- und Warenfluss des Unternehmens.

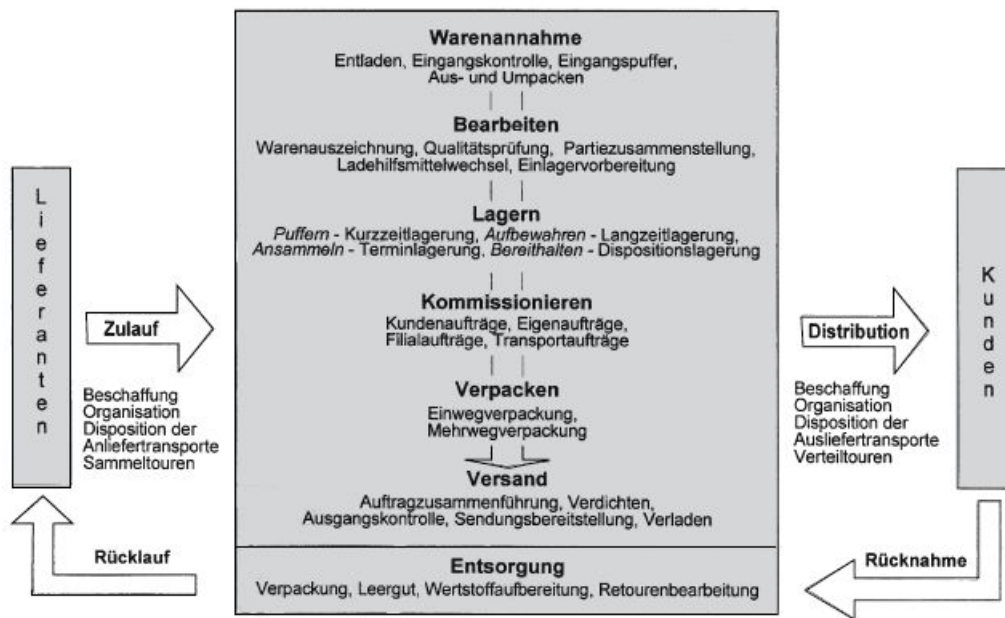


Abbildung 2.2: Funktionen von Logistiksystemen⁸

Den Beginn macht die Beschaffungslogistik, hier erfolgt die Beschaffung der benötigten Rohstoffe und Betriebsmittel. In der zweiten Phase werden die Rohstoffe wertschöpfender Prozesse unterzogen, um die gewünschten Güter herzustellen. Diese Tätigkeiten fallen in den Teilbereich Produktionslogistik. Zum Aufgabengebiet der Produktionslogistik gehören auch Prozesse, wie zum Beispiel etwaige ablaufbedingte Zwischenlagerungen. Der Warenfluss bis zum Abnehmer fällt unter den Bereich der Distributionslogistik.

Beginnend von der Beschaffungslogistik über die Produktionslogistik wird bis hin zur Distributionslogistik, der ganzheitliche Güter- und Informationsfluss in einem Unternehmen abgebildet. In entgegengesetzter Richtung gibt es die Entsorgungslogistik, welche sich mit dem Rückfluss produktionsbedingter Abfälle und fehlerhaften Produkten beschäftigt.⁹

Entlang der Logistikkette stehen noch die Lager- und Transportlogistik zur Verfügung. Diese übernehmen neben der internen auch externe Lager- und Transportaufgaben zwischen geografisch getrennten Örtlichkeiten.¹⁰

⁸Gudehus 2005

⁹Pfohl 2010

¹⁰Koch 2012

2.3 Prozesse der Intralogistik

In Anlehnung an die traditionelle Unterteilung eines Unternehmens kann auch die Logistik in spezifische Teilbereiche untergliedert werden. Wobei hier zu beachten ist, dass der gesamtheitliche Material- und Informationsfluss im Fokus steht und nicht die strikte Abgrenzung der einzelnen Sektionen. Die Abgrenzung gestaltet sich dennoch sinnvoll, weil in den unterschiedlichen Bereichen jeweils eigene Ziele und Strategien verfolgt werden.¹¹

2.3.1 Beschaffungslogistik

Die Beschaffungslogistik umfasst sämtliche Tätigkeiten zur Bereitstellung der Einsatzfaktoren in einem Unternehmen. Das Ziel ist es, die Versorgung der Produktion unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sicherzustellen. Die Beschaffungslogistik muss die Produktion mit den benötigten Werkstoffen, Gütern und Betriebsmittel versorgen. Die Versorgung ist aber nur ein Teil des vielseitigen Aufgabenspektrums der Beschaffung. Ein weiteres Aufgabenfeld bildet die Planung, Steuerung und Kontrolle der bedarfsgerechten Bereitstellung der Einsatzfaktoren am jeweiligen Zielort. Resultierend daraus, ist die Beschaffungslogistik drauf ausgerichtet, ein Konzept für die Beschaffung und Planung der Einsatzfaktoren zu generieren, um auch in diesem Bereich Wettbewerbsvorteile gegenüber der Konkurrenz zu schaffen und eine optimale Versorgung der eigenen Produktion gewährleisten zu können.

Funktionen der Beschaffungslogistik:¹²

- Bedarfsermittlung
- Lieferdisposition
- Bestellpunktermittlung
- Materialdisposition
- Transport zum Betrieb
- Warenannahme
- Warenprüfung
- Lagerhaltung
- Innerbetrieblicher Transport und Materialbereitstellung

¹¹Zsifkovits 2013

¹²Zsifkovits 2013

2.3.2 Produktionslogistik

Die Versorgung der Produktionsaggregate mit den Einsatzfaktoren fällt in den Bereich der Produktionslogistik. Die Roh-, Hilfs-, und Betriebsstoffe werden durch die Beschaffungslogistik bereitgestellt und an der nachgelagerten Stelle übernimmt die Distributionslogistik die Verteilungsfunktion für die Halb- und Fertigfabrikate. In der Produktionslogistik verändern sich entlang des Materialflusses die Form und Eigenschaft der zu transportierenden Güter. Während der Zwischenlagerung besteht die Möglichkeit, dass sich die qualitativen Eigenschaften der Produkte verändern. Diese Veränderungen können wertschöpfende Auswirkungen auf die Qualität der Produkte haben.¹³

Die Produktionslogistik ist auf die termingerechte und kostengünstige Bereitstellung von den benötigten Roh-, Hilfs-, und Betriebsstoffen fokussiert. Aus diesem Grund müssen auch sämtliche Material- und Informationsflüsse entsprechend geplant, gestaltet, gesteuert und kontrolliert werden.¹⁴

2.3.3 Distributionslogistik

Die Distributionslogik ist im Materialfluss eines Unternehmens nach der Produktionslogistik angesiedelt. Diese stellt das Bindeglied zur Beschaffungslogistik der Kunden dar. Resultierend daraus ist die Distributionslogistik für alle Tätigkeiten in Bezug auf Transport, Lagerung und Umschlag zwischen der eigenen Produktion und dem Kunden zuständig. Bei einer Auftragsfertigung liegt der Fokus auf der termingerechten Bereitstellung der gewünschten Güter beim Kunden. Im Gegensatz dazu liegt, bei einer Produktion für den anonymen Markt, der Fokus auf der bestmöglichen Befriedigung der erwarteten Produktnachfrage.¹⁵

Distributionssysteme

Distributionssysteme verfügen auf mehreren Unternehmensebenen über Aufgabenfelder, welche im folgenden Abschnitt kurz erläutert werden.¹⁶

- Konfiguration des Distributionssystems
Zur Konfiguration eines Distributionssystems müssen die entsprechenden Entscheidungen auf strategischer Ebene in Bezug auf die Zahl, Lage und Größe der Läger getroffen werden.
- Prozess- und Infrastrukturplanung
Hier liegt der Fokus auf der Umsetzung schlanker Prozesse. Dazu ist die Anpassung

¹³Pfohl 2010

¹⁴Martin 2009

¹⁵Koch 2012

¹⁶Zsifkovits 2013

der innerbetrieblichen Materialflüsse notwendig. Zusätzlich ist die Planung von den benötigten technischen, personellen und sonstigen Ressourcen vorzunehmen.

- Operativer Betrieb

Bei der Planung der Prozesse im laufenden Betrieb ist das oberste Ziel, die Abstimmung zwischen den beteiligten Abteilungen so effizient, wie nur möglich, zu gestalten.

2.3.4 Entsorgungslogistik

Mit dem steigenden Umweltbewusstsein der Menschen wachsen die Anforderungen im Bereich Entsorgung. Im Laufe der Jahre haben sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen im Bereich Abfall um einiges verschärft, daher besteht heutzutage die Notwendigkeit, eine effiziente Entsorgungspolitik im Unternehmen zu betreiben. Steigende Entsorgungskosten und das zunehmende Umweltbewusstsein der Menschen führen dazu, dass eine möglichst umweltfreundliche Produktion, zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor werden kann.¹⁷

Die Entsorgungslogistik weist die entgegengesetzte Flussrichtung des eigentlichen Materialflusses im Unternehmen auf. Dabei ist die Senke des Fertigprodukts als Quelle für Rückstände anzusehen. Produktionsbedingte Rückstände können als Sekundärrohstoff wieder in den Produktionskreislauf gelangen oder müssen einer geeigneten Entsorgung zugeführt werden. Hierfür stehen wiederum spezielle Beseitigungskanäle bereit. Zur Entsorgung von Abfällen kommen Recyclingunternehmer zum Einsatz, welche die ordnungsgemäßen Entsorgungen für den Rückstandserzeuger übernehmen. Die Entsorgungslogistik umfasst Tätigkeiten bezüglich Transport, Lagerung und Umschlag. Dieser Materialfluss ist auf die Rückführung der produktionsbedingten Rückstände fokussiert und verläuft, wie bereits erwähnt, in die entgegengesetzte Richtung zum eigentlichen Materialfluss im Unternehmen.¹⁸

2.3.5 Transportlogistik

Der Transport ist definiert als Güter- oder Informationstransfer von einer Quelle bis zu einem definieren Ziel. Die Bewegungen können in waagrechter, geneigter oder senkrechter Position vollzogen werden. Grundsätzlich ist der Transport von Gütern kein wertschöpfender Prozess und führt somit zu einer Verteuerung der Produkte. Infolgedessen liegt der Fokus bei der Transportlogistik darin, möglichst kurze und effiziente Transportwege zu schaffen.¹⁹

¹⁷Wannenwetsch 2007

¹⁸Pfohl 2010

¹⁹Martin 2009

3 Lagerlogistik

Normalerweise gilt, dass das beste Lager kein Lager ist. Dieser Ansatz kann nur bedingt in der Realität umgesetzt werden. Wie im Folgenden erläutert wird, gibt es aber auch Situationen wo eine Lagerhaltung sehr sinnvoll ist.²⁰

Eine Lagerhaltung benötigt immer Ressourcen und verursacht hohe Kosten für das Unternehmen. Grundsätzlich kann die Lagerhaltung aus produktionsbedingten Abläufen resultieren oder auch einen wertschöpfenden Prozess darstellen. In der Aufzählung sind ein paar wesentliche Gründe für eine Lagerhaltung angeführt:²¹

- Optimierung logistischer Leistung
Aus der Kombination des stetig steigenden Variantenreichtums, kürzeren Bestellintervallen, kleiner werdenden Auftragsmengen und den unternehmensbezogenen Produktionsabläufen resultiert ein Lagerhaltungsbedarf. Heutzutage ist eine hohe Lieferfähigkeit ein entscheidender Wettbewerbsfaktor.
- Sicherstellung der Produktionsfähigkeit
Durch den Just-In-Time-Ansatz entlang einer gesamten Produktionskette besteht die Notwendigkeit, bei gewissen Produktionsstufen eine Lagerhaltung zu betreiben. Durch diese Maßnahme sollte die Versorgungssicherheit der Produktionskette sichergestellt werden, um bei Verzögerungen keine Stillstände zu verursachen.
- Erbringung zusätzlicher Dienstleistungen
Lagerhaltung bedeutet nicht nur das Verweilen von Produkten an bestimmten Orten. Sie beinhaltet neben der Lagerhaltung mehrere Tätigkeitsfelder. Zu diesen Tätigkeiten zählen unter anderem Aufgaben der Kommissionierung, Variantenbildung und Verpackung.
- Transportkostenreduktion
In Bezug auf die Minimierung der Transportkosten besitzt die Lagerhaltung eine sehr große Bedeutung. Je effizienter die einzelnen Transporte genutzt werden, desto geringer sind die Kosten pro Stück.
- Bedarfs- und Liefermengen
In gewissen Branchen können einzelne Unternehmen nur wirtschaftlich sein, wenn

²⁰Koether 2012

²¹Arnold 2006

sich die Produktion an bestimmten Losgrößen orientiert. Diese Mengen entsprechen nicht immer dem tatsächlichen Kundenbedarf, daher ist eine Zwischenlagerung nicht zu vermeiden. Bei der Produktion von saisonal schwankenden Produkten besteht ebenfalls ein Lagerhaltungsbedarf.

- Nutzung der Marktposition
Hinsichtlich des Wareneinkaufs besteht für Unternehmen oft die Möglichkeit, Mengenrabatte auszuhandeln. Somit können die Rohstoffe günstiger bezogen werden, aber sie müssen einen Lagerhaltungsaufwand in Kauf nehmen.
- Lagerung als Prozessschritt
Die Lagerhaltung kann auch einen wertschöpfenden Prozessschritt innerhalb der Produktionskette einnehmen.

3.1 Lagerprozesse

Die Logistik umfasst Tätigkeiten unterschiedlicher Bereiche im Unternehmen. Die Lagerlogistik ist eines der vielen Subsysteme der Logistik.²² In diesem Kapitel liegt der Fokus auf der Lagerlogistik. Im Speziellen werden sämtliche Tätigkeiten, welche zur Lagerlogistik gehören, einer detaillierten Betrachtung unterzogen.

Zu den Aufgabenfelder der Lagerlogistik zählen folgende Tätigkeitsbereiche:²³

- Warenannahme und -eingang
- Einlagerung
- Auslagerung
- Kommissionierung
- Verpackung
- Versand

3.1.1 Warenannahme und -eingang

Bei der Warenannahme bzw. beim Wareneingang erfolgt die Übernahme der bestellten Güter im Lagerbereich. Die Ware wird einer Qualitätskontrolle unterzogen und wenn diese in Ordnung ist, erfolgt die Warenübernahme.

Für die Durchführung dieser Tätigkeiten entsteht ein interner Flächenbedarf. Die Fläche

²²Pfohl 2010

²³Hompel und Schmidt 2008

muss so bemessen sein, dass die Durchführbarkeit der Aufgaben gewährleistet ist und sämtliche Anlieferungen in einer akzeptablen Zeit vollzogen werden können. Um den Wareneingang operativ umzusetzen, stehen von einfachen Bodenlagern bis hin zu komplexen Wareneingangssystemen, diverse Möglichkeiten zur Verfügung.²⁴ Ein wichtiger Faktor bei der Warenannahme ist die Frequenz und Anzahl der Anlieferung pro Tag. Damit die Spediteure keine unnötigen Wartezeiten in Kauf nehmen müssen, muss die Anlieferung genau getaktet sein. Wie schon erwähnt, muss auch der zeitliche Aufwand für die Qualitätsprüfung berücksichtigt werden. Für den nachfolgenden Prozess der Einlagerung besitzen die Gutabmessungen einen hohen Stellenwert. Anhand der Abmessung ist in der Einlagerung eine effiziente Zuteilung der Stell- oder Regalplätze möglich.²⁵

3.1.2 Einlagerung

Der Einlagerungsprozess ist abhängig von der Art des Lagers. Bei Bodenlager übernehmen Unstetigförderer, wie zum Beispiel Gabelstapler, den Transport. Bei der Bewirtschaftung eines Bodenlagers liegt der Fokus auf der Optimierung der Arbeitsspiele innerhalb der zu bedienenden Lagerflächen. Je nach Art der einzulagernden Güter können auch voll automatische Systeme den Einlagerungsprozess übernehmen und die vorhandenen Regalstellplätze bestücken. Bei einem automatischen Einlagersystem muss die Datenerfassung spätestens beim Übergang vom manuellen auf den Automatikbetrieb erfolgen, wenn dieser Vorgang noch nicht stattgefunden hat.²⁶

3.1.3 Auslagerung

Im Bereich der Auslagerung erfolgt die schlussendliche Auslieferung der Waren. Zu diesem Zweck müssen die Waren auf die jeweiligen Aufträge gebunden werden. Somit ist sichergestellt, dass etwaige Fehlbestände vor der Auslieferung bekannt sind. Des Weiteren müssen bei der Disposition alle Lieferzeitpunkte penibel geplant werden, um den Kundenwünschen in Bezug auf den Lieferzeitpunkt zu entsprechen. Verlassen die Güter den Auslagerungsbereich ist eine Ausbuchung dieser Güter im System notwendig, somit ist die Aktualität der Lagerbestände sichergestellt.²⁷

3.1.4 Kommissionierung

Eines der wichtigsten Aufgabenfelder der Lagerlogistik ist die Kommissionierung. Hier werden in Bezug auf die Kundenaufträge, die entsprechenden Versandeinheiten gebildet.

²⁴Martin 2009

²⁵Hompel und Schmidt 2008

²⁶Hompel und Schmidt 2008

²⁷Hompel und Schmidt 2005

Jede Zeile in einem Kommissionierauftrag symbolisiert eine Kommissioniereinheit. Mithilfe dieser Bedarfsinformationen können die Kommissionierkräfte aus den gewünschten Teilmengen Versandeinheiten bilden. Bei der Warenbereitstellung im Kommissionierbereich wird entweder nach dem Prinzip „Person-zur-Ware“ oder „Ware-zur-Person“ gearbeitet.

Beim Prinzip „Person-zur-Ware“ bewegt sich die entsprechende Kommissionierkraft selbstständig durch das Lager und entnimmt aus dem vorhandenen Regalsystem die benötigten Waren. Im Gegensatz dazu, bringt beim „Ware-zur-Person“ Prinzip, das automatisierte Lagersystem die gewünschten Waren an einem ortsfesten Punkt, wo nur mehr die Entnahme der Waren nötig ist.²⁸

3.1.5 Verpackung

Eine Verpackung kann die Güter teilweise oder vollständig umhüllen und besitzt mehrere Funktionen. Grundsätzlich besteht ein Verpackungssystem aus einem Packgut, der Verpackung und dem zugehörigen Verpackungsprozess.

Neben der Schutzfunktion besitzt eine Verpackung weitere nützliche Funktionen:²⁹

- Bündelung und Losgrößenbildung
Eine Verpackung entspricht einer logistischen Einheit, daher kann diese positive Auswirkungen auf die Prozesse der Logistik und Produktion besitzen.
- Kundenkommunikation
Die Verpackung kann auch Informations- und Marketingfunktionen übernehmen, indem die Verpackung bedruckbar oder beklebbar ist.
- Identifikation und Informationsfunktion
Auf der Verpackung können sich Codes befinden, welche mittels Lesegeräte mehr Informationen zu den enthaltenen Produkten bereitstellen.
- Alternative Verwendung
Verpackungen können je nach Art der primären Funktion eine Weiterverwendung in anderer Funktion ermöglichen.
- Logistikfunktion
Hinsichtlich dem logistischen Nutzen können Verpackungen die Lagerfunktion oder auch die Transportfunktion erheblich verbessern. Somit ist eine Optimierung des Warenflusses im System möglich.

²⁸Koch 2012

²⁹Zsifkovits 2013

3.1.6 Versand

Nach der Kommissionierung werden die Auftragsdaten mit den Versanddaten ergänzt und die erforderlichen Papiere ausgestellt. Im Versand erfolgt auch noch die Entscheidung über das Transportmittel und den vorgesehenen Transportweg. Sind alle notwendigen Frachtpapiere ausgestellt und alle Entscheidungen in Bezug auf dem Transport getroffen, steht den tatsächlichen Versand nichts mehr im Wege.³⁰

3.2 Lagertypen und -arten

Bei der Auswahl des richtigen Lagertyps müssen viele Faktoren berücksichtigt werden. Vor allem hängt die Wahl des Lagertyps von der Geometrie und vom Gewicht ab. Des Weiteren besitzen die Produktvielfalt und die geforderten Leistungsdaten des Lagers, einen entscheidenden Einflussfaktor. Je nach Anzahl und Größe der Artikel steigt auch der Flächen- und Raumbedarf eines Lagerbereiches.³¹

In der folgenden Grafik sind die häufigsten Lagertypen angeführt:

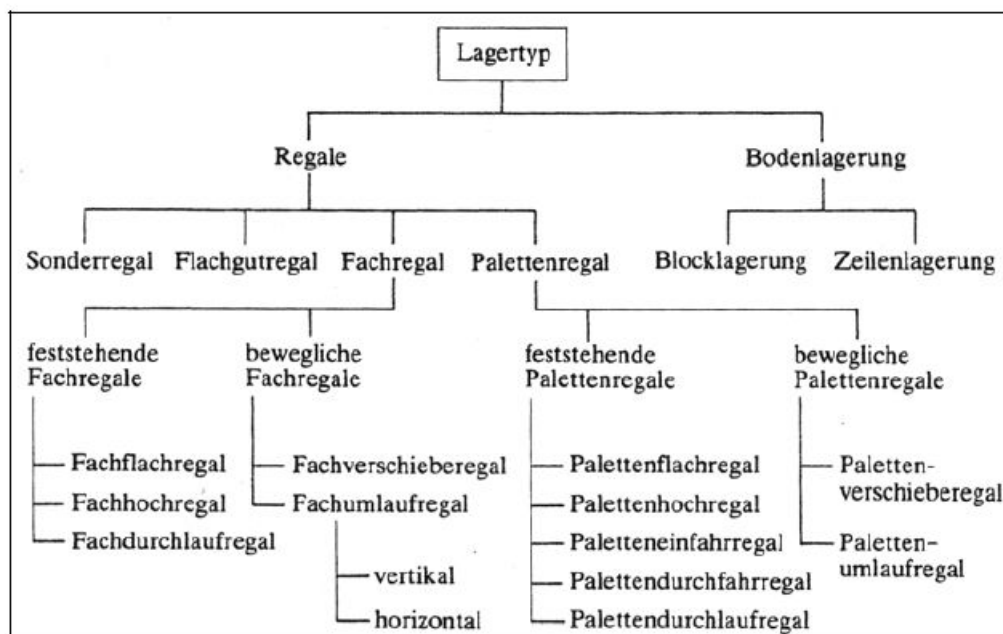


Abbildung 3.1: Lagertypen³²

Aus dieser Abbildung ist ersichtlich, dass es grundsätzlich zwei Hauptarten von Lagertypen gibt, welche hier im Anschluss näher betrachtet werden.

³⁰Pfohl 2010

³¹Hompel und Schmidt 2005

³²Wannenwetsch 2007

3.2.1 Bodenlagerung

Bei der Bodenlagerung erfolgt die Lagerhaltung der Güter direkt am Boden. Die Stapelbarkeit ist von der Geometrie und den Eigenschaften der Güter abhängig. Die Bodenlagerung stellt die einfachste Form einer Lagerhaltung dar und verursacht auch die geringsten Investitionskosten. Die Lagerbedienung kann entweder mit einem Stapler oder Kran erfolgen.

Bei der Bodenlagerung können wiederum zwei Arten differenziert werden. Bei der Blocklagerung kommen sämtliche Einheiten, wie der Name schon sagt, auf einen großen Lagerplatz. Im Gegensatz dazu, bestehen bei der Zeilenlagerung mehrere Durchgänge zwischen kleineren Lagerstapeln. Diese Durchgänge bieten den großen Vorteil, dass ein besserer Zugriff auf die gelagerten Einheiten besteht.³³

3.2.2 Regallager

Bei der Regallagerung besteht die Möglichkeit mit vielen Regalebenen, die Höhe des Lagers besser zu nutzen. Da jede Einheit über ein eigenes Regalfach verfügt, werden die Einheit nicht direkt übereinander gestapelt. Mithilfe eines Regalsystems kann ein viel höherer Nutzungsgrad der Lagerflächen sichergestellt werden. Ein weiterer großer Vorteil ist, dass der Zugriff auf jede einzelne Einheit möglich ist. Daher sind keine Umlagerungsmaßnahmen nötig.³⁴

3.3 Lagerbewirtschaftung

Für die Bewirtschaftung der Lagerbereiche werden spezielle Fördermittel benötigt. Die Fördermittel dienen zur Bewegung der Güter innerhalb der Lagerzonen und übernehmen somit den innerbetrieblichen Warenfluss. Bei den Flurfördermitteln ist die Klassifizierung in Stetig- und Unstetigförderer möglich.³⁵

3.3.1 Stetigförderer

Stetigförderer sind dafür konzipiert kontinuierlich Güter befördern zu können. Sie sind auf Dauerbetrieb ausgelegt und benötigen kein zusätzliches Bedienpersonal. Die Bestückung der Stetigförderer kann mittels einer speziellen Vorrichtung während dem laufenden Betrieb erfolgen. Häufig kommen Stetigförderer für Schüttgüter, wie zum Beispiel Kohle oder Sand zum Einsatz. Grundsätzlich sind Stetigförderer ortsgebunden. Mithilfe von Stetigförderern können relativ einfach und kostengünstig Distanzen überbrückt werden.

Bei Stetigförderer besteht der Nachteil, dass sie ortsfest sind und daher der Förderweg

³³Hompel und Schmidt 2005

³⁴Pfohl 2010

³⁵Hompel und Schmidt 2005

immer ident ist. Bei Änderungen des Förderweges sind zusätzliche bauliche Maßnahmen notwendig, um den Veränderungen gerecht zu werden. Des Weiteren ist zu beachten, dass nicht alle Güter für den Transport auf Förderbändern geeignet sind. Stetigförderer können nach der Art, der transportierenden Güter klassifiziert werden.³⁶

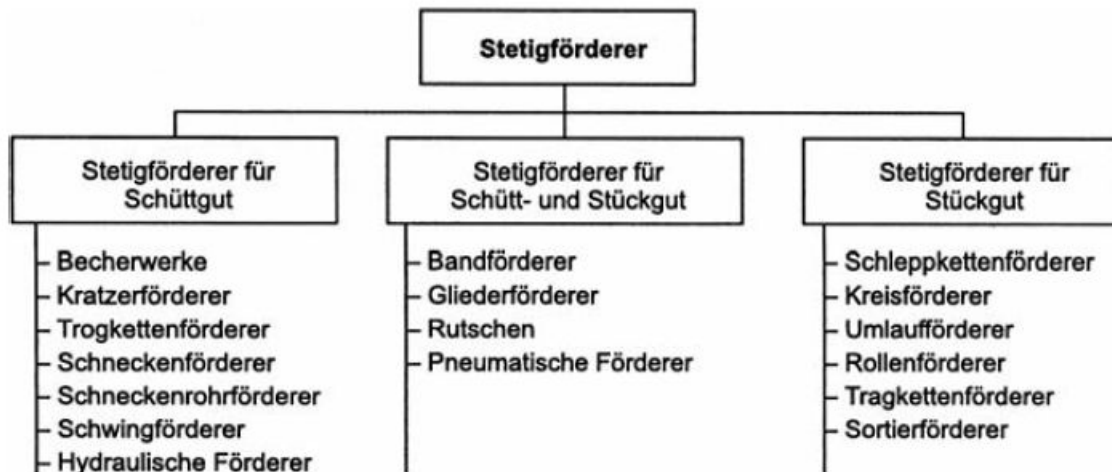


Abbildung 3.2: Klassifizierung der Stetigförderer³⁷

3.3.1.1 Stetigförderer für Schüttgut

Stetigförderer für Schüttgüter zeichnen sich neben der kontinuierlichen Förderung auch durch die Möglichkeit eines vertikalen und horizontalen Transports der Güter aus. Zu diesem Zweck können die Stetigförderer für Schüttgüter in mehrere Arten gegliedert werden.³⁸

- Becherwerke
- Kratzer- und Tragkettenförderer
- Transportmittel mit Schnecken
- Schwingförderer
- Transportmittel mit Luft

3.3.1.2 Stetigförderer für Schütt- und Stückgut

Stetigförderer für Schütt- und Stückgut lassen sich in folgende drei Kategorien klassifizieren:

³⁶Martin 1992

³⁷Martin 2009

³⁸Martin 2009

- Rollenförderer
Bei Rollenförderer besteht die Transportbahn aus aneinander gereihten Rollen. Den Antrieb der Güter am Rollenförderer kann entweder die Schwerkraft bei geneigten Bahnen übernehmen oder durch einen elektrischen Antrieb der Rollen erfolgen. Die Beschaffenheit der zu transportierenden Einheiten entscheidet, ob der Einsatz eines Rollenförderers möglich ist. Die Rollenbahn kann auch die Funktion eines Puffers zwischen den Arbeitsschritten übernehmen.³⁹
- Bandförderer
Bandförderer bestehen normalerweise aus einem Gurt, Riemen, Band oder Drahtgeflecht. Am häufigsten kommt der Gurtförderer zum Einsatz. Das System wird nur mit einem Antrieb in Bewegung versetzt. Das Fördergut muss so beschaffen sein, das es fest am Gurt aufliegt ohne zu walken.⁴⁰
- Kettenförderer
Der Kettenförderer besitzt eine sehr hohe Tragkraft in Verbindung mit geringen Umlenkstrahlen. Des Weiteren können an den Ketten sehr einfach Zusatzelemente befestigt werden, um die Transportfähigkeit der Güter sicherzustellen.⁴¹

3.3.1.3 Stetigförderer für Stückgut

Beim Stückguttransport kommt am häufigsten der Kettenförderer zum Einsatz. Durch die Mitnehmer, welche an den Ketten montiert sind, können die Stückgüter entweder gezogen oder geschoben werden.⁴²

- Schleppkettenförderer
- Tragkettenförderer
- Kreis- und Schleppkreisförderer
- Schaukelförderer/ Umlaufförderer/ Wandertische
- Rollenförderer mit kraft- und formschlüssigen Antrieb

3.3.2 Unstetigförderer

Unstetigförderer sind durch ihren diskontinuierlichen Materialfluss geprägt. Bei den Transporten von Materialien wird von einem Arbeitsspiel gesprochen. Ein Arbeitsspiel besteht aus einer Last- und Leerfahrt. Die Lastfahrt entspricht dem Transport von Waren von

³⁹Hompel und Schmidt 2008

⁴⁰Hompel und Schmidt 2008

⁴¹Hompel und Schmidt 2008

⁴²Martin 2009

einer Quelle zu einem bestimmten Zielort. Im Gegensatz dazu beschreibt die Leerfahrt die Rückkehr des Transportmittels zum Ausgangspunkt ohne Transportgut. Bei Unstetigförderer sind die Arbeitsspiele wichtige Instrumente zur Leistungsmessung. Sie können zwischen flurgebundenen, flurfreien, schienengebundenen oder schienenfreien Transportmittel differenziert werden.

Ein hoher Anteil an unstetigen Fördermitteln benötigen eine manuelle Bedienung der Gerätschaften, daher ist ein Automatikbetrieb meist nur mit sehr viel Aufwand und Kosten zu erreichen. Im Gegensatz zu den Stetigfördermittel verursachen Unstetigförderer höhere Betriebskosten, aber infolge der hohen Einsatzflexibilität haben sie eine große Bedeutung bei den Fördermitteln.⁴³ Kommen Unstetigförderer im Lagerbereich zur Manipulation der Güter zum Einsatz, ist die Spezifizierung der Transportmittel relativ einfach. Je nach Transportgut können die entsprechenden Transportmittel ausgewählt werden. Stehen in einem Bereich mehrere Unstetigförderer zur Verfügung, besteht die Möglichkeit, Transportmittel unterschiedlicher Spezifikationen einzusetzen.⁴⁴ In der folgenden Abbildung 3.3 sind die unterschiedlichen Kategorien von Unstetigförderer inklusive Beispielen abgebildet. Im Anschluss werden diese kurz beschrieben.



Abbildung 3.3: Klassifizierung der Unstetigförderer⁴⁵

3.3.2.1 Hebezeug

Hebezeuge dienen im Lagerbereich zur Überbrückung von vertikalen Distanzen. Je nach Spezifikation der Transporteinheiten können davon unterschiedliche zum Einsatz kommen.

⁴³Martin 2009

⁴⁴Hompel und Schmidt 2008

⁴⁵Martin 2009

Zur Kategorie Hebezeug zählen unter anderem:⁴⁶

- Hubtische
- Paletten- und Behälterheber
- spezielle Vertikalförderer

3.3.2.2 Hängebahnen

Elektrohängenbahnen verfügen über eine Art Schienennetz an der Hallendecke. Zum Transport kommen einzeln angetriebene Lasthaken zum Einsatz, welche häufig über eine Schleifleitung mit Energie versorgt werden. Je nach Spezifikation der Bahn ist der Transfer der Waren zwischen unabhängig operierenden Hängebahnen möglich. Dadurch kann der Materialfluss unterschiedlicher Bereiche miteinander verbunden werden.⁴⁷

3.3.2.3 Kräne

Kräne sind universell einsetzbare Fördermittel, welche nahezu überall zum Einsatz kommen können. Grundsätzlich können Kräne Bewegungen in horizontaler und vertikaler Ebene vollziehen. Je nach Bautart ist der Transport unterschiedlicher Güter möglich. Dazu zählen unter anderem Stück- und Schüttgut als auch sperrige Lasten. Kräne sind flurfreie Fördermittel und ihr Aktionsradius erstreckt sich über die komplette Länge der Kranbahn, daher ist der Arbeitsbereich eingeschränkt. Des Weiteren sind Kräne für eine stetige Förderung von Gütern nicht geeignet.⁴⁸

3.3.2.3.1 Brückenkräne Bei einem Brückenkran sind an den seitlichen Wänden der Halle Schienen angebracht, auf denen der Kran verfahren kann. Damit er sich in zwei Raumachsen bewegen kann, verfügt der Kran über eine Laufkatze an der Krankonstruktion, welche den Kran mit der gegenüberliegenden Kranbahn verbindet.⁴⁹

3.3.2.3.2 Hängekräne Beim Hängekran sind die Laufschiene direkt an der Hallendecke angebracht, dies führt zu einer Vergrößerung des Handlungsspielraums.⁵⁰

3.3.2.3.3 Stapelkräne Stapelkräne verfügen über einen festen verstellbaren Arm zur Aufnahme und Abgabe der zu manipulierenden Güter. Der starre Arm bietet den großen Vorteil, dass es im Gegensatz zu einem Seil betriebenen Kran, zu keinem Pendeln der Last kommen kann.⁵¹

⁴⁶Martin 2009

⁴⁷Hompel und Schmidt 2008

⁴⁸Martin 2009

⁴⁹Hompel und Schmidt 2008

⁵⁰Hompel und Schmidt 2008

⁵¹Hompel und Schmidt 2008

3.3.2.3.4 Portalkräne Portalkrane kommen überall dort zum Einsatz, wo keine Möglichkeit besteht, Laufschiene an Gebäuden zu montieren. Der Portalkran verfügt daher über eigene Stützen, welche am Boden verfahrbar sind.⁵²

3.3.2.4 Flurfördermittel

Zur Kategorie der Flurfördermittel zählen Gabelstapler, Handhubwagen und Kraftkarren. Ihr Einsatzbereich umfasst den Transport von Paletten, Behälter oder andere Güter. Flurfördermittel können über eigene Hebe- und Stapleinrichtungen zur Lastaufnahme und Abgabe verfügen. Grundsätzlich sind sie auf den Transport von Stückgütern ausgelegt und durch spezielle Umbauten ist sogar der Transport von Schüttgütern möglich.⁵³

3.4 Lagerstrategien

Um die Lagerhaltung effizient zu gestalten, wird neben der entsprechenden Hardware auch eine geeignete Strategie benötigt. Es gibt einen Punkt an dem die Optimierung der Hardware infolge physikalischer Gesetze ausgereizt ist. Daher muss die weitere Optimierung des Lagerprozesses den Fokus auf eine optimale Lagerstrategie legen, um weiteres Leistungspotential generieren zu können.

Die Auswahl einer optimalen Strategie ist stark von den Gegebenheiten abhängig. So müssen alle Faktoren und Abhängigkeiten berücksichtigt werden, um aus einer Lagerstrategie eine Effizienzsteigerung zu erzielen.⁵⁴ Für die Bewirtschaftung eines Lagers stehen unterschiedliche Belegungs- und Bewegungsstrategien zur Verfügung. Alle sind auf die Optimierung des Nutzungsgrades und Minimierung der Wege fokussiert.⁵⁵

- **Schnellläuferkonzentration**
Artikel mit einer hohen Umschlaghäufigkeit werden auf die Lagerein- und ausgangsbereiche konzentriert, um die Fahrwege für diese Güter zu minimieren.
- **Feste Lagerplatzzuordnung**
Für sämtliche Produkte im Lager sind eigene Lagerplätze definiert, welche ausschließlich für diese Güter bereit stehen.
- **Chaotische Lagerplatzzuordnung**
Es besteht keine Vorschrift bezüglich der Lagerplatzzuordnung.
- **Zonenweise feste Lagerordnung**
Der Lagerbereich ist in Zonen unterteilt und jede Zone steht für ein konkretes Produkt zur Verfügung.

⁵²Hompel und Schmidt 2008

⁵³Braun 1996

⁵⁴Arnold 2006

⁵⁵Zsifkovits 2013

- Gleichverteilungsstrategie
Identische Produkte werden auf mehrere Lagerbereiche verteilt, um eine höchst mögliche Zugriffssicherheit zu gewährleisten.
- Platzanpassung
Die Lagerplatzzuteilung erfolgt mit dem Fokus auf die minimale Platzverwendung bezogen auf den Lagerplatz.
- Artikelreine/Chargenreine Platzbelegung
Abgegrenzte Lagerflächen stehen nur für eine Produktcharge bereit.
- Artikelgemischte Platzbelegung
Ladeeinheiten verschiedener Artikel dürfen auf einer bestimmten Lagerfläche eingelagert werden.
- Minimierung von Anbruchplätzen
Nicht vollständig gefüllte Lagerplätze werden zuerst für die Auslagerung herangezogen, damit nicht mehrere Lagerflächen nur teilweise gefüllt sind.

Neben der Belegungsstrategie, welche die Lagerplatzzuteilung übernimmt, setzen die Bewegungsstrategien bei der Optimierung der Fahrwege innerhalb der Lagerbereiche an.⁵⁶

- Fahrwegstrategie
Lagerbedienungsgeräte, welche mehr als eine Ladeeinheit transportieren können, kombinieren eine Einlagerung mit einer Auslagerungsfahrt, um den Gesamtweg zu minimieren.
- Umlagerstrategie
Stehen keine Ein- oder Auslagerungen an, so werden Umlagerungsmaßnahmen zur Lageroptimierung durchgeführt.
- Gangwechselstrategie
Um die Anzahl der notwendigen Gangwechsel des Einlagergerätes zu minimieren, werden sämtliche Ein- und Auslagerprozesse für einen bestimmten Zeitraum angeordnet.
- Zuförderstrategie
Um eine höchst mögliche Einlagerleistung zu generieren, erfolgt eine schubweise Versorgung des Einlagergerätes über Zuförderbahnen.
- Abförderstrategie
Artikel, welche dringend benötigt werden, besitzen auf der Abförderstrecke absoluten Vorrang.

⁵⁶Zsifkovits 2013

- strenges FIFO-Prinzip
Beim FIFO-Verfahren besteht die Vorschrift, dass die Auslagerung der Artikel in der selben Reihenfolge, wie bei der Einlagerung erfolgen muss.
- schwaches FIFO-Prinzip
Der Fokus beim schwachen FIFO-Prinzip liegt darin, eine Überalterung der Waren zu vermeiden. Beim strengen FIFO ist es nicht erlaubt, weitere idente Artikel einzulagern, wenn noch Restbestände einer alten Charge vorhanden sind.
- LIFO-Prinzip
Sind die Lagerplätze nur von einer Seite zu bestücken, so müssen die zuletzt eingelagerten Artikel auch als erster ausgelagert werden.

3.5 Identifikation/ Schnittstellen

In der heutigen Zeit wird in der Produktion eine eindeutige Identifikation der Güter benötigt um eine effiziente Prozessgestaltung erzielen zu können. Die Auswahl einer geeigneten Identifikationstechnologie ist von den jeweiligen Anforderungen abhängig. Eine eindeutige Identifizierung der Güter bildet die Grundlage für die Verwaltung, Steuerung und Kontrolle der produktionsbedingten Abläufe.⁵⁷

Ein Identifikationssystem übernimmt neben der Identifikation weitere nützliche Aufgaben. So besteht die Möglichkeit, sämtliche Arbeitsschritte und Warenbewegung zu dokumentieren. Reiht man alle vorgenommenen Aktionen chronologisch aneinander, so ergibt sich der vollständige Informationsfluss für die Güter. Das heißt, dass der Materialfluss durch die Identifikationstechnologie lückenlos widerspiegelt werden kann.

Ein Informationssystem besteht aus einem Informationsträger, der an den jeweiligen Gütern oder Transporteinheiten befestigt ist, sowie geeigneten Datenverarbeitungsgeräten zum Auslesen der gespeicherten Datensätze. Dabei können mehrerer Grundprinzipien bei der Informationstechnik differenziert werden.⁵⁸

- Mechanische Informationsträger
Die mechanischen Informationsträger haben in der heutigen Zeit nur mehr wenig Bedeutung. Zu ihnen zählen Lochstreifen, Stifte und Blechfahnen, welche den Nachteil besitzen, dass sie nur einmal beschreibbar sind.
- Magnetische Informationsträger
Wie aus dem Namen hervorgeht, nutzen Magnetkarten magnetische Felder zur Datensicherung. Magnetkarten weisen eine hohe Aufnahmekapazität auf und sind eher unempfindlich gegenüber Verschmutzungen. Ein Vorteil ist, dass sie über eine sehr

⁵⁷Hompel und Schmidt 2005

⁵⁸Martin 2009

gute Lesbarkeit verfügen. Ein Manko ist der geringe Leseabstand zum Auslesen der Datensätze.

- Optische/elektronische Informationsträger
Anhand eines Laserscanner können die Markierungen an den Gütern gelesen werden.
- elektronische/elektromagnetische Informationsträger
Diese Art der Informationsträger ist heutzutage eine der häufigsten Formen. Die Informationsträger verfügen über einen elektronischen Speicher zur Datenerfassung. Grundsätzlich können zwei Arten unterschieden werden. Bei einer Form sind die Datenträger nur einmal beschreibbar aber beliebig oft lesbar, bei der zweiten Varianten ist zusätzlich die Änderung der gespeicherten Datensätze möglich.⁵⁹

3.5.1 Lesetechnik

Bei den Lesegeräten für die diversen Arten von Codes stehen mobile oder stationäre Geräte zur Verfügung. Das Lesen der Codierung erfolgt durch eine Abtastung der Oberfläche. Diese erfolgt durch eine Beleuchtung mittels Laser oder LED-Lampen und dem dazugehörigen Sensor. Je nach Abtastvorgang können Laser-Scanner wie folgt unterschieden werden:⁶⁰

- Laser-Scanner
 - Punkt-Scanner
 - Linien-Scanner
- Sensor-Scanner
 - Zeilen-Scanner
 - Matrix-Scanner

3.5.2 Codierung

Heutzutage ist die digitale Codierung eine der häufigsten Formen bei der Identifikation der Güter. Diese bietet den Vorteil, dass die gespeicherten Datensätze veränderlich sind. Die digitale Codierung ermöglicht zugleich eine einfache Datenübertragung in das EDV-System, wo die Datenverarbeitung und Speicherung vollzogen wird. Um die Datensätze auslesen zu können, müssen diese zuerst physikalisch erfasst werden. Die Codierung der Waren und das Auslesen der Informationen kann auf mehrere Arten erfolgen, welche im Folgenden einer genaueren Betrachtung unterzogen werden.⁶¹

⁵⁹Martin 2009

⁶⁰Martin 2009

⁶¹Koether 2012

3.5.2.1 Klarschrift und OCR

Die einfachste Form der Identifikation der Güter ist die Verwendung einer Klarschriftkennzeichnung in Buchstaben- und Zahlenform. Sie bietet den großen Vorteil, dass die Kennzeichnung eindeutig durch den Menschen lesbar ist. Die Klarschrift besitzt aber den Nachteil, bei manueller Übertragung in das EDV-System eine potentielle Fehlerquelle darzustellen. Eine automatische Erfassung der Klarschrift ist auch möglich, nur weist diese eine sehr hohe Fehlerquote auf.⁶²

3.5.2.2 Barcode

Der Barcode zählt zu den wichtigsten Identifikationsarten in der Konsumwirtschaft. Nahezu auf jedem Artikel ist ein Barcode zur Identifizierung der Waren vorhanden. Ein Barcode besteht aus einer Abfolge mehrere Balken, in unterschiedlicher Dicke und Farbe. Diese Art der Güterkennzeichnung wird als optoelektronisch lesbare Schrift bezeichnet. Häufig besitzen die Etiketten neben den Barcodes weitere Informationen, welche in Klarschrift abgedruckt sind, damit diese am ersten Blick für Menschen lesbar sind. Bei den Barcodes können folgende Arten unterschieden werden:⁶³

- 1D-Codes
Besteht ein Barcode aus einer Abfolge von vertikal, parallelen Strichen, spricht man von einem handelsüblichen 1D-Code. Bezüglich den einzelnen Strichen ist festzuhalten, dass diese entweder dünn oder dick und bezüglich Farbe, nur weiß oder schwarz sein können.
- 2D-Codes
Bei 2D-Codes können die einzelnen Striche nicht nur vertikal, sondern auch horizontal angeordnet werden. Aus dieser Kombination ergibt sich eine Matrix. Durch die Zweidimensionalität ist das Auslesen der Daten nur mit geeigneten Lesegeräten möglich. Die heutigen Lesegeräte für die 2D-Codes sind zugleich in der Lage auch 1D-Codes auszulesen.
- 3D-Codes
Bei 3D-Codes kommt mit der Farbe eine weitere Komponente hinzu, um die Speicherkapazität des Codes zu vergrößern. Grundsätzlich besteht ein 3D-Code nicht mehr aus einzelnen Strichen. Der Code verfügt über farbige Punkte und Dreiecke, welche zusammengesetzt einen quadratischen Code ergeben.
- 4D-Codes
Der 4D-Code ist eine Erweiterung des 3D-Code um die Dimension Zeit.

⁶²Koether 2012

⁶³Zsifkovits 2013

Barcodes verfügen über unterschiedliche Vor- und Nachteile, welche nun kurz aufgezeigt werden:⁶⁴

- geringe Kosten
- druckbar
- flächendeckend verfügbare, standardisierte Technik
- einheitliche Normierung
- Empfindlichkeit gegen Schmutz
- Lesen nur bei Sichtkontakt
- keine Datenergänzung im Prozess

3.5.2.3 Radio Frequency Identification(RFID)

Entlang der Logistikkette besteht der Bedarf an einem durchgehenden Informationsfluss. Durch den steigenden Speicherbedarf stößt der Barcode an sein Limit in Bezug auf die Speicherkapazität. RFID ist eine funkbasierte Technologie, welche mehr Möglichkeiten der Datenerfassung bietet als die bestehenden Barcodes. Mittels RFID können die aktuellen Standorte und teilweise die Zustände der Güter erfasst und gemessen werden. Ein RFID-System besteht aus einer Sende- und Empfangseinrichtung. Die Sender verfügen über eine integrierte Antenne zur Datenübertragung. Anhand eines Lesegerätes können die gesendeten Daten ausgewertet werden. Ein Sender wird üblicherweise als RFID-Tag bezeichnet. Bei den RFID-Tags stehen zwei Arten in Bezug auf die Beschreibbarkeit zur Verfügung. Es gibt einmal oder mehrfach beschreibbar Speichermedien.⁶⁵

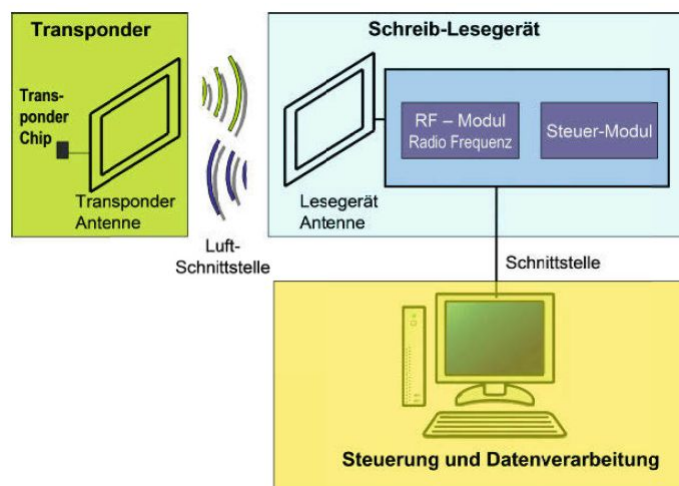


Abbildung 3.4: Elemente eines RFID-Systems⁶⁶

⁶⁴Zsifkovits 2013

⁶⁵Koch 2012

⁶⁶Koether 2012

3.5.2.3.1 aktive und passive Transponder Bei den Transponder kann zwischen aktiven und passiven Modulen unterschieden werden. Beim passiven Transponder liefert das Lesegeräte über ein elektro-magnetisches Feld die nötige Energie für die Datenübertragung. Das gilt sowohl für das Beschreiben und Auslesen des passiven RFID-Tags.

Im Gegensatz zum passiven Tag, verfügen aktive Transponder über eine eigene Stromversorgung und sind daher nicht von einem externen elektromagnetischen Feld abhängig. Die Batteriekapazität beschränkt die Sendedauer des RFID-Tag sehr ein. Die aktiven Transponder besitzen den Vorteil, dass sie über eine hohe Sendereichweite und eine hohe Datenübertragungsrate verfügen.⁶⁷

3.5.2.3.2 RFID Vor- und Nachteile Barcodes und RFID-Systeme sind beide Identifikationssysteme, welche sich in den Funktionen und dem Nutzen erheblich unterscheiden. Daher werden nun die Vor- und Nachteile von RFID-Systemen aufgezeigt.⁶⁸

- Lese-/Schreibmöglichkeit
- Produktidentifikation ohne Sichtkontakt
- Wiederverwendbarkeit
- hohes Datenvolumen
- Lokalisierung von Objekten
- hohe Kosten
- Störung durch Metallumgebung
- Gefahren für Datenschutz
- komplexe Technologie

⁶⁷Koether 2012

⁶⁸Zsifkovits 2013

4 Logistische Kennzahlen

Kennzahlen besitzen in einem Unternehmen einen hohen Stellenwert, wenn es um die Messung der Leistungsfähigkeit geht. Grundsätzlich haben Kennzahlen einen Informationscharakter und dienen zum Vergleich und zur Bewertung einzelner Prozesse.⁶⁹ In der Logistik fallen im Bereich Lager und Distribution eine Vielzahl von Informationen an, welche eine solide Basis für diverse Auswertungen oder Vergleiche bilden. Im Speziellen werden bei Kennzahlen in Bezug auf die Logistikleistungen Datensätze aus den Bereichen Technik, Betriebs- und Volkswirtschaft berücksichtigt. Durch der bereichsübergreifende Betrachtung wichtiger Datensätze sind Kennzahlen in der Lage gute Kosten- und Leistungsrelationen in Bezug auf die Prozessleistung zu liefern.

Logistische Kennzahlen kommen in Unternehmen auf verschiedenen Unternehmensebenen zum Einsatz. Auf der strategischen Ebenen bilden Kennzahlen die Grundlage um die Prozessleistung in Bezug auf einen effizienten Güterfluss zu messen. Im Gegensatz dazu, liegt bei operativen Kennzahlen der Fokus auf der effizienten Steuerung der produktionsbedingten Abläufe.⁷⁰

Logistische Kennzahlen erfüllen in einem Unternehmen unterschiedliche Funktionen. Sie bilden die Grundlage für viele Analysen der Tätigkeiten im Logistikmanagement und -controlling. Kennzahlen helfen bestimmte Prozesse messbar zu machen, dadurch kann die Leistung oder auch die Erreichung von Zielen in Zahlen abgebildet werden. Diese Funktion wird auch Operationalisierung genannt.

Erfolgt eine kontinuierliche Berechnung der Kennzahlen im laufenden Betrieb, so spricht man von einer Anregungsfunktion. Treten unerwartete Abweichungen auf, kann dies der Anstoß zur Einleitung von entsprechenden Gegenmaßnahmen sein.

Auf der strategischen Ebene eines Unternehmens übernehmen die Kennzahlen eine Kontrollfunktion, an denen die Messung sämtlicher operativer Leistungen möglich ist.

Neben den bereits genannten Funktionen erfüllen sie auch noch eine Informations- und Koordinationsfunktion.⁷¹

⁶⁹Koch 2012

⁷⁰Hompel und Schmidt 2008

⁷¹Göpfert 2013

4.1 Kennzahlenbegriff

Eine Kenngröße bewertet zahlenmäßig einen bestimmten Prozess, ohne nähere Hintergrundinformationen zu den Zahlen zu liefern.⁷² Es kann zwischen zwei Arten von Kennzahlen differenziert werden. Es gibt absolute Kennzahlen, welche zum Beispiel als Ergebnis Summen liefern. Zu den relativen Kennzahlen zählen unter anderem Beziehungs-, Gliederungs- oder Indexzahlen. Kennzahlen bieten den großen Vorteil, dass sie schnell und prägnant Informationen liefern. Im Besonderen dienen Kennzahlen als Hilfsmittel bei der Bewertung des operativen Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozess.⁷³

4.2 Kennzahlensysteme

Gruppierte Kennzahlen entsprechen einem Kennzahlensystem, welche die Aussagekraft der einzelnen Kennzahlen in Kombination mit anderen Kennzahlen deutlich verbessern. Die Auswahl der Kennzahlen für ein Kennzahlensystem basiert auf einem vordefinierten Gesamtziel des Prozesses oder Unternehmens. Sämtliche Kennzahlen weisen untereinander bestimmte Abhängigkeiten und Beziehungen auf, somit können Zweideutigkeiten bei der Interpretation verhindert werden.

Bei der Erstellung eines Kennzahlensystems für ein Unternehmen ist ein entscheidender Faktor, dass sich die Kennzahlen erfolgsrelevanten Bereichen auseinandersetzt. Die Berücksichtigung der kritischen Erfolgsfaktoren ist neben den standardmäßigen Kennzahlen, welche fast in jedem Unternehmen zum Einsatz kommen, ein ganz entscheidender Faktor.⁷⁴

4.2.1 Bestehende Kennzahlensysteme

4.2.1.1 Mathematisch verknüpftes Kennzahlensystem

Bei diesem System werden die Ergebnisse der Einzelkennzahlen anhand mathematischer Operatoren miteinander verknüpft. Bei den Ergebnissen selbst entstehen häufig mathematische Brüche, welche in Folge von Rundungen, Ungenauigkeiten bei den Ergebnissen verursachen. An diesem Punkt kommt das mathematisch verknüpfte Kennzahlensystem an seine Grenzen, weil bei der Kennzahlberechnung nur einzelne Prozesse gemessen werden und was dazwischen liegt wird nicht berücksichtigt, daher können nur beschränkt Rückschlüsse aus den Ergebnissen abgeleitet werden.⁷⁵

⁷²Martin 2009

⁷³Koch 2012

⁷⁴Brown 1997

⁷⁵Koch 2012

4.2.1.2 Systematisch verknüpftes Kennzahlensystem

Den Ausgangspunkt bildet hier die Zielsetzung der Managementebene des Unternehmens. Im Anschluss werden von oben nach unten die Ziele der einzelnen Teilsysteme heruntergebrochen. Für die Messung der Teilprozesse müssen auf Basis der Ziele geeignete Kennzahlen zur Anwendung kommen.⁷⁶

4.2.1.3 Empirisch-induktives Kennzahlensystem

Bei diesem Kennzahlensystem liegt der Fokus auf jenen Kennzahlen, welche tatsächlich einen Einfluss auf die Erfolgsziele besitzen. Über einen zweifachen Reduktionsprozess gelangt dieses System bei wichtigen Entscheidungen, anhand der aggregierten Zahlen, von der Realität zur modellierten Prozessdarstellung.⁷⁷

4.2.2 Logistikkennzahlensystem

Ein Logistikkennzahlensystem ist eine spezielle Form eines Kennzahlensystems und befasst sich im Speziellen mit den gesamten Datensätzen eines Fließsystems. Jede Kennzahl liefert ein separates Ergebnis und in der Kombination mit anderen, in Beziehung stehenden Kennzahlen steigert sich die Aussagekraft erheblich.⁷⁸

Logistische Kennzahlensysteme kommen in unterschiedlichen Einsatzfelder zur Anwendung, welche nun im Anschluss kurz beschrieben werden.

4.2.2.1 Planung, Steuerung und Kontrolle logistischer Systeme durch Kennzahlen

Wie bereits erwähnt übernehmen Kennzahlen teilweise Aufgaben der Bereiche Planung, Steuerung und Kontrolle. Die Ergebnisse ermöglichen eine quantitative Beurteilung der Qualität und Effizienz der Prozesse in einem Unternehmen.⁷⁹

4.2.2.2 Verknüpfung von Funktionen im logistischen System durch Kennzahlen

Den Ausgangspunkt bildet eine saubere und vollständige Abbildung des gesamten Fließsystems der Produkte innerhalb des Unternehmens. Auf dieser Basis können die Verknüpfungen der einzelnen Prozesse sauber aufgezeigt werden. Durch das gewonnene Verständnis sollte die Möglichkeit bestehen eventuelle Optimierungspotentiale aufzuzeigen, damit die Wirtschaftlichkeit und Produktivität des Unternehmens sichergestellt wird.⁸⁰

⁷⁶Koch 2012

⁷⁷Koch 2012

⁷⁸Göpfert 2013

⁷⁹Koch 2012

⁸⁰Koch 2012

4.2.2.3 Erfassung und Beseitigung von Störgrößen und Engpässen im logistischen Bereich durch Kennzahlen

Die Kennzahlen können einen Ist-Zustand feststellen und helfen bei der Ableitung neuer Sollgrößen. Des Weiteren helfen sie bei der Umsetzung neuer Maßnahmen und dienen zur Überwachung der Abläufe bis die optimale Lösung erreicht ist.⁸¹

4.2.2.4 Laufender Soll-Ist-Vergleich als Instrument der Unternehmenspolitik

Der Soll-Ist-Vergleich wird auch für die Unternehmensplanung herangezogen. Die Kennzahlen bilden die Grundlage für die Bestimmung der quantitativen Ziele des Unternehmens für zukünftige Perioden.⁸²

Im Anschluss sind Beispiele für standardisierte Kennzahlen angeführt.⁸³

- Lagerfüllungsgrad

$$\text{Anzahl belegter Fächer} / \text{Lagerkapazität} \quad (4.1)$$

- Umschlagsgrad mengenbezogen

$$\text{Auslagerungen} / \text{Lagerkapazität} \quad (4.2)$$

- Umschlagsgrad wertbezogen

$$\text{Gesamtumsatz} / \text{durchschnittlicher Lagerwert} \quad (4.3)$$

- Kosten/Lagerplatz

$$\text{Gesamtkosten} / \text{Lagerkapazität} \quad (4.4)$$

- Lagerreichweite mengenbezogen

$$\text{Aktueller Lagerbestand} / \text{Lagerumsatz} \quad (4.5)$$

- Lagerreichweite wertbezogen

$$\text{Lagerbestand} / \text{Lagerumsatz} \quad (4.6)$$

⁸¹Koch 2012

⁸²Koch 2012

⁸³Hompel und Schmidt 2008

- Kommissionierweg/ Position

$$\text{mittlerer Kommissionierweg/Positionen} \quad (4.7)$$

- Pickdichte

$$\text{Positionenzahl/Zugriffsfläche} \quad (4.8)$$

4.3 Kennzahlen Bewertung

Kennzahlen sind ein wichtiges Instrument zur Messung erbrachter Leistungen in einem Unternehmen. Des Weiteren bieten sie eine gute Vergleichsmöglichkeit und Grundlage für das Setzen neuer Zielgrößen. Der Fokus sollte nicht drauf liegen, so viele Kennzahlen wie nur möglich zu berechnen. Viel mehr geht es darum, dass die fürs jeweilige Unternehmen wichtigen und aussagekräftigen Kennzahlen zur Anwendung kommen. Das heißt, ein ausgewogenes schlankes Kennzahlensystem generiert einen höheren Nutzen als wenn viele teilweise unnötige Kennzahlen berechnet werden.

Zu diesem Zweck wird in größeren Unternehmen eine Balanced Scorecard verwendet. Unternehmen fokussieren sich bei der Kennzahlenberechnung oft nur auf ein paar wenige Bereiche, auch in Bezug auf den Berechnungshorizont werden eher kurzfristige Kennzahlen berechnet. Genau hier hilft die Balanced Scorecard einen ausgewogenen Katalog zu erstellen, mit dem Ziel, sämtliche relevante Bereiche abzudecken und bezüglich zeitlichen Horizont, auch die Unternehmensentwicklung zu berücksichtigen.⁸⁴

⁸⁴Brown 1997

5 Analysen

Am Standort der Voestalpine Schiene in Donawitz erfolgt die gesamtheitliche Produktion des Schienenproduktportfolios der Voestalpine AG.

Auf der hochmodernen Walzstraße können Schienenprodukte bis zu einer maximalen Länge von 120 m produziert werden. Das Vormaterial für die Produkte liefert das eigene Stahlwerk, welches sich am selben Standort befindet, daher ist der zu überbrückende Transportweg nicht all zu groß.

Das angebotene Portfolio umfasst über 100 verschiedene Schienenprofile, sowie weitere Komponenten für die Weichenproduktion.

Durch die hohe Produktvielfalt in Kombination mit den Schienenlängen, lässt sich in Bezug auf die Lagerhaltung rasch erkennen, dass deren Lagerhaltung eine komplexe Aufgabenstellung darstellt.

Im Besonderen liegt der Fokus auf der Minimierung der Lagerdauer zwischen Produktion und Versand. Die Initiierung eines Walzauftrags wird dann ausgelöst, sobald die definierten Walzlose eine Mindestanforderungsmenge erreicht haben.

Daraus resultiert, dass die entsprechende ungebundene Mehrmenge im Lagerbereich gepuffert wird, bis ein weiterer Kundenabruf für diese Spezifikation eintrifft. Des Weiteren wird bei jeder Walzkampagne eine bestimmte Sicherheitsmenge einkalkuliert, um eventuell auftretende Produktionsausfälle verhindern zu können. Durch die Komplexität des angebotenen Produktportfolios resultiert dadurch ein beträchtlicher Lageraufwand.

Jede Zwischenlagerung verursacht einen entsprechenden Platzbedarf, welcher jedoch aufgrund der geografischen Restriktionen, nur bedingt wirtschaftlich erweiterbar ist.

Die Kombination der genannten Einflussfaktoren stellt das Lagermanagement vor große Herausforderungen. Wird die derzeitige wirtschaftliche Entwicklung des Standorts betrachtet, so kann von weiter steigenden Mengen ausgegangen werden. Auch in Bezug auf die Losgrößen geht der Trend immer mehr in Richtung kleinerer Walzlose und höherer Produktvielfalt. Um die Wirtschaftlichkeit des Standorts zu sichern, besteht die Notwendigkeit, die Prozesse den Veränderungen anzupassen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Etablierung von intralogistischen Handlungspotentialen für den Bereich Schienenproduktion der voestalpine AG. Die Grundlage hierfür bildet eine umfassende IST-Analyse der aktuellen Handlungsweisen, angewendeter Strategien und bereits vorhandenen Informationsquellen.

5.1 IST-Analyse

Im einem ersten Schritt wurden sämtliche Informationen aus dem vorhandenen Operativsystem sowie im zweiten Schritt alle Lagerbereiche in Verbindung mit allen vorhanden Aggregaten analysiert.

5.1.1 Analyse der vorgelagerten Prozesse für die Datenakquirierung

Das Vormaterial für eine Schiene wird als Vorblock bezeichnet. Jeder dieser Vorblöcke erhält am Ende der Stranggussanlage im Stahlwerk eine Chargennummer und Vorblocknummer. Diese beiden Nummern begleiten jede Schiene bis zum Ende ihres Produktlebenszyklus. Der Code bildet, bestehend aus der Chargen- und Vorblocknummer, die Basis für die Dokumentation aller Arbeitsschritte und Bewegungen.

Aus den Vorblöcken werden auf der Walzstraße Mehrfachlängen von bestimmten Schienenprofilen hergestellt. Mehrfachlängen bedeutet, dass zum Beispiel in der Produktion eine 120 m lange Schiene hergestellt wird, mit dem Ziel, daraus sechs Schienen mit einer Länge von 20 m zu gewinnen.

Die Walzstraße übermittelt Produktionsdaten an die Adjustage. In diesen Produktionsdaten ist ersichtlich, welche Schienen die Produktionslinien verlassen und welche endgültigen Längen für die Produkte vorgesehen sind. Das Schneiden der Mehrfachlängen fällt in den Zuständigkeitsbereich der Adjustage.

Nach dem Sägeprozess erfolgt eine endgültige Qualitätskontrolle und jede Schiene erhält einen eigenen Barcode. Am Barcode befindet sich eine Laufnummer zur Identifikation. Die Laufnummer besteht, wie bereits erwähnt, aus der Chargennummer und Vorblocknummer und zusätzlich kommt noch die Teilungskennzeichnung hinzu. Die Teilungskennzeichnung resultiert aus der Mehrfachlänge.

Anhand der Laufnummer am Barcode ist die Zurückverfolgung sämtlicher Produktionsschritte bis zur Herstellung des Vorblocks möglich. Innerhalb der Lagerbereiche dient der Barcode zur Aufzeichnung der Bewegungsdaten. Anhand dieser Aufzeichnungen besteht die Möglichkeit, jede Schienenposition im Lager auf Stapelebene zu bestimmen, vorausgesetzt alle Bewegungen wurden durch die Mitarbeiter ordnungsgemäß im System dokumentiert.

5.1.2 Rahmenbedingungen

Aus der Fähigkeit, Schienen mit einer Maximallänge von 120 m herzustellen, resultiert ein entsprechender logistischer Aufwand für den innerbetrieblichen Transport.

Mittels Rollgänge werden die Schienen aus den Produktionshallen zu den jeweils zugeordneten Sägebohrlinien transportiert. Das Sägen und Bohren der Schienen fällt in das Aufgabengebiet der Adjustage. Am Betriebsgelände stehen aktuell drei Sägebohrlinien zur Verfügung, wobei eines dieser Aggregate zur Entlastung bei Auslastungsspitzen eingesetzt wird. Die Belegungsplanung der Aggregate fällt in den Verantwortungsbereich der Meister- und Vorarbeiterebene. Diese erarbeiten ein Anlagenprogramm, in dem die Sägezuteilung für jede Schiene ersichtlich ist. Die auf Kundenlänge zugeschnittenen Schienen fahren über einen weiteren Rollgang in den zugeordneten Lagerbereich, indem sich ein Puffer befindet. Dieser Puffer dient zugleich als Übergabepunkt für die Kräne.

5.1.2.1 Lagerbereiche

Für die Lagerung und Verladung von Schienen ab einer Länge von 60 m stehen am Standort zwei vollautomatische Langschienenläger zur Verfügung. Die Schienen werden ab einer Länge von circa 60 m als Langschienen bezeichnet. Bei den Langschienen ist die Profilvervielfalt kleiner und ermöglicht eine Lagerung mit geringen Produktmix innerhalb eines Stapels. Dies ermöglicht die Durchführung eines Automatikbetriebs.

Am Standort befinden sich drei Kurzschiene nläger, wobei eines keiner regelmäßigen Auslastung unterliegt. Aus diesem Grund liegt der Fokus dieser Arbeit auf den Kurzschiene nläger I und II.

Die beiden Läger sind baulich voneinander getrennt und durch einen Übergabewagen und einen Rollgang miteinander verbunden.

Im Kurzschiene nlager I ist die Einlagerung von Schienen bis zu einer Länge von 63 m und im Kurzschiene nlager II bis 30 m möglich. Die Längeneinschränkung ergibt sich aus den baulichen Gegebenheiten.

5.1.2.2 Halbportalkräne

Pro Lagerbereich sind zwei Halbportalkräne vorhanden, welche auf derselben Kranbahn operieren. Jedem Kran sind folgende 4 Mitarbeiter zugeordnet:

- 1 Kranführer
- 1 Verloader
- 2 Krantransportmänner

Einem Kranführer der den Halbportalkran bedient, einem ersten Verloader der die Verantwortung bezüglich der Tätigkeiten besitzt und zwei Krantransportmänner, welche die

Schienen anschlagen. Die Mannschaften erhalten ihre Aufgaben durch den jeweiligen Vorarbeiter und sind für die Umsetzung der Aufträge selbst verantwortlich. Sie können einen Großteil der Entscheidungen bezogen auf die Lagerplatzzuteilung selbstständig treffen, weshalb hier auf eine dezentrale Lagersteuerung geschlossen werden kann.

Die Schienenläger werden durch die jeweiligen Sägebohrlinien bestückt. Beide Sägen verfügen über einen separaten Puffer für die geschnittenen Schienen. Die Puffer befinden sich im Bereich von Kran I und Kran III, daher besitzen sie auch die Bezeichnung Linienkräne.

Des Weiteren befinden sich in den beiden Läger auch Aggregate zur Veredelung beziehungsweise zur Nachbearbeitung von fehlerhaften Schienen. Die Bestückung dieser Aggregate erfolgt mithilfe der Kräne.

Innerhalb der Kranreichweite befinden sich auch Gleisanlagen, welche zum Versand der Schienen dienen. Der Versand der Produkte erfolgt größtenteils per Bahn. Auch die Aufträge aus Übersee werden mit der Bahn bis zum entsprechenden Hafen abgewickelt.

Ein, im Verhältnis zur gesamten Versandmenge, kleiner Teil wird mittels Lkw versandt. Hierfür steht im Gelände ein eigener Lkw-Verladeplatz zur Verfügung. Die Lkw-Verladung erfolgt mithilfe der Kräne. Vor allem die Produktpalette der Rillenschienen wird häufig per Lkw versendet. Rillenschienen haben ihre Verwendung in den Gleisanlagen von Straßenbahnen, welche sich häufig im innerstädtischen Bereich befinden, daher werden sie häufig mit dem LKW zum Bestimmungsort transportiert.

5.1.3 Produktionsabläufe

Nachdem die Schienen das Walzwerk verlassen haben und bei der Säge auf die gewünschte Kundenlänge zugeschnitten wurden, erfolgt am Sägepuffer eine manuelle Qualitätskontrolle.

Die Kontrolle dient der Entscheidung, ob die Schienen für den Versand die gewünschte Qualität aufweisen oder eine Nachbearbeitung nötig ist.

Ist die Prüfung abgeschlossen bzw. sind die Schienen freigegeben, stehen diese zur Manipulation durch einen Kran bereit. Nachdem die Puffer nur eine bestimmte Kapazität aufweisen, besteht die Notwendigkeit, bei laufender Produktion, diese ständig zur leeren, damit es nicht zu einer Unterbrechung des Produktionsflusses kommt. Daraus ist bereits ersichtlich, dass der Linienbetrieb immer Vorrang hat und ein Kran mit der Begleitung der Linie beauftragt ist. Diese Priorität ist notwendig um den Produktionsfluss aufrecht zu erhalten.

Um die Produktionsabläufe nicht zu behindern, besteht die Notwendigkeit für den Einlagerungsprozess entsprechende Lagerplätze vorzubereiten.

Das heißt, die Mitarbeiter vor Ort überprüfen potentielle Lagerplätze und leiten wenn

notwendig Umlagerungsmaßnahmen ein, damit die Lagerung eines Loses an einem Platz erfolgen kann.

Müssen bestimmte Schienen für den Versand vorbereitet werden, so gilt es zuerst die benötigten Schienen freizulegen, wenn diese durch anderen Schienen belegt sind. Daraus resultiert wiederum ein zusätzlicher Mehraufwand bei der Umlagerung. Die umzulagernden Schienen benötigen einen neuen Lagerplatz für die gesamte Auftragsmenge. Sind keine freien Flächen vorhanden, ist es notwendig die Schienen auf einen bestehenden Stapel einzulagern.

Die Aufgaben der Kräne beinhalten neben der Begleitung der Produktion und Versorgung der Aggregate auch die Durchführung aller Versandtätigkeiten. Damit die Schienen auf Waggons transportfähig sind, bedarf es speziellen Vorrichtungen zur Ladegutsicherung. Der Rüstvorgang dieser Vorrichtungen wird im Unternehmen als Waggonvorbereitung bezeichnet und ist für jede Ladung notwendig. Ist der Rüstvorgang abgeschlossen, können die entsprechenden Mengen verladen werden. Nach Abschluss aller Maßnahmen in Bezug auf die Transportsicherheit, kann die Ladung das Werk in Richtung Kunden verlassen.

5.1.4 Aktuelle Lagerstrategie

Aufgrund der hohen Produkt- und Längenvielfalt kommt aktuell die chaotische Lagerhaltungsstrategie zur Anwendung, weil infolge der vielen Produktvarianten und dem beschränkten Lagerplatz die Umsetzung einer alternativen Lagerstrategie sehr schwer zu realisieren wäre. Grundsätzlich bestehen keine Einschränkungen bei der Lagerplatzzuteilung. Infolge der hohen Produktvielfalt und der beschränkten Lagerflächen kommt es in der Lagerhaltung zu Konfliktsituationen. Bei der Bestimmung des Lagerplatzes wird versucht die Schienen so zu stapeln, dass der Versandtermin von der Stapelspitze bis nach unten zunimmt, mit dem Ziel, den Umlagerungsaufwand zu minimieren. Infolge des aktuell sehr hohen Lagerstandes nehmen die Konfliktsituationen in Bezug auf die Wahl des optimalen Lagerplatzes zu. So müssen suboptimale Lagerplatzzuordnungen in Kauf genommen werden, um den Linienbetrieb nicht zu gefährden.

Aus Sicherheitsgründen existieren bestimmte Regeln bei der Stapelerstellung. So gilt zum Beispiel die Regel, dass die Schienenlänge nach oben nicht zunehmen darf. Aus der Kombination dieser Faktoren steigt der Umlagerungsaufwand stetig und führt zu einer unnötigen Belegung der Kräne. Oft besteht die Notwendigkeit, Prioritäten zu setzen und bei der Erbringung anderer Aufgaben eine Verzögerung in Kauf zu nehmen.

5.2 Prozessanalyse Adjustage

Eine lückenlose Analyse der aktuellen Situation und Handlungsweisen der Mitarbeiter dient der Auffindung von Problemfeldern oder suboptimaler Prozessabläufe. Für die durchgeführte Erfassung der potentiellen Handlungsfelder wurde eine empirische Erhebung in Form einer Mitarbeiterbefragung bzw. eines Interview gewählt. Das Hauptaugenmerk liegt in der Erfassung potentieller Problemfelder. Der Fragebogen wurde in fünf Teilbereiche gegliedert und zwecks der Wahrung einer objektiven Betrachtungsweise sehr allgemein formuliert. Beginnend von der Prozessbeschreibung über die aktuellen Handlungsweisen bis zu den Verbesserungspotentialen der Mitarbeiter sind alle wichtigen Teilbereiche abgedeckt. Das Ziel des Fragebogens ist es, anhand der gewonnenen Daten entsprechende Maßnahmen ableiten zu können und den entsprechenden Problemen entgegenzuwirken oder diese ganzheitlich zu vermeiden.

Zum befragten Personenkreis gehören die Mitarbeiter der Kranmannschaften, Vorarbeiter sowie die verantwortlichen Verlademeister. Prinzipiell besitzen die Mitarbeiter unterschiedlicher Ebenen auch differenzierte Sichtweisen bezüglich der einzelnen Prozesse. Das ist ein Resultat aus den unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen an jedem Arbeitsplatz. Durch die Berücksichtigung aller unterschiedlicher Sichtweisen, sollte es möglich sein, ein globales Verständnis über die einzelnen Prozesse zu erhalten.

Im folgenden Abschnitt sind die fünf Teilbereiche, inklusive Teilfragen, ersichtlich. Der Aufbau und die Gliederung sind bewusst so gewählt, dass ein gewisses Gesprächsklima entsteht, wo die Mitarbeiter frei über ihre Probleme bei der aktuellen Prozessumsetzung sprechen können, mit dem Ziel, jedes auch noch so kleine Problem oder Bedürfnis der Mitarbeiter zu erfassen.

5.2.1 Fragebogen

- Nach welchen Gesichtspunkten wird aktuell der Lagerplatz bestimmt? Welche Informationen stehen hierfür zur Verfügung und werden bei der Lagerplatzwahl berücksichtigt? Wer trifft die Entscheidung über die Lagerplatzzuordnung?
- Werden mit der aktuellen Prozessumsetzung die geforderten Ziele erreicht? Welche Probleme treten dabei auf?
- Bleibt neben den produktionsbedingten Tätigkeiten genügend Zeit, für die Ausgestaltung des Lagermanagement? Werden die Synergiepotentiale zwischen den verschiedenen, agierenden Schichten genutzt?

- Welche Potentiale bestehen hinsichtlich einer effizienten Ablaufgestaltung? Wie könnte ein perfekter Arbeitsablauf aussehen?
- Wie wird die neue Funktion Einlagerstrategie für die Lagerplatzwahl angenommen? Wie sieht es mit dem Zugang und Verfügbarkeit aus? Welche Verbesserungspotentiale bestehen bei der aktuellen Umsetzung?

Wie eingangs erwähnt, nimmt die erste Frage Bezug auf die aktuelle Handlungsweisen in der Adjustage. Diese Frage lässt Rückschlüsse zu, ob tatsächlich alle Mitarbeiter annähernd nach denselben Prinzipien arbeiten und ein standardisierter Prozess vorherrscht. Darauf aufbauend, sollten die Mitarbeiter die Möglichkeit besitzen, ihre subjektive Meinung bezüglich dem aktuellen Arbeitsablauf kund zu tun und die bestehenden Problemfelder anzusprechen.

Um geeignete Maßnahmen für das Lagermanagement erarbeiten zu können, ist es sehr wichtig, die Aktivitäten bezüglich dieser Thematik zu erfassen und genauer zu analysieren. Infolge des Vierschichtbetriebes spielt die schichtübergreifende Zusammenarbeit und Abstimmung eine gewichtige Rolle. Daher muss diese Thematik im Speziellen genauer betrachtet werden.

In vielen Situationen machen sich bereits die Mitarbeiter einige Gedanken, wie die aktuellen Problemfelder aktiv zu verhindern wären, daher darf diese Frage nicht fehlen. Erwartungsgemäß sind nicht alle Ideen der Mitarbeiter praktikabel, aber trotzdem ist es wichtig, alle Verbesserungsmaßnahmen zu erfassen.

Erst seit kurzer Zeit steht den Mitarbeitern ein Softwaretool zur Unterstützung bereit, welches in der Befragung nicht fehlen darf. Die neue Einlagerstrategie ist das erste Hilfsmittel, das als Unterstützung bei der Lagerplatzauswahl die Mitarbeiter unterstützt. Infolgedessen wird es sehr interessant sein, wie dieses Tool von den Mitarbeitern angenommen wird und welche Meinung sie dazu vertreten. Des Weiteren sollten die Mitarbeiter auf mögliche Verbesserungen oder Fehler hinweisen, um die Einlagerstrategie entsprechend weiterentwickeln zu können.

Insgesamt wurden 14 Mitarbeiter anhand dieses Fragebogens interviewt und im Anschluss die gewonnen Ergebnisse aufbereitet. Sämtliche Befragungen wurden anonym durchgeführt.

Positiv zu erwähnen ist, dass die Bereitschaft der Mitarbeiter in Bezug auf die freiwillige Teilnahme sehr groß war.

Es hat sich herauskristallisiert, dass der Großteil der genannten Problemfelder miteinander korreliert.

5.2.2 Ergebnisse

Infolge der sehr allgemeinen Formulierung der Fragestellungen, bestand die Notwendigkeit, die gewonnenen Informationen entsprechend aufzubereiten. Zu diesem Zweck wurden die genannten Problemfelder einer Gruppierung unterzogen. Insgesamt konnten die gesammelten Informationen in sechs Teilbereiche zusammengefasst werden. Jeder dieser Teilbereiche verfügt über drei Unterpunkte, um auch alle gesammelten Informationen richtig zuordnen zu können.

Für weitere Analyseschritte wurde es notwendig, eine geeignete Gewichtung der Probleme zu finden. In diesem Fall lag es nah, die Häufigkeit der Nennung von Problemen als Gewichtung zu verwenden. Je häufiger eine Problematik genannt wurde, desto schwerwiegender oder aktueller ist grundsätzlich das Problem.

Wobei hier anzumerken ist, dass wenn sich ein Mitarbeiter zu einem der Teilbereiche geäußert hat, durchaus die Möglichkeit bestand, auch zu mehreren Unterpunkten pro Bereich Stellung bezogen zu haben.

Die relative Nennung pro Teilbereich bedeutet, dass sich entsprechend viele Mitarbeiter zu dieser Thematik geäußert haben.

Zuerst wurden anhand der gesammelten Daten von den Einzelgesprächen festgestellt, wie viele Mitarbeiter zu einem der sechs Teilbereiche Stellung genommen haben. Daraus ist ablesbar, welche Gewichtung jeder Teilbereich grundsätzlich aufweist.

Handlungsbereiche	
1. Lagersituation	8/14
1.1. Die angespannte Lagersituation stellt die größte Herausforderung dar → Eingrabetiefe → beschränkte Lagerkapazität	5/14
1.2. Die zunehmende Längenvielfalt in den beiden Läger führt zu weiteren Problemen	4/14
1.3. Produktionsbedingte Mehrmengen verbleiben häufig ungebunden im Lager	2/14
2. Mobile Lagerverwaltung	2/14
2.1. Hubaufzeichnungen sind teilweise fehlerhaft (nicht alle Hübe ordnungsgemäß gescannt)	2/14
2.2. PDAs funktionieren nicht immer (Akku- und Empfangsprobleme)	1/14
2.3. Nicht jeder Mitarbeiter hat einen PDA-Zugang	1/14
3. Auslastung der Kapazitäten	11/14
3.1. Die Auslastung von Kran 3 ist teilweise am Limit (infolge der vielen Tätigkeiten)	3/14
3.2. Infolge der teilweisen hohen Auslastung können nicht immer alle Aufgaben erfüllt werden	3/14
3.3. Ablaufbedingt ist nicht immer genügend Zeit, sich um das Lagermanagement zu kümmern	11/14
4. Planung	10/14
4.1. LKW-Schienen im Schienenlager 1 bereiten einen deutlichen Mehraufwand (Übersteller)	5/14
4.2. Die Waggonverfügbarkeit ist nicht immer gewährleistet	7/14
4.3. Teilweise mangelhafte Vorbereitungsmaßnahmen (Ausgraben benötigter Schienen) bezüglich Ladungen verursachen unnötige Verzögerungen und Wartezeiten der LKWs	2/14
5. Aktuelle Handlungsweise	3/14
5.1. Nicht optimale Stapelgrößen verschwenden unnötig Platz und reduzieren den Handlungsspielraum	2/14
5.2. Falsch zusammengebaute Schienenzangen stellen Sicherheitsrisiko dar (kommt häufig bei A-symmetrischen Zangen vor)	2/14
5.3. Der vergrößerte Sicherheitsabstand beider Kräne im Schienenlager 2 erhöht die gegenseitige Blockade	1/14
6. Kommunikation/Motivation	9/14
6.1. Schlecht informierte oder vorbereitete 1. Verlader	2/14
6.2. Unmotivierte oder überforderte Mitarbeiter	4/14
6.3. Die schichtübergreifende Zusammenarbeit/Abstimmung ist verbesserungswürdig (stark mitarbeiterabhängig)	8/14

Abbildung 5.1: Ergebnis Befragung⁸⁵

Um dieses Ergebnis grafisch zu verdeutlichen wurde ein Pareto-Diagramm ausgewählt. Anhand des Pareto-Diagrammes lässt sich die Bedeutung der einzelnen Handlungsfelder darstellen. Diese Analyse erlaubt einen umfassenden Blick auf jene Problembereiche, welche laut den Mitarbeitern die größten negativen Auswirkungen auf ein möglichst effizientes Lagermanagement aufweisen.

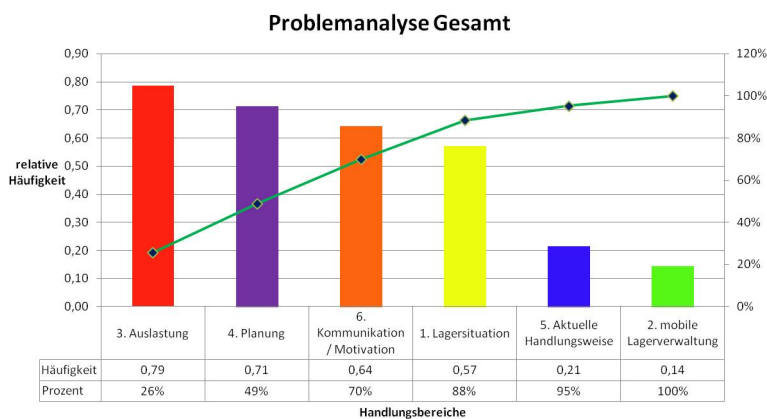


Abbildung 5.2: Parteo-Diagramm⁸⁶

Im Diagramm 5.2 ist das Ergebnis auf Basis der Teilbereiche ersichtlich. Daraus lässt sich eruieren, dass vier der sechs Bereiche den größten Teil der Probleme verursachen. Anhand dieser Grafik sind aber keine Rückschlüsse auf die genauen Gründe für jedes Handlungsfeld möglich. Daher bestand der Bedarf, diese Auswertung auf Basis der Einzelargumente je Problemfeld zu erstellen. Diese Grafik weist einen viel höheren Informationsgrad auf und daraus können erste Rückschlüsse bezüglich nötiger Handlungsfelder gezogen werden.

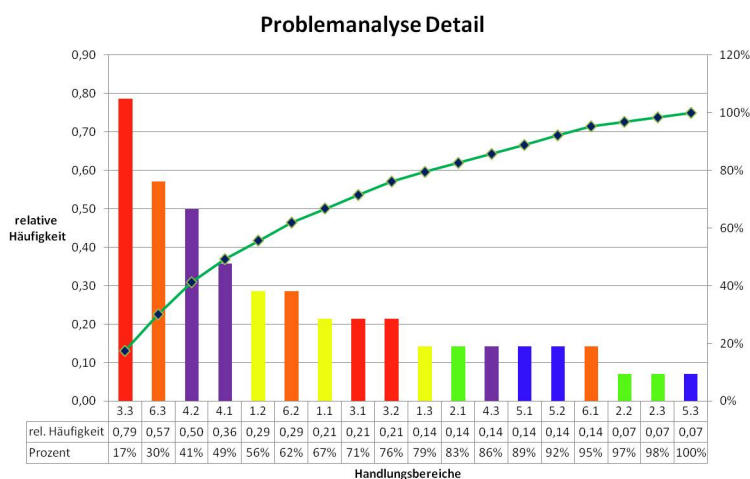


Abbildung 5.3: detailliertes Parteo-Diagramm⁸⁷

⁸⁵selbst erstellte Tabelle

⁸⁶selbst erstellte Tabelle

⁸⁷selbst erstellte Tabelle

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse lassen sich die Handlungsfelder erkennen, welche für einen effizienteren Ablauf umgestaltet werden müssen.

Der größte Handlungsbedarf besteht in Bezug auf die Auslastung der Mitarbeiter. Infolge der vielen ablaufbedingten Tätigkeiten bleibt den Mitarbeitern nicht genügend Zeit, das Lagermanagement effizient zu betreiben. Der Grund hierfür resultiert aus dem hohen Output der Sägebohrlinien in Verbindung mit dem aktuell sehr hohen Lagerbeständen. Der hohe Lagerstand verursacht einen hohen Aufwand für Umlagerungsmaßnahmen innerhalb des Lagers. Während des Umlagerungsprozesses ist der Halbportalkran belegt und steht somit nicht für andere wertschöpfende Tätigkeiten zur Verfügung. Die angesprochene Problematik der mangelnden Vorbereitungsmaßnahmen von Ladungen steht in direkter Verbindung zum hohen Lagerbestand.

Unter den Problemfeldern können gewisse Abhängigkeiten vorherrschen und dadurch besteht auch die Wahrscheinlichkeit, dass sich eventuelle Verbesserungspotentiale auf mehrere Handlungsfelder auswirken können. Aus diesem Grund müssen die bestehenden Beziehungen zwischen den Bereichen genau analysiert werden. Auf Basis der einzelnen Abhängigkeiten besteht die Möglichkeit, durch Anpassungen der Handlungspotentiale, gleich mehrere positive Effekte für unterschiedliche Bereiche zu erzielen.

Im Pareto-Diagramm sind auch Probleme aufgelistet, welche externer Natur sind. Der Grund hierfür liegt in der allgemeinen Formulierung des Fragebogens, aber für den ausführenden Mitarbeiter ist es unerheblich, welche Zuständigkeit für die einzelnen Problemfelder bestehen.

Zum Beispiel hängt die Waggonverfügbarkeit von einem externen Partner ab und um dieses Problem zu lösen, muss mit dem jeweiligen Vertragspartner ein gemeinsames Lösungskonzept erarbeitet werden.

6 Kennzahlen

Ein Hauptaugenmerk bei dieser Arbeit liegt darin, Handlungspotentiale aufzuzeigen, welche der Optimierung der aktuellen Prozessumsetzung dienen. Die Grundlage für die Messung der Effizienz der einzelnen Prozesse bilden spezifische Kennzahlen.

Nur anhand dieser ist der Vergleich von Leistungsparameter zahlenmäßig möglich. Daher besteht die Notwendigkeit, aussagekräftige Kennzahlen zu entwickeln, um einerseits den aktuellen Prozess messbar zu machen und andererseits eine Grundlage für zukünftige Optimierungen zu schaffen.

6.1 Kennzahlen Entwicklung

Aktuell gibt es, im Gegensatz zu den anderen Aggregaten, für die vier Halbportalkräne keine aussagekräftigen Kennzahlen. Hier ist aber zu erwähnen, dass bereits Daten in Bezug auf die Krantätigkeiten gesammelt, aber aktuell keiner Auswertung unterzogen werden. Standardisierte Kennzahlen in Bezug auf die Lagerhaltung haben im Falle der Voestalpine Schiene in Donawitz keine große Bedeutung. Angesichts der angespannten Lagersituation sind spezielle Daten bezüglich konkreter Prozesse sehr viel aussagekräftiger und aufschlussreicher.

Infolgedessen lag der Fokus bei der Kennzahlenentwicklung zuerst auf der Sichtung aller Daten, in welchen bereits eine Sammlung vorhanden war.

6.1.1 Hubauswertung

Zu Beginn dieser Arbeit gab es keine Kennzahlen in Bezug auf die vorhandenen vier Halbportalkräne. Da jedoch sämtliche Schienenmanipulationen innerhalb des Lagerbereiches mithilfe der Kräne durchgeführt werden, war es nötig, geeignete Kennzahlen für die Halbportalkräne zu entwickeln.

Da es sich beim Schienenlager der voestalpine Schiene um kein standardisiertes Lager handelt, wäre die Aussagekraft von handelsüblichen Kennzahlen äußerst beschränkt. Die angebotene Produktvielfalt und auch Längenvielfalt unterscheidet das Schienenlager von anderen Lager mit standardisierten Einheiten. Durch die hohe Längenvielfalt gestaltet sich die Lagerhaltung sehr komplex.

Im Schienenlager spielt die Lagerumschlagshäufigkeit eher eine untergeordnete Rolle, daher musste im Vorhinein bestimmt werden, in welche Richtung die Kennzahlen Ergebnisse liefern sollten.

Schnell wurde klar, dass Informationen bezüglich der Tätigkeiten und Auslastungen der Kräne entscheidende Faktoren sind, um einen Leistungsnachweis für die Kräne ableiten zu können. Im Schienenlager steht seit ein paar Jahren eine mobile Lagerverwaltung zur Verfügung. Diese hat den Zweck alle Schienenbewegungen innerhalb der Lagergrenzen zu protokollieren, damit zu jedem Zeitpunkt bekannt ist, wo sich die Schienen genau befinden.

Jede Schiene, welche die Produktion verlässt, erhält bei der abschließenden Qualitätskontrolle einen Barcode. Mit diesem Barcode besteht die Möglichkeit alle Schienen eindeutig zu identifizieren. Daher bildet der Barcode den Ausgangspunkt für alle Aufzeichnung der Manipulationen.

Für die Datenerfassung steht dem Bedienpersonal ein portabler Barcodescanner zur Verfügung. Vor der Manipulation einer Schiene wird der Barcode mit dem Scanner erfasst und an den Kran gesendet. Nachdem der Kranführer seinen Hub abgelegt hat, muss er den Hub systemtechnisch am jeweiligen Lagerplatz verbuchen. Somit ist die vollständige Erfassung aller Lagerortänderungen bis zum Verlassen des Werksgeländes sichergestellt. Die Datenbank der Hubaufzeichnungen bildet eine perfekte Grundlage für die Entwicklung der Kennzahlen. Ein großer Vorteil ist, dass die Daten seit der Einführung des Systems gespeichert wurden und somit eine rückwirkende Analyse möglich ist.

Nach eingehender Analyse der vorhandenen Aufzeichnungen wurde deutlich, dass die Option besteht, die einzelnen Hübe zu klassifizieren und diese auszuwerten. Das Ziel war, Aussagen über die Tätigkeitsverteilung in Bezug auf die Manipulationsart treffen zu können.

Das Ergebnis sollte für jeden Kran die Anzahl der Hübe und die Art der Manipulationen bezogen auf ein Geschäftsjahr liefern. Die Anzahl der Schienen pro Hub variiert oft sehr stark, daher wurde am Anfang die Manipulation jeder einzelnen Schiene als kleinste Einheit definiert. Durch die Einzelbetrachtung können Absolutzahlen generiert werden.

Nachdem sämtliche Daten gesichtet wurden, musste eine geeignete Klassifizierung erarbeitet werden. Wenn die Schienen die Produktion verlassen und einer abschließenden Kontrolle unterzogen wurden, stehen die Schienen für den Krantransport zur Verfügung. Vom Übergabeort können die Schienen direkt verladen, im Lager eingelagert oder an vorhandenen Aggregaten weiterbearbeitet werden. Schienenbewegungen aus dem Lager können entweder in Richtung Verladung oder Nachbearbeitung erfolgen.

Nicht alle produzierten Schienen entsprechen sofort den geforderten Kundenspezifikationen. Aus diesem Grund stehen innerhalb der Lagerbereiche geeignete Nachbearbeitungs- und Veredelungsaggregate zur Verfügung. Besteht eine Nachbearbeitungs- oder Veredelungsbedarf, so müssen die betroffenen Schienen bis zum Versand die vorgeschriebenen

Aggregate durchlaufen.

Aus diesen Bewegungsarten lässt sich folgende Hubklassifizierung ableiten:

- Einlagern
Das Einlagern beschreibt sämtliche Tätigkeiten, wo Schienen auf einen Schienenstapel im Lager abgelegt werden.
- Auslagern
Beim Auslagern gibt es die Differenzierung zwischen direkt und indirekt.
 1. direkt
Die Auslagerung erfolgt direkt ohne Zwischenlagerung.
 2. indirekt
Die indirekte Auslagerung beschreibt das Auslagern von Schienen aus dem Lager.
- Umlagern
Schienenmanipulationen von einem Stapel auf einen anderen Stapel ohne wertschöpfende Tätigkeiten zählen zur Umlagerung.
- Nachbearbeitung
Unter Nachbearbeitung fallen alle Schienenhübe zu Nachbearbeitungs- oder Veredelungsaggregaten.

6.1.2 Betriebsmittelzeitgerüst

Neben der Schienenmanipulation müssen die Kräne weitere Aufgabenfelder begleiten. Durch die mobile Lagerverwaltung können die zeitlichen Aufwände für die Schienenmanipulation erfasst und ausgewertet werden. Bei den restlichen Aufgabenbereichen sind aktuell keine Aufzeichnungen möglich, weil aktuell keine Basis für die Datenaufzeichnung vorhanden ist. Es besteht der Bedarf, eine Basis für die Datenerfassung zu schaffen, um die tatsächliche Auslastung der Halbprotalkräne zu dokumentieren. Für diesen Zweck bietet sich ein Betriebsmittelzeitgerüst an. Anhand des Betriebsmittelzeitgerüsts ist die Analyse der zeitlichen Aufwandsverteilung und Auslastung möglich. Diese Daten dienen zum besseren Verständnis der Prozesse und bilden die Grundlage für die Ableitung von Handlungspotentialen. Detaillierte Information zum Betriebsmittelzeitgerüst für Kräne gibt es unter Punkt 7.4 der Handlungspotentiale

6.1.3 Bewegungsprofil Schienen

Der Fokus liegt in der Optimierung der Lagerhaltung auf der Reduktion der internen Schienenmanipulationen. Daher ist es wichtig, die aktuellen Bewegungsverläufe zu analysieren.

Das Bewegungsprofil startet mit dem ersten Scannen beim Übergabepunkt und endet mit der Ausbuchung der Schiene im System beim Versand.

Anhand der Quelle-Senke-Beziehung kann für jede Schiene das Bewegungsprofil im System aufgezeigt werden. Diese Analyse ist vor allem für einzelne Schienen im Lager interessant, welche sich schon länger im Lager befinden, keinen Abnehmer besitzen und infolge der beschränkten Lagerplatzsituation öfter innerhalb des Lagers einen Umlagerungsaufwand verursachen. Nachdem die Schiene keinen Abnehmer findet und nur zusätzliche Aufwände verursacht, ist die Möglichkeit einer Verschrottung zu prüfen.

6.1.4 Berichtswesen

Wie bereits erwähnt, werden diverse Daten im System gesammelt. Je nach Bedarf und Abteilung kann die Abfrage und Auswertung dieser Daten erfolgen. Zu diesem Zweck besteht die Möglichkeit standardisierte Berichte zu erstellen. Nachdem in Bezug auf die Schienenmanipulation sämtliche Bewegungen einer Hubart zugeordnet wurden, ist ab sofort ein Bericht über die Leistungsbilanz der einzelnen Schichten verfügbar. Im Detail des Berichtes können sämtliche Aufwendungen je nach Hubart abgelesen werden.

6.2 Auswertung Kennzahlen

Im Rahmen der Entwicklung von geeigneten Kennzahlen für die Leistungserstellung der Halbportalkräne ist bereits eine Klassifizierung der Hubarten erfolgt. Im nächsten Schritt erfolgte die Zuordnung der einzelnen Hübe in die richtige Kategorie. Anhand dieser Klassifizierung wurde in Kooperation mit der internen IT-Abteilung die entsprechende Abfrage generiert. Um das gewünschte Ergebnis zu erzielen wurde die Abfrage ständig weiterentwickelt.

Auf Basis dieser Abfrage konnten die Datensätze der mobilen Lagerverwaltung rückwirkend mit Beginn des Jahres 2010 erstmals einer Auswertung unterzogen werden.

In den folgenden Abbildungen sind die Manipulationsaufwände für die einzelnen Schienen in absoluten Zahlen dargestellt. Nur auf Basis jeder manipulierten Schiene besteht die Möglichkeit, eine Aussage über die bisher transportierten Mengen zu treffen. Bei einer Auswertung auf Hubbasis ist es derzeit nicht möglich die Anzahl der Schienen je nach Hub zu bestimmen.

6.2.1 Schienenmanipulationen zwischen den Geschäftsjahren 2010/11 bis 2014/15

Im folgenden Abschnitt werden die Manipulationsaufwände der vier Kräne im direkten Vergleich der einzelnen Geschäftsjahre aufgezeigt. Im Anschluss folgen die detaillierten Analysen bezogen auf jeden einzelnen Kran.

6.2.1.1 Gesamtverteilung

Anhand der neuen Abfrage konnten die Datensätze seit Beginn der Aufzeichnungen rückwirkend einer Analyse unterzogen werden.

Nach einer gewissen Lern- und Eingewöhnungszeit waren die Mitarbeiter mit dem neuen System vertraut, sodass sämtliche Bewegungen ordnungsgemäß erfasst wurden und die Fehlerquote stark reduziert werden konnte.

GJ	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	Stück
Kran 1	160.709	174.448	166.664	167.736	169.179	838.736
Kran 2	106.570	115.543	118.665	124.052	108.478	573.308
Kran 3	173.584	188.839	175.550	202.983	202.401	943.357
Kran 4	113.689	124.334	122.030	146.334	130.683	637.070
Stück	554.552	603.164	582.909	641.105	610.741	
Gesamt:						2.992.471

Tabelle 6.1: Gesamtverteilung Schienenmanipulation⁸⁸

Aus der Tabelle lässt sich erkennen, dass seit der Einführung der mobilen Lagerverwaltung im Jahre 2010 bis zum Ende des letzten Geschäftsjahres fast 3 Millionen Schienen in den beiden Lägern befördert worden sind. Im folgenden Diagramm sind diese Werte nochmals grafisch dargestellt.

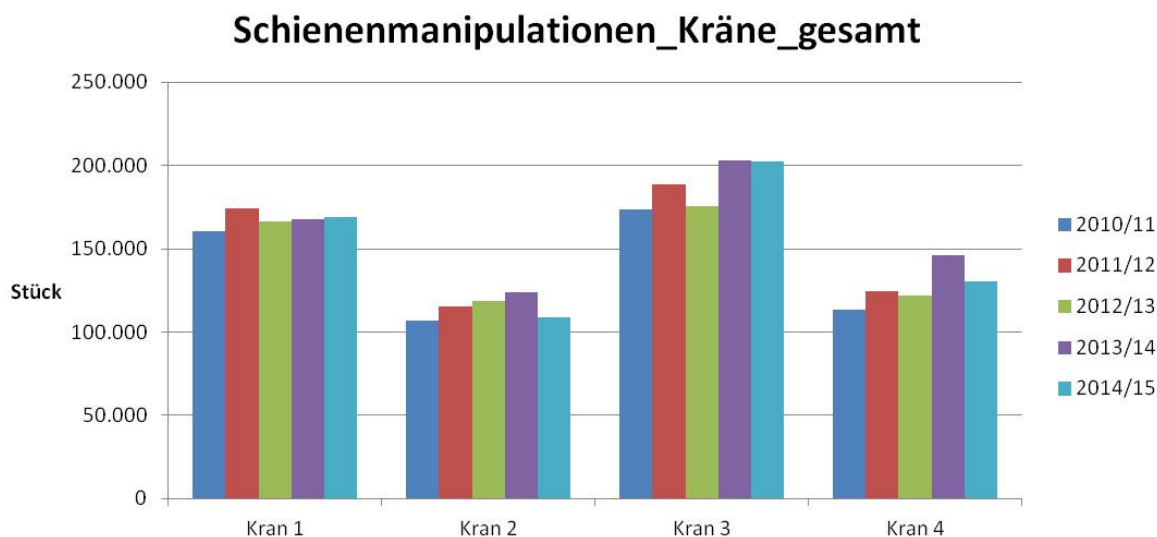


Abbildung 6.1: Gesamtverteilung Schienenmanipulation⁸⁹

Kran I und Kran III haben deutlich mehr Schienenmanipulationen durchgeführt als die restlichen beiden Kräne, dies ergibt sich aus der Tatsache, dass es sich um die beiden Linienkräne handelt.

6.2.1.2 Schienenmanipulation Kran I

Grundsätzlich sind die bewegten Mengen über die Jahre konstant. Nachdem es sich bei Kran I um einen Linienkran handelt, ist es nicht verwunderlich, dass die Einlagerung der Schienen einen Großteil der Tätigkeiten ausmacht. Neben der Begleitung der laufenden

⁸⁸selbst erstellte Tabelle

⁸⁹selbst erstelltes Diagramm

Produktion erfolgt die Verladung der versandbereiten Schienen.

Bei der Kategorie Sonstiges handelt es sich um dokumentierte Schienenbewegungen, welche zu diesem Zeitpunkt noch nicht durch die Abfrage abgedeckt waren oder die Herkunft der Buchung nicht eindeutig festgestanden ist.

GJ	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	Stück
Sonstige	65.257	2.867	2.184	2.235	2.972	75.515
Einlagern	3.246	26.390	69.313	72.264	62.804	234.017
Nachbearbeitung	8.715	9.537	7.326	6.863	6.964	39.405
Umlagern	40.921	63.036	24.341	22.897	29.918	181.113
Verladung_direkt	989	17.500	36.711	34.805	40.019	130.024
Verladung_indirekt	41.581	55.118	26.789	28.672	26.502	178.662
Stück	160.709	174.448	166.664	167.736	169.179	838.736
Verladung_gesamt	42.570	72.618	63.500	63.477	66.521	

Tabelle 6.2: Schienenmanipulation Kran I⁹⁰

Bei der grafischen Auswertung der Datensätze sind Ungenauigkeiten aus der Anlaufphase sehr schön dargestellt. Bei Kran I ist ein sehr positiver Trend zu erkennen. Der Anteil an direkt verladenen Schienen stieg im Verhältnis zur indirekten Verladung immer weiter an. Eine direkte Verladung entspricht eine Just-in-Time Lieferung. Dieser Anstieg an JIT-Lieferungen ist auf eine gute Produktionsplanung zurückzuführen.

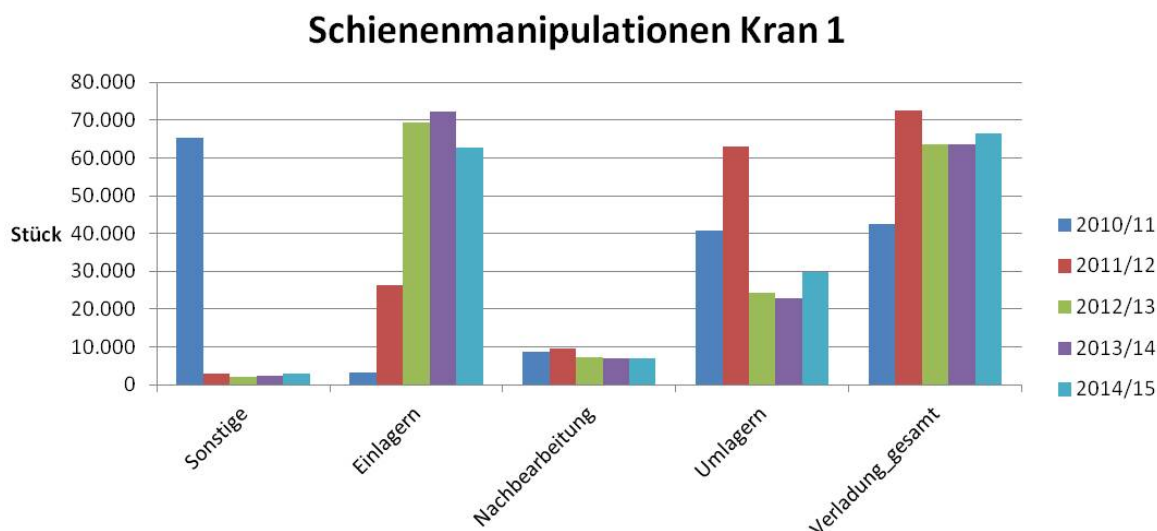


Abbildung 6.2: Schienenmanipulation Kran I⁹¹

⁹⁰selbst erstellte Tabelle

⁹¹selbst erstelltes Diagramm

6.2.1.3 Schienenmanipulationen Kran II

Bei Kran II ist schön zu erkennen, dass der Einlagerprozess eher eine untergeordnete Rolle spielt, weil die Sägebohrlinie grundsätzlich durch den Kran I begleitet wird. Dennoch übernimmt in manchen Situationen Kran zwei die Begleitung der laufenden Produktion, wenn gerade Kran I mit anderen Tätigkeiten ausgelastet ist.

Im Bereich von Kran II befinden sich die Aggregate für die Nachbearbeitung, daher ist dieser Kran für die Versorgung der Aggregate verantwortlich.

Aus dem sinkenden Manipulationsaufwand bezüglich Nachbearbeitung ist in den letzten Jahren ein positiver Trend bei der Qualitätsentwicklung der Produkte zu erkennen.

Aus dem Diagramm lässt sich sehr schön am mengenmäßigen Verhältnis erkennen, dass die Verladetätigkeiten im Fokus stehen.

GJ	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	Stück
Sonstige	16.085	2.528	2.421	2.598	2.650	26.282
Einlagern	6.940	10.669	23.518	25.301	20.254	86.682
Nachbearbeitung	12.938	11.950	8.741	7.982	8.325	49.936
Umlagern	29.368	40.050	27.662	27.591	25.726	150.397
Verladung_direkt	617	5.069	10.907	12.600	17.095	46.288
Verladung_indirekt	40.622	45.277	45.416	47.980	34.428	213.723
Stück	106.570	115.543	118.665	124.052	108.478	
						573.308
Verladung_gesamt	41.239	50.346	56.323	60.580	51.523	

Tabelle 6.3: Schienenmanipulation Kran II⁹²

Für das Schienenlager I ist noch anzumerken, dass für Schienenlängen ab circa 40 m ein Tandembetrieb der beiden Kräne notwendig ist. Im Tandem-betrieb ist Kran II der Masterkran und sämtliche Buchungen in der mobilen Lagerverwaltung werden durch Kran II durchgeführt, dadurch scheinen bei Kran I keine Buchungen auf.

⁹²selbst erstellte Tabelle

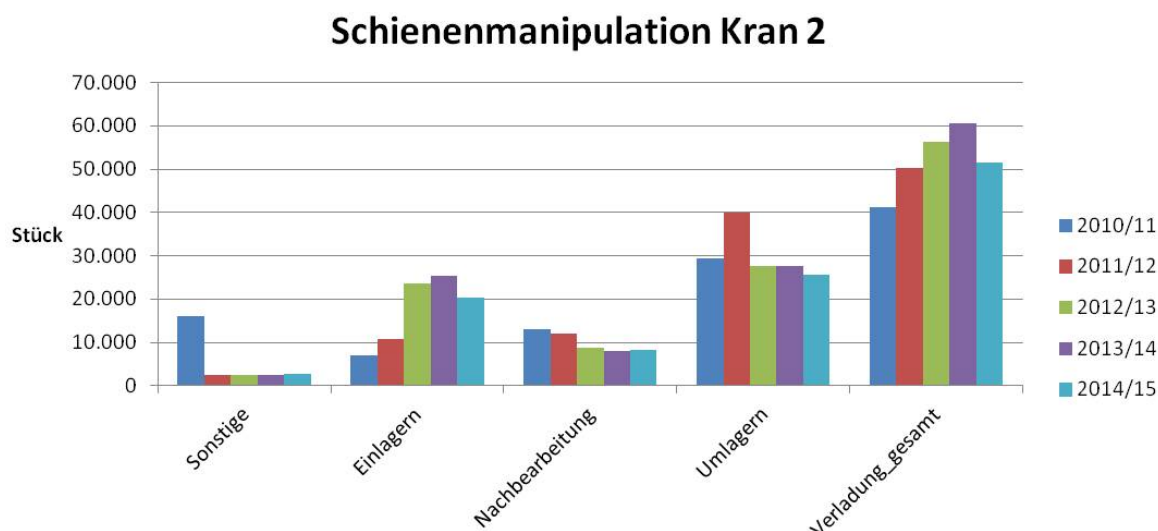


Abbildung 6.3: Schienenmanipulation Kran II⁹³

6.2.1.4 Schienenmanipulationen Kran III

Kran III weist von allen Kränen die meisten absolvierten Schienenmanipulationen auf. Dies liegt einerseits wiederum daran, dass es sich um einen Linienkran handelt und andererseits an den vielen unterschiedlichen Aggregaten in seinem Handlungsbereich.

GJ	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	Stück
Sonstige	65.257	2.867	2.184	2.235	2.972	75.515
Einlagern	3.246	26.390	69.313	72.264	62.804	234.017
Nachbearbeitung	8.715	9.537	7.326	6.863	6.964	39.405
Umlagern	40.921	63.036	24.341	22.897	29.918	181.113
Verladung_direkt	989	17.500	36.711	34.805	40.019	130.024
Verladung_indirekt	41.581	55.118	26.789	28.672	26.502	178.662
Stück	160.709	174.448	166.664	167.736	169.179	838.736
Verladung_gesamt	42.570	72.618	63.500	63.477	66.521	

Tabelle 6.4: Schienenmanipulation Kran III⁹⁴

Aus folgender Grafik sind die vielen Tätigkeiten von Kran III sehr schön dargestellt.

⁹³selbst erstelltes Diagramm

⁹⁴selbst erstellte Tabelle

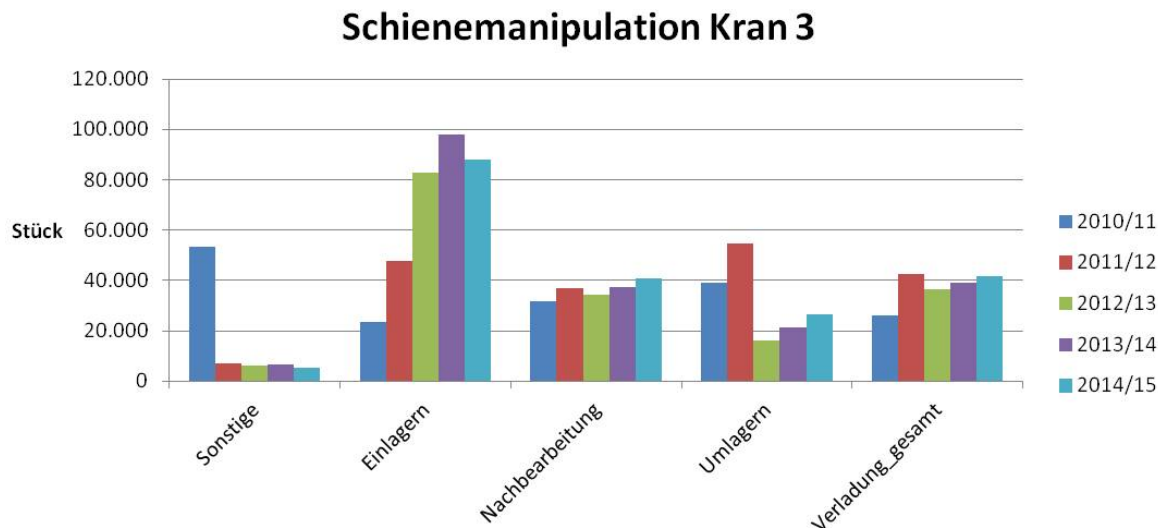


Abbildung 6.4: Schienenmanipulation Kran III⁹⁵

6.2.1.5 Verteilung Kran IV

Im Lagerbereich von Kran IV befinden sich keine Aggregate. In den Zuständigkeitsbereich von Kran IV fällt die Lkw-Verladung. Hierfür ist ein eigener Verladeplatz eingerichtet. Die Hauptaufgabe hier liegt in der Verladung der Schienen. Neben der Lkw-Verladung werden auch normale Ladungen, welche per Bahn das Werk verlassen, begleitet. Dies ist auch in der Auswertung ersichtlich.

GJ	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	Stück
Sonstige	53.240	6.858	5.950	6.792	5.472	78.312
Einlagern	23.594	47.940	82.966	98.076	88.033	340.609
Nachbearbeitung	31.855	36.947	34.109	37.501	40.788	181.200
Umlagern	38.951	54.522	15.979	21.525	26.310	157.287
Verladung_direkt	573	8.591	15.275	16.183	18.540	59.162
Verladung_indirekt	25.371	33.981	21.271	22.906	23.258	126.787
Stück	173.584	188.839	175.550	202.983	202.401	
						943.357
Verladung_gesamt	25.944	42.572	36.546	39.089	41.798	

Tabelle 6.5: Schienenmanipulation Kran IV⁹⁶

Der hohe Umlagerungsaufwand lässt sich auf die Vorbereitungsmaßnahmen für Lkw-Ladungen zurückführen. Die Lkw-Verladung erfolgt nur in der Früh- und Mittagschicht,

⁹⁵selbst erstelltes Diagramm

⁹⁶selbst erstellte Tabelle

daher wird die Nachtschicht genutzt. In der Nachtschicht wird die Zeit genutzt, um benötigte Schienen vorab freizulegen.

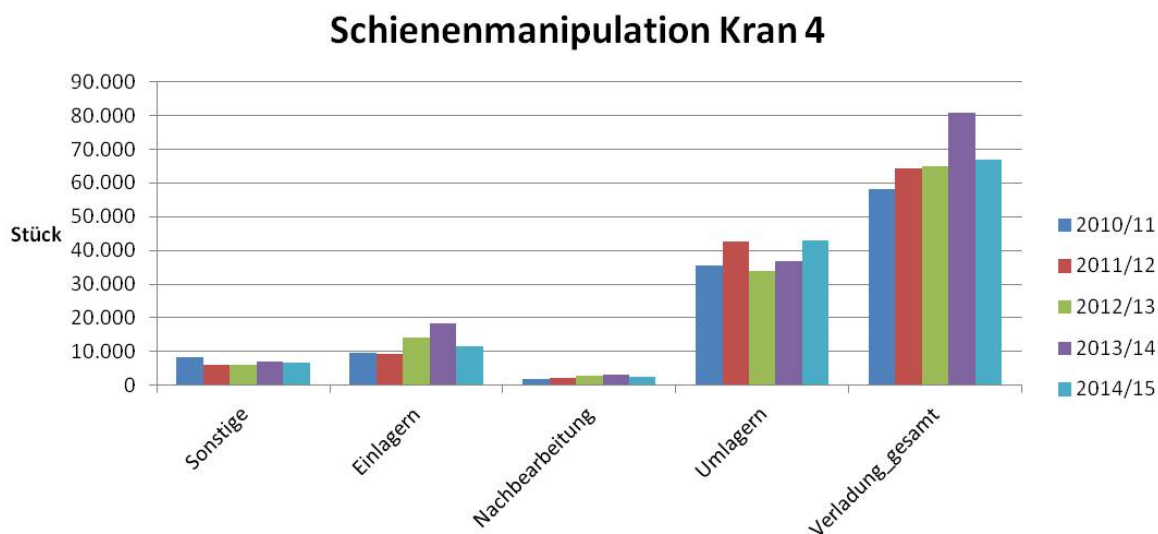


Abbildung 6.5: Schienenmanipulation Kran IV⁹⁷

6.2.2 Auswertungen Geschäftsjahr 2015/16

Nachdem die Analyse der Daten vor Ende des aktuellen Geschäftsjahres begonnen hat, konnte diese Auswertung erst im Laufe der Arbeit vervollständigt werden. In diesem Zeitraum wurden die bis dahin gewonnenen Daten genauer analysiert. Das Ergebnis dieser Analysephase war, dass eine weitere Kategorie bezüglich Hubarten nötig sei, um die Genauigkeit und Aussagekraft der bisherigen Abfragen zu verbessern.

Innerhalb des gesamten Betriebsgeländes werden Schienen teilweise mit Waggonen zwischen den einzelnen Bereichen transferiert. Diese internen Übersteller sind zum Teil ablaufbedingt notwendig, aber zum Teil auch auf suboptimale Planungsentscheidungen zurückzuführen. Zu diesem Zweck wurde in der Abfrage die Kategorie Übersteller mit allen möglichen Szenarien hinzugefügt.

Des Weiteren bestand ein Interesse die Auswertung auf Basis der Hübe durchzuführen, wobei wie bereits erwähnt, keine exakte Bestimmung der Anzahl von Schienen pro Hub möglich war. Für das Geschäftsjahr 2015/16 wurde die Auswertung sowohl auf Basis von Stück als auch auf Hubbasis durchgeführt.

Die Auswertung auf Basis der erfolgten Hübe besitzt den Vorteil, dass die Anzahl der Hübe mehr Aussagekraft bezüglich der Auslastung der Kräne zulässt, da es für den Kran irrelevant ist, ob nur eine oder mehrere Schienen zugleich transportiert werden.

⁹⁷selbst erstelltes Diagramm

6.2.2.1 Schienenmanipulation 2015/16

Diese Auswertung basiert grundsätzlich auf der selben Abfrage. Der Unterschied besteht darin, dass weitere Sonderfälle der richtigen Kategorie zugeordnet wurden und jetzt auch die Kategorie Übersteller zur Verfügung steht.

	Kran 1	Kran 2	Kran 3	Kran 4	Total
Sonstige	3.466	2.194	4.552	1.908	12.120
Einlagern	72.837	22.888	100.798	9.280	205.803
Nachbearbeitung	8.092	9.840	44.504	2.243	64.679
Übersteller	1.406	980	2.555	10.235	15.176
Umlagern	33.304	34.995	30.764	49.126	148.189
Verladung_gesamt	78.079	65.676	51.489	77.500	272.744
Stück	197.184	136.573	234.662	150.292	718.711
Verladung_direkt	49.407	22.850	21.834	4.544	98.635
Verladung_indirekt	28.672	42.826	29.655	72.956	174.109

Tabelle 6.6: Schienenmanipulation GJ 2015/16⁹⁸

Aus der ständigen Weiterentwicklung der Abfrage lassen sich bereits erste Ergebnisse erkennen. So konnte die Anzahl an Sonstigen Manipulationen stark reduziert werden.

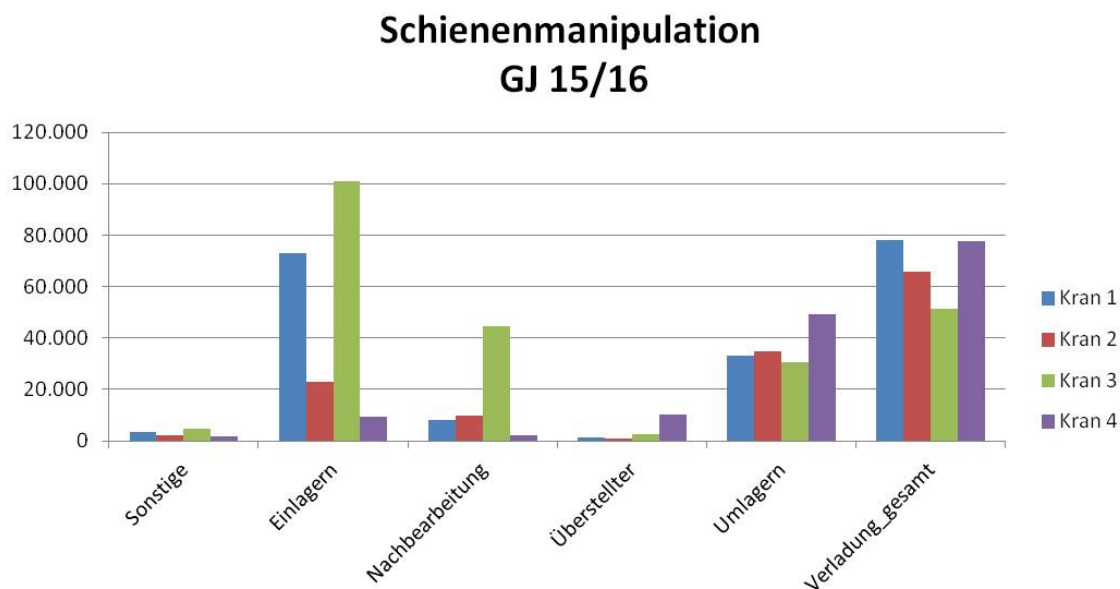


Abbildung 6.6: Schienenmanipulation GJ 2015/16⁹⁹

⁹⁸selbst erstellte Tabelle

⁹⁹selbst erstelltes Diagramm

6.2.2.2 Hubverteilung 2015/16

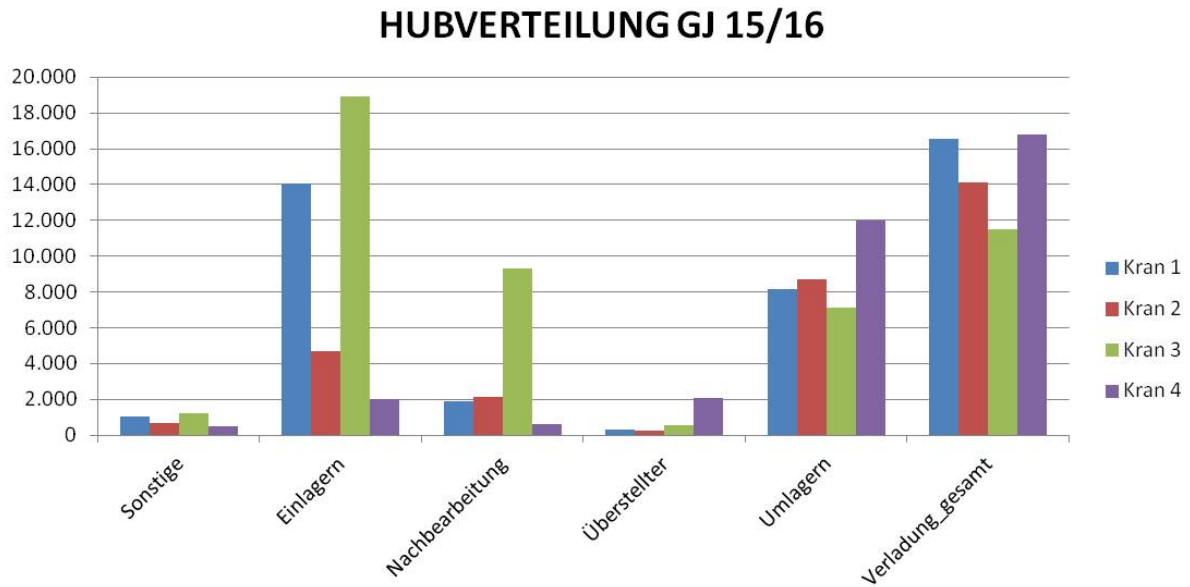
In dieser Auswertung sind erstmals die Manipulationsaufwände der Kräne auf Basis der Hübe ausgewertet. Im Vergleich zu den absoluten Zahlen der Schienenmanipulationen fallen hier die Zahlen kleiner aus. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Kräne mit Schienenzangen ausgestattet sind, welche es zulassen, mehrere Schienen pro Hub zu transportieren.

	Kran 1	Kran 2	Kran 3	Kran 4	Total
Sonstige	1.013	652	1.202	509	3.376
Einlagern	14.074	4.679	18.952	1.992	39.697
Nachbearbeitung	1.873	2.112	9.322	620	13.927
Überstellter	286	245	579	2.089	3.199
Umlagern	8.138	8.681	7.129	11.978	35.926
Verladung_gesamt	16.546	14.101	11.512	16.766	58.925
Hübe	41.930	30.470	48.696	33.954	155.050
Verladung_direkt	10.513	4.977	4.862	966	21.318
Verladung_indirekt	6.033	9.124	6.650	15.800	37.607

Tabelle 6.7: Schienenmanipulation GJ 2015/16¹⁰⁰

Das Ergebnis der folgenden Grafik bestätigt die bisherige Aufgabenbeschreibung und Verteilung in Bezug auf die einzelnen Kräne. Bezüglich Umlagerungsaufwand ist festzuhalten, dass dieser bei jedem Kran einen beträchtlichen Anteil, gemessen an der Gesamtleistung, beträgt. Daher kann anhand diesem Diagramms der Handlungsbedarf in diese Richtung zahlenmäßig belegt werden. Über ein Fünftel der durchgeführten Hübe sind auf Umlagerungsmaßnahmen zurückzuführen.

¹⁰⁰selbst erstellte Tabelle

Abbildung 6.7: Hübe GJ 2015/16¹⁰¹

Infolge des höheren Detaillierungsgrades der Zuordnung von Hüben, liefern die beiden Diagramme einen guten zahlenmäßigen Überblick auf die Einsatzverteilung der Kräne in Bezug auf die einzelnen Hubarten. Diese Auswertungen bilden die Grundlage für weitere detaillierte Analyseschritte.

¹⁰¹selbst erstelltes Diagramm

7 Handlungspotentiale

Im Rahmen des Praktikums haben sich bereits während der Analysephase erste Ideen für etwaige Verbesserungspotentiale herauskristallisiert. Eine wichtige Grundlage für die Entwicklung von Lösungsansätzen bildete die Mitarbeiterbefragung. In der Befragung wurde auch die Thematik der Handlungspotentiale angesprochen. Die Mitarbeiter lieferten einen maßgeblichen Input für die Effizienzsteigerung der Prozesse. Des Weiteren sind die Meinungen der Mitarbeiter ein entscheidender Erfolgsfaktor bei der Realisierung neuer Maßnahmen.

Durch Vorschriften besteht die Möglichkeit bestimmte Maßnahmen bei den Mitarbeitern durchzusetzen. Es ist aber um einiges einfacher und effizienter, wenn die betroffenen Mitarbeiter von den geplanten Optimierungen selbst überzeugt sind.

Aus der Befragung haben sich sechs Handlungsfelder entwickelt. Hierbei ist zu erwähnen, dass nicht alle Handlungsfelder unabhängige Wirkungen hervorrufen. Daher können potentielle Verbesserungsmaßnahmen auf mehrere Handlungsfelder wirken.

Bezüglich der entwickelten Handlungspotentiale ist festzuhalten, dass es sich dabei um keine vollständigen unabhängigen Ansätze handelt. Sie besitzen teilweise nur eine andere Herangehensweise für die Problemlösung.

Zum Abschluss erfolgt ein qualitativer Kostenvergleich der einzelnen Maßnahmen.

7.1 Potentielle Lagerstrategien

Aktuell kommt in den beiden Kurzschiene nläger die chaotische Lagerhaltung zur Anwendung. Diese Art der Lagerhaltung zeichnet sich dadurch aus, dass es keine fixe Lagerplatzzuteilungen gibt. Die Problematik im Schienelager besteht darin, dass innerhalb eines Schienestapels ein Mix aus verschiedenen Produkten mit unterschiedlichen Versandterminen vorhanden ist. Daraus resultiert ein hoher Umlagerungsaufwand, weil nicht genügend Lagerplätze zur Verfügung stehen um alle Stapel sortenrein zu gestalten.

Infolge des hohen Lagerstandes steht wenig freie Lagerfläche zur Verfügung.

Aufgrund der geografischen Restriktionen des Lagers besteht keine Möglichkeit, die aktuellen Lagerflächen zu vergrößern. Daher liegt der Fokus auf einer effizienteren Lagerstrategie, um den erhöhten Umlagerungsaufwand zu minimieren.

Grundsätzlich gibt es im Lager keine ungebundenen Schienen, somit ist die Grundlage für

eine neue Lagerstrategie bereits vorhanden.

Nicht immer entsprechen die gewünschten Kundenmengen auch der minimalen Losgröße der Produktion. Damit dennoch eine zeitgerechte Begleitung aller Kundenaufträge möglich ist, wird zumindest die minimal wirtschaftliche Losgröße produziert und der nicht benötigte Teil der Produktion auf einen Lagerauftrag gebunden. Alle Schienen, welche auf einem Lagerauftrag gebunden sind, besitzen aus Planungsgründen einen weit in der Zukunft liegenden Abruftermin. Bei einem eingehenden Kundenauftrag erfolgt der Abgleich mit dem Lagerbestand, ob die gewünschten Produkte bereits im Lager sind. Ist dies der Fall, wird die entsprechende Menge auf den neuen Kundenauftrag gebunden. Daraus resultiert, eine Veränderung des Versandtermins für diese Schienen. Eine potentielle Lagerstrategie muss diese Fälle berücksichtigen und die entsprechenden Umlagermaßnahmen aufzuzeigen.

Aktuell sind circa 25 % aller Produkte im Lager auf einen Lagerauftrag gebunden. Angesichts dieser Gegebenheit lässt sich daraus schließen, dass die Lagerumschlagdauer relativ hoch ist.

Genau diese genannten Faktoren müssen bei einer neuen Lagerstrategie berücksichtigt werden, um einen entsprechenden Mehrwert zu generieren. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden die zwei folgenden potentiellen Lagerstrategien für die beiden Schienenlager erarbeitet.

7.1.1 Schnellläuferkonzentration

Die Schnellläuferkonzentration beruht auf demselben Prinzip wie es teilweise in der Konsumgüterverteilung praktiziert wird. Diese Strategie wird im Kapitel 3.4 Lagerbewirtschaftungsstrategien näher beschrieben. Die Lagerdauer ist das entscheidende Kriterium für die Lagerplatzzuteilung. Daher ist die Bestimmung der exakten Lagerdauer für jede Schiene notwendig. Aus Planungsgründen besitzen Lageraufträge, wie bereits erwähnt, eine sehr hohe Lagerdauer. Um die Lagerdauer weiterhin im Verhältnis zu anderen Schienen hoch zu halten, besteht die Notwendigkeit, jeden Tag den Versandtermin entsprechend zu erhöhen.

Anhand dieser Daten gilt es, eine geeignete Kategorisierung in Bezug auf die Verweildauer zu erarbeiten. Wobei hier eher der Fokus darauf liegt, Lagerschienen auf vordefinierte Bereiche zu konzentrieren um den Manipulationsaufwand während der gesamten Verweildauer zu minimieren. Prinzipiell sollte der Fokus auf der vollständigen Auslastung der Schienenstapel liegen, damit mehr freie Plätze zur Verfügung stehen. Mit diesem Vorgehen sollten die Gestaltungsmöglichkeiten im Lager steigen.

Nachdem zwei Halbportalkräne auf einer gemeinsamen Kranbahn arbeiten, ist ein wichtiger Aspekt, die gegenseitige Kranblockade auf ein Minimum zu reduzieren. Infolgedessen

würde sich der Schnittbereich der beiden Kräne für die Schienen mit der höchsten Lagerdauer anbieten.

Hier ist noch zu beachten, dass für Schienen ab einer Länge von 30 m nur mehr bestimmte Lagerplätze geeignet sind. Daraus resultieren einige Einschränkungen in den vorhandenen Lagerbereichen. Nur wenn diese Faktoren bei einer ordnungsmäßigen Umsetzung ihre Berücksichtigung finden, kann die Schnellläuferkonzentration eine Verbesserung der aktuellen Situation bezwecken.

Herausforderungen

Die größte Herausforderung besteht darin, einen Ausgangspunkte $T=0$ im Lager zu schaffen. Damit die Strategie effizient arbeiten kann, müssen die Schienen im Lager nach den Regeln der neuen Strategie angeordnet werden. Beim aktuellen Lagerstand würde diese Tätigkeit zu einem sehr hohen zeitlichen Aufwand führen, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Produktion währenddessen weiterläuft und natürlich höchste Priorität besitzt.

7.1.2 Gleichverteilungsstrategie

Die standardisierte Form der Gleichverteilungsstrategie ist wie die Schnellläuferkonzentration in Kapitel 3.4 erläutert. Der Fokus bei dieser Strategie liegt auf den Schienen, welche auf Lageraufträge gebunden sind. Lagerschienen sollten hier im Gegensatz zur Schnellläuferkonzentration nicht auf einzelne Stapel konzentriert werden. Stattdessen forciert die Gleichverteilungsstrategie die Aufsplittung der Lagerschienen, das bedeutet die Verteilung auf mehrere Stapel. Die Größe der Teilmengen sollte sich an den Mengen vorheriger Kundenabrufe orientieren, somit muss bei einem Abruf nur ein Stapel umgelagert werden, um den Kundenauftrag zu begleiten. Durch die Gleichverteilung entsteht in den betroffenen Lagerbereichen ein Art doppelter Boden. Durch diese Art der Einlagerung wird eine effiziente Nutzung der Lagerboxen sichergestellt.

Bei der Einlagerung gilt, dass nur Schienen auf anderen Schienen weiter gestapelt werden dürfen, wenn diese kürzer als die darunterliegenden sind. Diese Regel bedeutet aber auch, dass die Bodenreihe die maximale Stapelgröße definiert.

Um diese Einschränkung etwas zu entschärfen, bietet sich eine weitere Optimierungsmaßnahme an.

7.1.3 Optimierung Stapelturm

Wie schon oben erwähnt, definiert die Bodenreihen den Grundriss eines Stapels. Das führt dazu, dass bei vielen Kurzlängen die Lagerplatzzuteilung für neue Schienen eingeschränkt ist wenn es sich um Schienenlängen über 30 m handelt. Der Großteil der Lagerbestände weist eine Länge von weniger als 25 m auf. Bei der Mitarbeiterbefragung haben mehrere

Mitarbeiter diese Problematik angesprochen. Infolge des Einsatzes der Gleichverteilungsstrategie, wo Mengen gleicher Schienenspezifikationen auf mehrere Stapel verteilt werden, ergibt sich eine neue Art der Stapelbildung. So besteht die Option, dass die Einlagerung der Teilmengen auf hintereinander angeordnete Schienenstapel erfolgt. Entsprechen die beiden Stapel der exakt gleichen Bauweise und der gleichen Anzahl an vollständigen Schienenreihen, so besteht die Möglichkeit, längere Schienen stapelübergreifend weiter zu stapeln.

Durch diese Maßnahme entstehen mehrere Möglichkeiten bei der Lagerplatzzuteilung für Schienenlängen über 30 m. In der folgenden Grafik ist ein Beispiel für eine sinnvolle Stapelturmoptimierung abgebildet. Anhand der Abbildung lässt sich erkennen, dass diese Art der Stapelkonstruktion nur unter bestimmten Bedingungen sinnvoll ist. Nur wenn die Platzverschwendung bei der stapelübergreifenden Lagerung minimal ist, führt das zu keiner weiteren Komplexitätsverschärfung innerhalb der Stapelkonstruktionen.



Abbildung 7.1: Optimale Stapelbildung¹⁰²

In der nächsten Abbildung ist ersichtlich, dass eine nicht ordnungsgemäße Umsetzung zu einer weiteren Erhöhung des Umlagerungsaufwandes führt. Deswegen müssen strikte Regeln bestehen, um einen tatsächlichen Mehrwert aus der Maßnahme zu generieren.

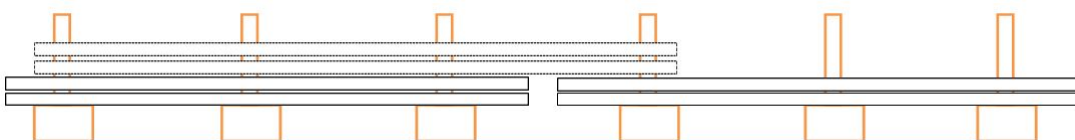


Abbildung 7.2: suboptimale Stapelbildung¹⁰³

Fazit

In der aktuellen Situation wäre eine Kombination zweier Lagerstrategien die wahrscheinlich beste Lösungsvariante. Für Schienen mit einer kurzen Lagerdauer sollte die chaotische Lagerhaltung beibehalten werden. Eine andere Strategie wäre aufgrund der vorherrschenden Bedingungen aktuell nicht realisierbar. Für Schienen, welche auf einen Lagerauftrag gebunden sind, sollte die Gleichverteilungsstrategie in Kombination mit der Stapelturm Optimierung zur Anwendung kommen.

¹⁰²selbst erstellte Skizze

¹⁰³selbst erstellte Skizze

7.2 PC-Terminal

Dieses Handlungspotential ist ein Resultat aus der Mitarbeiterbefragung. Mehrere Mitarbeiter haben sich über den mangelnden Informationsgrad beschwert oder zumindest auf den teilweise umständlichen Informationszugang hingewiesen. Aktuell benötigte Informationen werden entweder über einen PC eines anderen Arbeitsplatzes bezogen oder der Vorarbeiter informiert die Mitarbeiter. Bei Kran I steht der Kranmannschaft grundsätzlich ein PC zur Verfügung, wobei häufig der PC des Schienenprüfer verwendet wird. Im Aktionsradius von Kran zwei liegen mehrerer Aggregate für die Nachbearbeitung der Schienen. Daher besteht hier die Möglichkeit, den PC-Terminal bei den Aggregaten mitzubeneutzen. Wird am Arbeitsplatz gerade der PC durch den Maschinisten oder Schienenprüfer verwendet, verfügt die Kranmannschaft über keinen eigenen Zugang. Bei Kran III besteht wiederum die Möglichkeit, den PC des Schienenprüfers mitzubeneutzen. Im Gegensatz dazu, gibt es bei Kran IV gar keinen Computerzugang.

In der Befragung war es vom jeweiligen Arbeitsplatz abhängig, welchen Stellenwert der eigene PC-Terminal pro Kran eingenommen hat. Je schwieriger sich der Zugang gestaltet, desto stärker wurde ein PC-Terminal gefordert.

Je mehr Informationen zur Verfügung stehen, desto effizienter können die Mitarbeiter ihre Entscheidungen treffen. Eine der wichtigsten Informationsquellen für den ersten Verloader ist das Anlagenprogramm. Aus dem Anlagenprogramm können sämtliche Daten zur laufenden Produktion und vor allem bezüglich der Sägebohrlinien entnommen werden. Das heißt, anhand des Anlageprogrammes ist ersichtlich, welche Schienen in welcher Menge zu manipulieren sind. Empfehlenswert wäre es, die PC-Terminals mit Drucker auszustatten, damit der erste Verloader die Möglichkeit hat, das Anlageprogramm auszudrucken.

Steht bei jedem Kran ein PC-Terminal zu Verfügung, dann besteht die Möglichkeit eine weiter Maßnahme umzusetzen. Mithilfe einer „to-do-List“ können sämtliche Tätigkeiten, welche in der jeweiligen Schicht zu erledigen sind, entsprechend aufgelistet werden. Durch die Aufgabenliste wird auch die Transparenz für die Mitarbeiter gefördert.

Anhand dieser Aufgabenlisten ist eine frühzeitige Umsetzung von notwendigen Umlageungsmaßnahmen realisierbar. Dadurch ist eine bessere Ablaufplanung der Tätigkeiten möglich. Die Aufgaben für die Kräne kommen entweder von der Verladung oder Adjustage, daher sollte es möglich sein, Aufgaben mit Prioritäten zu versehen, um auf die Dringlichkeit bestimmter Aufgaben hinzuweisen.

Ist die zeitgerechte Durchführung innerhalb der Schicht nicht möglich, so kommen diese in die Aufgabenliste der nächsten Schicht mit einer höheren Priorität.

Sind laut der Aufgabenliste gewisse Verladetätigkeiten zu begleiten, sollten für die Ladungen folgende Informationen hinterlegt sein:

- Schienen: Stück, Profil, Güte, Kundenmarkierungen, etc.
- Lademittel: Art und Anzahl der benötigten Lademittel
- Ladungssicherung: Art und Anzahl der Bindungen
- Waggon: Positionierung der Lademittel
- Verladerichtlinien: Auslegungsspielraum

Durch das Hinterlegen der konkreten Vorschriften in Bezug auf jede Ladung wird das Risiko von Fehlern und den daraus resultierenden Mehraufwand deutlich reduziert. Ein weiterer Vorteil ergibt sich beim Anlernen von neuen Mitarbeitern, denn diese können bei Unsicherheiten sofort auf die Informationen zurückgreifen.

7.3 Erweiterung mobile Lagerverwaltung

Seit Anfang dieses Jahres steht den Mitarbeitern eine Planungshilfe für die Lagerplatzzuteilung zur Verfügung. Die Hauptfunktion der Einlagerstrategie liegt darin, den optimalen Lagerplatz für eine bestimmte Schiene unter Berücksichtigung der ausgewählten Parameter zu bestimmen. Für die Einlagerstrategie stehen umfangreiche Informationen aus dem System zur Verfügung. Die aktuelle Version kann nur für eine Schiene angewendet werden. Folgende Kriterien für die Lagerplatzzuteilung stehen zur Verfügung:

- Lagerbereich
- Schienenlänge
- Stapelsperre
- Profil
- Werksmarke
- Bearbeitung offen
- Betrieblich Gesperrt
- Auftragsnummer
- Ab-Werk-Termin MIN
- Ab-Werk-Termin MAX
- Verladeart

Aus diesen Faktoren ist eine beliebige Anzahl an Kriterien frei wählbar und der Grad der Erfüllung je potentiellen Lagerplatz wird im Ampelmodus angegeben. Innerhalb der ausgewählten Faktoren ist das Setzen von Prioritäten durch die Reihung der ausgewählten Kriterien möglich.

Durch die Eingabe der Laufnummer jeder Schiene kann die Einlagerstrategie zur Anwendung kommen. Es besteht die Möglichkeit, aus einem gesendeten Hub eine Schiene auszuwählen und anhand dieser Laufnummer die Funktion zu starten.

Aktuell treffen die Kranführer in Absprache mit dem ersten Verladere die Entscheidungen über die Lagerplatzzuteilung. Infolgedessen kann von keinem einheitlich Arbeitsprozess ausgegangen werden, daraus lässt sich schließen, dass nicht immer alle Mitarbeiter nach denselben Prinzipien arbeiten. Daher sollte die eingeführte Erweiterung den ersten Schritt zu einem standardisierten Prozess darstellen. Die Übernahme der Lagerplatzentscheidung durch das System führt zu einer Entlastung der Mitarbeiter.

Nachdem die Funktion „Einlagerstrategie“ erst seit kurzem zur Verfügung steht, ist die Verwendung auf freiwilliger Basis. Erst nach einer eingehenden Schulung der Mitarbeiter kann festgestellt werden, ob die neue Funktion auch tatsächlich zur Anwendung kommt. Erfahrene Mitarbeiter stehen dieser Neuerungen teilweise skeptisch gegenüber, denn wie es allgemein ist, herrscht gegenüber Neuerungen immer eine gewisse Skepsis.

Daher wäre ein Ansatz, dass wenn die Verfügbarkeit überall sichergestellt ist, die Funktion automatisch zur Anwendung kommt. Nur durch den automatischen Einsatz kann eine einheitliche Lagerstrategie etabliert werden.

Funktionsweise

Wenn ein Schienenhub an den Kran gesendet wird, startet die Funktion automatisch und bestimmt unter den zuvor definierten Kriterien alle potentiellen Lagerplätze. Nachdem die Funktion nur für eine einzelne Schiene funktioniert, müssen die Mitarbeiter am Boden alle potentielle Lagerplätze vor Ort inspizieren. Dabei wird überprüft, ob die Systemdaten auch der Realität entsprechen und die gesamte Menge dort eingelagert werden kann. Das System sollte erkennen, dass bis zur Änderung der Schienenspezifikation keine neue Zielortbestimmung notwendig ist. Erst bei einer Änderung wird eine neue Bestimmung des Lagerorts gefordert.

Liefert die Einlagerstrategie keinen optimalen Lagerplatz, muss die Option bestehen den Lagerplatz mit dem geringsten Übel auszuwählen.

Es kann aber auch zur Situation kommen, dass dem Mitarbeiter kein vorgeschlagener Lagerplatz als sinnvoll erscheint, dann sollte die Möglichkeit bestehen, das System zu „overrulen“. Beim Drücken dieses „Button“ wird automatisch eine Nachricht an den Vorgesetzten oder Verantwortlichen generiert, in welchem der Mitarbeiter sein Vorgehen begründen muss, damit das System nicht grundlos umgangen werden kann.

Wenn die Begründung plausibel ist, sollte eine entsprechende Anpassung in der Einlagerstrategie erfolgen. Durch diese Maßnahmen entsteht ein selbst lernendes System und die laufende Optimierung übernehmen die Mitarbeiter.

In der Einlagerstrategie besteht auch die Option ohne einer konkreten Laufnummer einer Schiene potentielle Lagerplätze zu bestimmen. Durch diese Art der Zielortbestimmung können die Mitarbeiter vorab geeignete Lagerplätze suchen. Anhand des Anlagenprogrammes ist bekannt, welche Schienen als nächstes zur Verarbeitung anstehen.

Somit können die Mitarbeiter am Boden vorab die potentiellen Lagerplätze bezüglich Eignung überprüfen und den optimalen Zielort im System zu hinterlegen. Das hat den Sinn, dass wenn der Kranführer den ersten Hub übernimmt und die Einlagerstrategie automatisch eine Auswahl an Lagerplätzen liefert, gleich jenen auszuwählen, den die Mitarbeiter bereits im System hinterlegt haben. Durch diese Funktion ist eine frühzeitige Überprüfung der potentiellen Lagerplätze möglich.

Diese Möglichkeit besteht aber nur, wenn ein weiteres Handlungspotential realisiert wird. Denn um die Funktion zu nutzen, muss jede Kranmannschaft über einen eigenen PC-Terminal verfügen.

Mit der Realisierung der Maßnahmen kann im Lager eine einheitliche Lagerstrategie etabliert werden. Aus der Standardisierung sollte eine Reduktion der unnötigen Hübe resultieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt der für diese Erweiterung spricht, ist die Minimierung der Platzverschwendung innerhalb eines Stapels.

7.4 Betriebsmittelzeitgerüst

Aus der Mitarbeiterbefragung geht hervor, dass sich die Mitarbeiter bezüglich der Auslastung ziemlich an der Leistungsgrenze befinden. Die Schienenmanipulation im Lager erfordert stets den Einsatz von einem der vier Halbportalkräne. Sprechen die Mitarbeiter von einem sehr hohen Auslastungsgrad, so sprechen wir auch von einer hohen Belegungszeit der zur Verfügung stehenden Kräne. Innerhalb der beiden Lagerbereiche sind neben der Schienenmanipulation, auch andere Tätigkeiten zu erfüllen bei denen stets ein Kran erforderlich ist. Das Betriebsmittelzeitgerüst sollte für die Halbportalkräne die tatsächliche Aufwandsverteilung aufzeigen.

- Schienenmanipulation

Die Primärtätigkeit der Kräne ist die Schienenmanipulation. Dieser Teilbereich umfasst alle Schienenmanipulationen jeglicher Art.

- Waggonvorbereitung

Um Ladungen auf Waggonen verladen zu können, müssen die Waggonen entsprechend vorbereitet werden. Unter Waggonvorbereitung versteht man, die Rüstung der Waggonen mit geeigneten Lademittel. Dieser Rüstvorgang erfolgt direkt vor der tatsäch-

lichen Verladung der Schienen und wird durch einen Kran vollzogen.

- Ordnung und Sicherheit

Unter diese Kategorie fallen Ordnungstätigkeiten innerhalb des Lagerbereiches, bei denen ein Kraneinsatz erforderlich ist.

- Störungen

Störungen bei den Kränen können entweder technischer oder systemtechnischer Natur sein.

Durch die Datenaufzeichnung und der dazugehörigen Eingliederung in den entsprechenden Teilbereich ist es möglich, die Auslastung der Kräne und die damit verbundenen Tätigkeitsverteilung zu analysieren. Die Analyse bildet die Grundlage, um geeignete Maßnahmen zur Optimierung der Auslastung zu generieren.

Zeiterfassung

Für die Zeiterfassung oder Datenerfassung gibt es zwei Möglichkeiten:

- automatische Datenerfassung
- manuelle Datenerfassung

Die automatische Datenerfassung könnte über Condition Monitoring erfolgen. Alle Last- und Leerfahrten können über die einzelnen Belastungen der Elektromotoren an den Kränen erfasst werden. Diese Art der Datenerfassung bedeutet aber eine total Überwachung der Kranbewegungen. Im Gegensatz dazu, erfolgt bei der manuellen Datenerfassung die Dateneingabe durch einen Mitarbeiter. Der Teilbereich Schienenmanipulation kann mittels der Daten aus der mobilen Lagerverwaltung automatisiert werden.

Die durchgehende Zeiterfassung bleibt solange im Schienenmanipulationsmodus bis eine bestimmte Deltazeit überschritten wird. Das bedeutet, verstreicht eine zu große Zeit bis zum nächsten Hub, dann ist die Schienenmanipulation beendet und der entstandene Stillstand ist manuell durch den Kranführer zu begründen. Der Stillstand laut System kann einem tatsächlichen Stillstand entsprechen oder es werden Tätigkeiten eines anderen Teilbereiches durchgeführt, wobei der jeweilige Stillstand mit der entsprechenden Tätigkeit begründet werden muss.

7.5 Stapelurmanalyse

Die Stapelurmanalyse ist ein wichtiges Instrument, um die Einlagerstrategie für Mengen anwendbar zu machen. Aktuell kann die Einlagerstrategie nur für eine einzelne Schiene zum Einsatz kommen, egal ob tatsächlich nur diese eine Schiene oder eine bestimmte

Menge der gleichen Spezifikationen zu manipulieren ist. Aus diesem Grund müssen alle, vom System vorgeschlagenen Lagerplätze, durch die Mitarbeiter vor Ort in Bezug auf Eignung des Platzes einer Sichtkontrolle unterzogen werden.

Mithilfe der Stapelturmanalyse ist das System in der Lage, die physische Auslastung jedes beliebigen Schienenstapels im Lager zu bestimmen. Nachdem die Lagerboxen sowohl in der Breite als auch in der Höhe aus sicherheitstechnischen Gründen limitiert sind, kann die Funktion für ein beliebiges Profil die Restkapazität des Stapels berechnen. Alle benötigten Daten in Bezug auf die Schienenabmessung stehen bereits in den hinterlegten Stammdaten zur Verfügung. Die Maße der Lagerboxen und Unterlagen sind die einzigen Daten, welche zusätzlich im System benötigt werden.

Nachdem sich sehr viele unterschiedliche Schienenprofile im Sortiment befinden und alle unterschiedliche Abmessungen aufweisen, bilden die Schienenabmessungen die Grundlage aller Berechnungen. Die Anzahl der Schienen pro Reihe ist frei wählbar, daher gibt es keine standardisierten Stapelkonstruktionen.

Nicht immer weist ein Schienenstapel dieselbe Breite auf wie eine Lagerbox. Daraus lässt sich schließen, dass innerhalb einer Lagerbox die Existenz mehrerer Stapel nebeneinander möglich ist. Somit müssen alle Berechnungen auf Basis der kleinsten Einheit, in diesem Fall, einem Stapel erfolgen.

Die Detailgenauigkeit in der mobilen Lagerverwaltung liegt aktuell auf Stapelebene, somit ist aus dem System ablesbar, in welchem Stapel die Schiene liegt und wo sich der Stapel im Lagerbereich befindet. Es gibt aber aktuell keine Möglichkeit genauere Aussagen zu treffen, zum Beispiel in welcher Reihe die Schiene im Stapel liegt. Um dies zu erreichen, besteht die Notwendigkeit einen weiteren systemtechnischen Arbeitsschritt einzuführen.

In der mobilen Lagerverwaltung kann der Kranführer einen Zielstapel auswählen und dort seine digitalen Hübe ablegen. Für die Stapelturmanalyse ist es erforderlich, nach einer gewissen Anzahl an Hüben, welche sich auf einer Ebene befinden, den Button „Zwischenlage legen“ zu drücken, um in die nächsthöhere Ebene zu gelangen. Durch diese Erweiterung erhöht sich die Detailgenauigkeit im Schienenstapel auf die Reihenebene.

Die Bodenreihe muss eindeutig definiert sein, damit das System mögliche Fehler der Mitarbeiter erkennen kann.

Dies bedeutet, dass das System eine automatische Alarmmeldung generiert, wenn ein Mitarbeiter versucht, in einer höheren Ebene mehr Schienen abzulegen als in der Bodenreihe definiert sind.

Der Grundriss eines Stapels ergibt sich aus der Bodenreihe, denn die Schienenlänge ist zugleich auch die maximale Stapellänge und die Schienenbreite ergibt sich aus der Anzahl von Schienen, welche nebeneinander im minimalen Abstand liegen. Die Stapelhöhe lässt sich aus der Höhe der Schienen multipliziert mit der Anzahl an Ebenen berechnen. Bei der Stapelhöhe muss die Höhe der Zwischenlagen berücksichtigt werden. Wobei hier festzuhalten ist, dass es zwei Arten von Zwischenlagen gibt; eine mit 8 mm und eine mit

80 mm Höhe.

Aus der Differenz der aktuellen Stapelhöhe und der maximal zulässigen Stapelhöhe ergibt sich die Resthöhe, welche für das Stapeln weiterer Schienen zur Verfügung steht. Infolgedessen kann das System die Restkapazität eines Stapels in Bezug auf ein bestimmtes Schienenprofil berechnen. Diese Berechnung muss wiederum die zusätzlich benötigten Zwischenlagen berücksichtigen.

Bei der Erstellung eines sortenreinen Stapels gilt, dass für die ersten fünf Reihen die dünnen Zwischenlagen zum Einsatz kommen, wobei jede sechste Reihe aus Stabilitätsgründen mit der dicken Ausführung erfolgt.

Bei der Berechnung der Stapelbreite muss der Überhang der Zwischenlagen sowie auch die kleinen Spalten zwischen den Schienen ihre Berücksichtigung finden.

7.5.1 Stapelhöhe

Die Stapelhöhe ist definiert als:

$$\text{Schienenhöhe} * \text{AnzahlSchienenreihen} + \text{HöheZwischenlage} * \text{AnzahlZwischenlagen} \quad (7.1)$$

7.5.2 Stapelbreite

Die Stapelbreite ist definiert als:

$$\text{Anzahl der Schienen (nebeneinander)} * \text{Schienenfussbreite} + \text{Delta Zuschlag} \quad (7.2)$$

Anzahl der Schienen: alle Schienen werden addiert bis im System eine Reihe Zwischenlagen gelegt wird.

Summe Delta Zuschlag: kleiner Abstand zwischen den Schienen + Überhang der Zwischenlagen links und rechts des Stapels.

Beispiel

Anhand des Beispiels auf dieser Skizze wird nun die Stapelanalyse detailliert beschrieben. Auf der Abbildung ist ein Teil einer Lagerbox gezeigt. Auf der linken Seite befindet sich ein Sicherheitssteher in einer zweifarbigen Farbkombination. Der rote Bereich symbolisiert die zur Verfügung stehende Stapelhöhe und der gelbe Bereich darf aus sicherheitstechnischen Gründen nicht für die Stapelung verwendet werden.

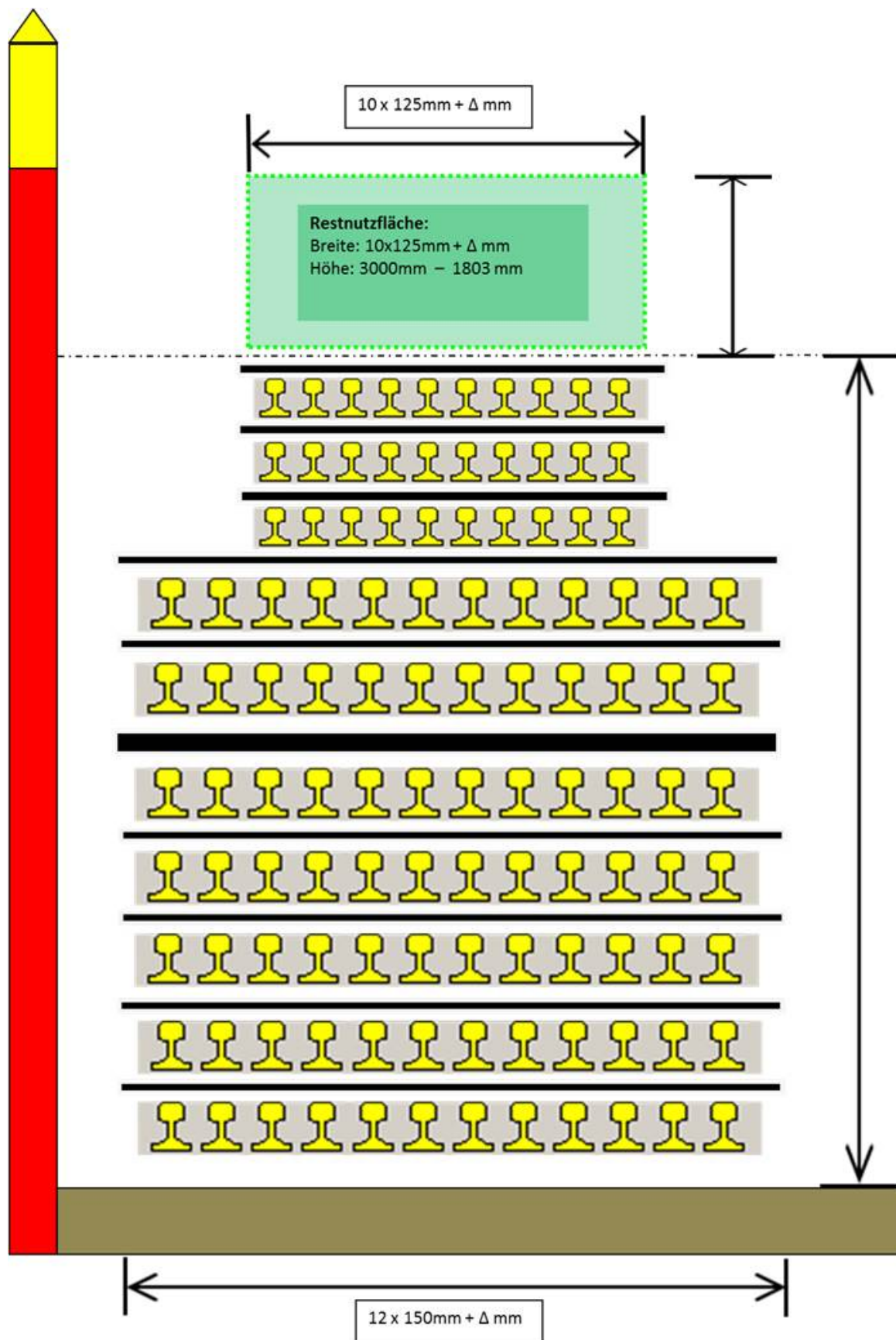


Abbildung 7.3: Beispiel Schienenstapel¹⁰⁴

Im Schienenstapel befinden sich von unten nach oben betrachtet, zuerst sieben Reihen Schienen vom Profil 60E1, auf deren weitere drei Reihen 49E1 Schienen abgelegt sind. Der Größenunterschied bei den Schienensymbolen sollte die beiden unterschiedlichen Profilgrößen widerspiegeln.

In dieser Abbildung ist ersichtlich, dass nach fünf Reihen dünner Zwischenlagen eine Reihe dicke Zwischenlagen kommt. Anhand dieser Skizze lässt sich die folgende Berechnung in der Tabelle 7.4 einfach nachvollziehen.

Stapelturmhöhe:			
Anzahl	Profil/Zwischenlage	Einzelmaß	Gesamtmaß
3	49E1	149 mm	447 mm
7	60E1	172 mm	1204 mm
9	Zwischenlage Klein	8 mm	72 mm
1	Zwischenlage Groß	80 mm	80 mm
Gesamt			1803 mm

Tabelle 7.1: Stapel Berechnung¹⁰⁵

Anhand dieser einfachen Berechnung besteht die Möglichkeit, die exakte Stapelhöhe zu bestimmen.

Anhand der Differenz der aktuellen Stapelhöhe und der maximal zulässigen Stapelhöhe besteht die Möglichkeit, die Restnutzfläche zu berechnen wie es in der Abbildung gezeigt wird. Somit kann das System für jedes beliebige Schienenprofil die Restkapazität unter Beachtung der Stapelregeln bestimmen.

Aufgrund der Stapelanalyse kann nun die Einlagerstrategie, die Restkapazität als Lagerplatzkriterium heranziehen.

Diese Funktion bildet die Grundlage für die Minimierung der Lagerplatzverschwendung. Der Kranführer bekommt bei der Anwendung der erweiterten Einlagerstrategie eine Auswahl potentieller Lagerplätze inklusive der berechneten Restkapazitäten der Stapel. Dadurch kann der Kranführer jenen Stapel auswählen, wo die Differenz zwischen Restkapazität und einzulagernder Menge minimal ist. Somit ist ein weiterer Schritt in Richtung der Lageroptimierung vollzogen.

7.5.2.0.1 Zusätzliche Intelligenz Eine weitere Optimierungsmaßnahme wäre, die Stapelturmanalyse mit einer zusätzlichen Intelligenz auszustatten. Die zusätzliche Intelligenz dient zur Stapeloptimierung und hat einen großen Einfluss auf die unnötige Platzverschwendung.

Diese zusätzliche Intelligenz ist am einfachsten mit folgendem Beispiel zu erklären. Die

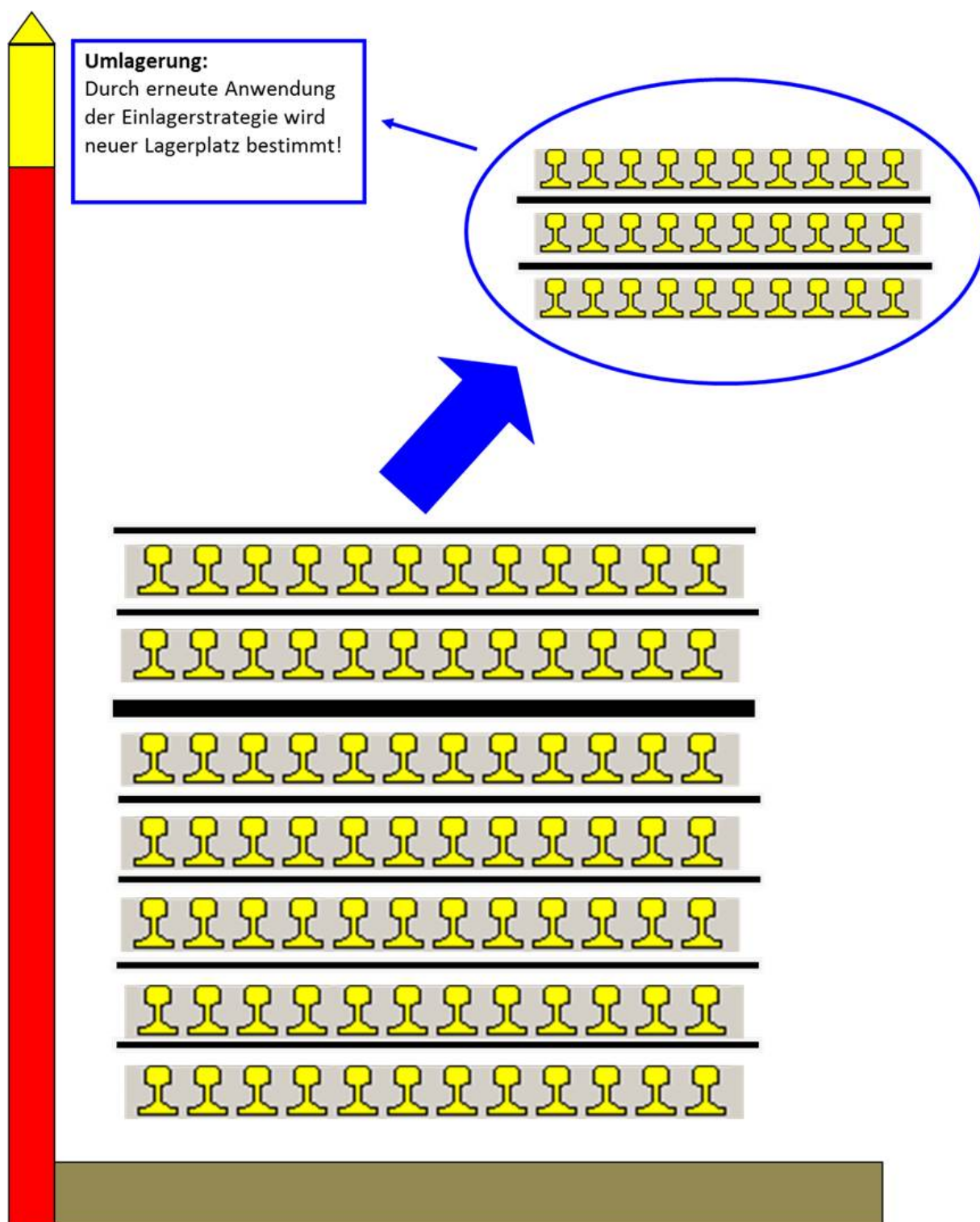
¹⁰⁴selbst erstellte Skizze

¹⁰⁵selbst erstellte Tabelle

Ausgangssituation bildet wiederum die obige Abbildung.

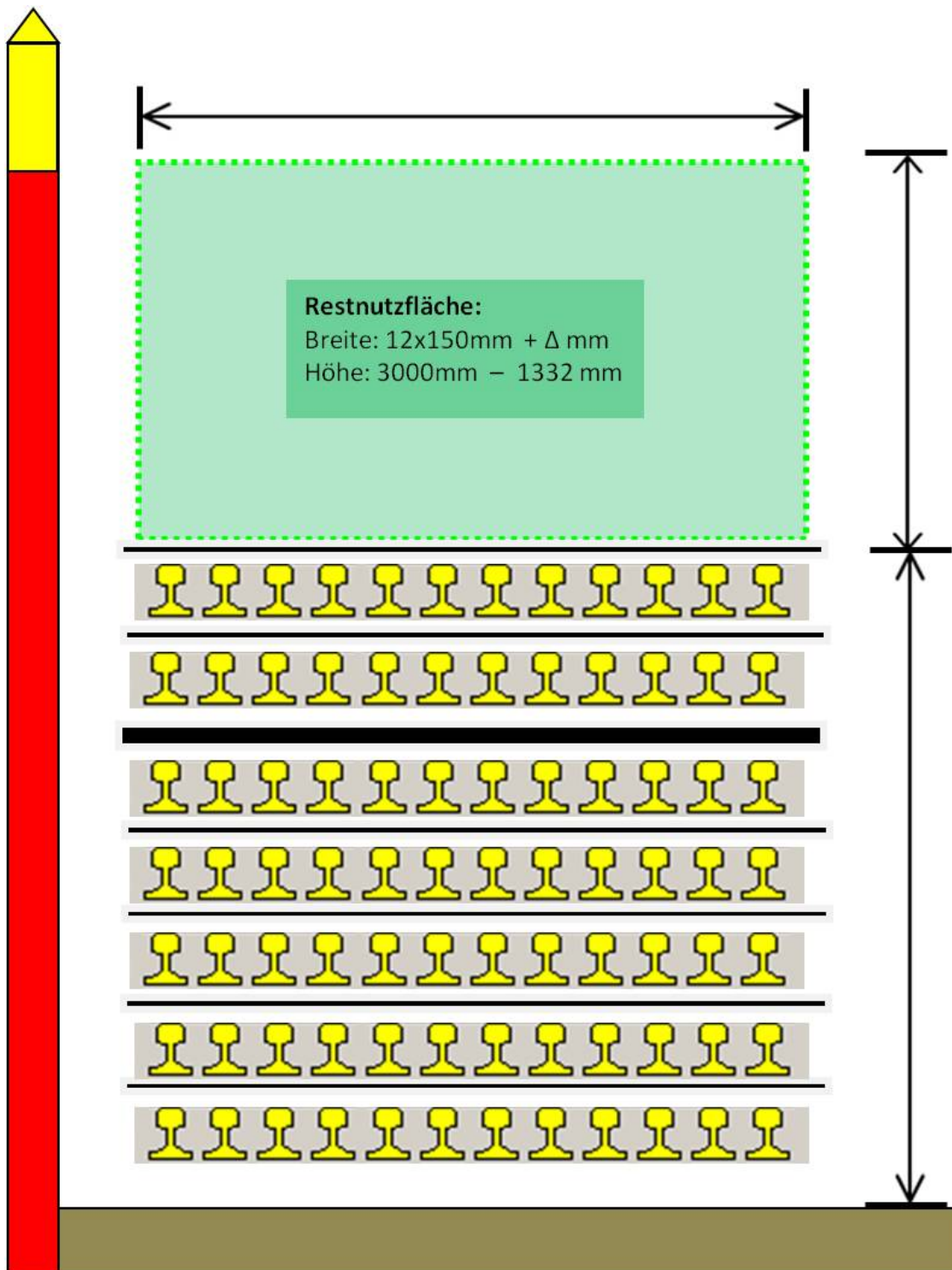
Es gilt einen optimalen Platz für Schienen vom Profil 60E1 zu finden. Mithilfe der erweiterten Einlagerstrategie wird unter anderem auch der oben abgebildete Stapel als potentieller Lagerplatz vorgeschlagen. Anhand der Restnutzfläche kann für das Profil 60E1 die Restkapazität bestimmt werden. Ist die Menge der einzulagernden 60E1 Schienen größer als die vorhandene Kapazität, sollte das System wie folgt vorgehen:

Das System geht von oben nach unten die Schienenreihen durch, verändert sich die Querschnittsfläche, so stoppt das System und berechnet auf Basis dieser Reihe die potentielle Restkapazität neu. Ist nun die Kapazität ausreichend, muss die Entscheidung getroffen werden, ob die Umlagerung der Schienenreihen bis zur aktuellen Querschnittsfläche in einem vertretbaren Aufwand umzusetzen ist. Fällt die Entscheidung auf Ja, so wird für die umzulagernde Menge wiederum die Einlagerstrategie angewendet, um den aktuell besten Lagerplatz zu finden.

Abbildung 7.4: Beispiel Schienenstapel¹⁰⁶

Dieser Vorgang ist in dieser Abbildung grafisch dargestellt. Das Ergebnis aus dieser Umlagerungsmaßnahme ist in der folgenden Abbildung sehr gut zu erkennen. Am ersten Blick ist bereits die Sinnhaftigkeit der Umlagerung ersichtlich.

¹⁰⁶selbst erstellte Skizze

Abbildung 7.5: Beispiel Schienenstapel¹⁰⁷

Um die Sinnhaftigkeit dieser zusätzlichen Intelligenz in Zahlen zu verdeutlichen, ist in der folgenden kleinen Berechnung das Ergebnis in absoluten Zahlen dargestellt.

In der Abbildung 7.6 ist die Restnutzfläche ohne entsprechender Umlagerungsmaßnahme erkennbar.

¹⁰⁷selbst erstellte Skizze

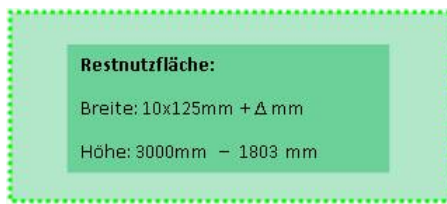


Abbildung 7.6: Restnutzfläche A¹⁰⁸

Aus der Abbildung 7.7 lässt sich die Restnutzfläche nach der erfolgten Umlagerungsmaßnahme erkennen.



Abbildung 7.7: Restnutzfläche B¹⁰⁹

Zusätzlich zum visuellen Vergleich der Restnutzflächen ist in der folgenden Tabelle ein kurzes Zahlenbeispiel zu Verdeutlichung angeführt. Die Berechnung erfolgt für Schienen des Profils 60E1.

	A	B
Anzahl Reihen	8	11
Stück pro Reihe	8	12
Stück absolut	64	132

Tabelle 7.2: Restnutzfläche Vergleichsrechnung¹¹⁰

Aus dieser kleinen Berechnung ist erkennbar, dass durch die Umlagerung die potentielle Kapazität für Schienen vom Profil 60E1 mehr als verdoppelt werden kann.

Mithilfe des automatischen Einsatzes der Einlagerstrategie ist die Grundlage für eine einheitliche Lagerstrategie geschaffen. Durch die Erweiterung der Strategie mit der Stapelurmanalyse kann die Einlagerstrategie für Mengen zum Einsatz kommen. In Verbindung mit der zusätzlichen Intelligenz der Stapelurmanalyse kann ein vollständiges Lagerkonzept umgesetzt werden. Die Kombination aus diesen Erweiterungen und Anpassungen

¹⁰⁸selbst erstellte Skizze

¹⁰⁹selbst erstellte Skizze

¹¹⁰selbst erstellte Tabelle

ermöglicht dem System sämtliche Entscheidungen bezüglich Lagerplatz bestmöglich vorzubereiten. Somit haben fehlerhafte Entscheidungen der Mitarbeiter, infolge mangelnder Informationen, weniger Auswirkungen auf ein effizientes Lagermanagement. Durch die Realisierung der hier genannten Maßnahmen sinkt auch der Arbeitsaufwand der Mitarbeiter und führt dadurch zu einer Entlastung.

7.6 Zentrales Lagercontrolling

Im aktuellen Produktionsablauf treffen die Mitarbeiter vor Ort sämtlichen Entscheidungen bezüglich Lagerplatzzuordnung. Nachdem im vier Schichtbetrieb gearbeitet wird und pro Schicht vier Kranmannschaften vorhanden sind, ist es nicht schwer zu erkennen, dass nicht immer optimale Entscheidungen getroffen werden. Fehlerhafte Entscheidungen können auf Grundlage der Interviews, teilweise auf mangelnden Informationen oder auch überforderte Mitarbeiter basieren. Des Weiteren resultieren aus diesen Fehlentscheidungen zusätzliche Manipulationsaufwände innerhalb der Lagerbereiche, welche sich negativ auf die Motivation der Mitarbeiter auswirken.

Daher besteht in diesem Bereich Handlungsbedarf um sämtliche Tätigkeiten effizienter zu gestalten. Ein Ansatz für diese Thematik ist die Einführung eines zentralen Lagercontrollings. Mithilfe einer zentralen Steuerung ist die Realisierung einer standardisierten Lagerstrategie gegeben. Zudem reduziert sich das Aufgabenspektrum der ausführenden Mitarbeiter und führt zu einer Entlastung selbiger.

Durch eine zentrale Planung der Zu- und Abgänge im Lager besteht die Option, die Planung über einen bestimmten Zeitraum durchzuführen.

Durch die vorausschauende Planung sind sämtliche Zu- und Abgänge ersichtlich und ermöglichen dadurch eine deutlich frühere Planung der Lagerplätze. Sind etwaige Umlagerungsmaßnahmen durch die Lagerplatzzuteilung notwendig, können diese bis zum tatsächlichen Bedarf der Lagerfläche umgesetzt werden. Aktuell sind nötige Umlagerungsmaßnahmen kurzfristig zu erledigen und führen daher leider öfters zu zeitlichen Engpässen für die Realisierung.

Dem Planer selbst stehen die Einlagerstrategie und sämtliche Informationen aus dem System für seine Planungsaufgaben zur Verfügung. Aktuell müssen sich die Mitarbeiter vor Ort vergewissern, ob die Kapazität der potentiellen Lagerplätze ausreichend ist. Diese Problematik besteht auch bei einer zentralen Planung, weil es steht außer Frage, dass sich der Planer nicht bei jeder Entscheidung ein Bild von der Situation vor Ort machen kann. Bei der Realisierung des zentralen Lagercontrollings ist die Stapelturmanalyse eine Voraussetzung für ein effizientes Arbeiten des Planers.

Diese Art der Lagerplanung benötigt zusätzliche Humanressourcen, welche entsprechend dem Aufgabengebiet, ausgebildet sein müssen. Der große Vorteil bei einer zentralen Lagerplanung liegt darin, dass viel mehr vorausschauend agiert werden kann. Aktuell wird

nur auf die Situation reagiert, somit besteht viel Verbesserungspotential hinsichtlich der effizienten Gestaltung der Arbeitsprozesse. Infolge der zukunftsorientierten Planung ist eine bessere Koordination sämtlicher Umlagerungsmaßnahmen möglich. Durch die Reduktion von teilweise sinnlosen Schienenmanipulationen können positive Auswirkungen auf die Motivation der Mitarbeiter erzielt werden.

7.7 High Performance Meeting

Ein wichtiges Handlungsfeld ist die Kommunikation und Motivation der Mitarbeiter, wie aus der Mitarbeiterbefragung ersichtlich ist. Aus der empirischen Analyse dieser Arbeit geht hervor, dass dieses Problemfeld einen hohen Stellenwert besitzt. Bezüglich Motivation geht es darum, dass die Mitarbeiter mehr Eigeninitiative bei Leistungserstellung zeigen.

In der Adjustage wird im Schichtbetrieb gearbeitet. Beim Schichtwechsel erfolgt eine Schichtübergabe bei jedem Arbeitsplatz an die nachfolgende Schicht. In der Befragung wurden die Kommunikationsprobleme zwischen den Schichten öfter angesprochen und wünschen sich daher eine Verbesserung. Das Hauptproblem besteht darin, dass jede Schicht für sich der Meinung ist, alles am Besten zu machen.

Aktuell finden die Mitarbeiterschulungen schichtintern statt. Hier würde Potential bestehen, die Schulungen in verschiedenen Besetzungen unterschiedlicher Schichten durchzuführen. Durch diese Maßnahme kann ein einheitlicher Wissenstand bei allen Mitarbeitern unterschiedlicher Schichten sichergestellt werden.

Die schichtübergreifenden Schulungen können auch positive Auswirkungen auf die zwischenmenschliche Ebene der Mitarbeiter haben. Je besser sich die Mitarbeiter verstehen, desto höher ist auch die gegenseitige Akzeptanz, da eine gewisse persönliche Beziehung besteht.

Bei diesen Schulungen sollte auch die Option bestehen, direkt aktuelle Probleme ansprechen zu können und diese gleich schichtübergreifend zu diskutieren. Denn es kann die Möglichkeit bestehen, dass das angesprochene Problem bei der anderen Schicht gar nicht auftritt oder sie bereits eine Lösung gefunden hat. Ein weiterer Ansatzpunkt wäre die Einführung einer anonymen Problembox. Somit besteht für die Mitarbeiter die Option, ohne ihren Namen zu nennen, auf etwaige Probleme, welche Art auch immer, frühzeitig aufmerksam zu machen. Aktuell werden bereits auf Meisterebene Mitarbeitergespräche geführt, aber aus zeitlichen Gründen und der Vielzahl an Mitarbeiter bleibt nicht immer genügend Zeit, um alle Probleme wirklich im Detail besprechen zu können.

Die Anonymität könnte die Angst der Mitarbeiter bezüglich Konsequenzen bei einer Meldung reduzieren und alle Probleme könnten offen angesprochen werden.

Natürlich kann die Anonymität auch negative Meldungen hervorbringen. Aber der kleine Teil konstruktiver Meldungen kann den Ausschlag geben, um mögliche Problemfelder

frühzeitig zu erkennen. Somit können schon bei der Entstehung von Problemen entsprechende Gegenmaßnahmen gesetzt werden, um die Auswirkungen zu minimieren.

7.8 Lagererweiterung

Bereits vor der Mitarbeiterbefragung war klar, dass am aktuellen Standort ein Platzmangel besteht. Diese Problematik wurde auch bei der Mitarbeiterbefragung angesprochen. Aufgrund der geografischen Lage und den vorherrschenden Gegebenheiten ist eine Erweiterung am aktuellen Standort nicht möglich. Eine Lagerexpansion ist aktuell die einzige Möglichkeit, die Lagerkapazität zu erhöhen. Je nach Auslastungsgrad sollte die Option der Lagererweiterung in Betracht gezogen werden, mit dem Bewusstsein, dass die Erweiterung nur mit einem enormen Kostenaufwand realisierbar ist.

Entsprechend des Expansionsumfangs gehört ein konkretes Konzept erstellt, welchen genauen Zweck die zusätzliche Kapazität erfüllen sollte. Eine Möglichkeit wäre, den gesamten Bereich LKW-Schienen auszulagern, um den Anteil der Schienen, welche für den LKW-Versand vorgesehen sind, aus den aktuellen Lagerbereichen auszulagern.

Die Versorgung des externen Lagers kann mithilfe von Übersteller-Ladungen per Bahnverkehr erfolgen. Nachdem die Erweiterung als Puffer dienen soll, müssen nötige Nachbearbeitung vorab in der bestehenden Infrastruktur vorgenommen werden.

Durch die Erweiterung besteht die Option mehrere LKW-Verladeplätze einzurichten, um den LKW-Durchsatz zu erhöhen. Die Auslagerung von Lagerbeständen führt zur Entlastung der aktuell angespannten Lagersituation. Der Manipulationsaufwand wird reduziert und führt somit zu einer geringeren Auslastung der Mitarbeiter.

7.9 Bewertung der Handlungspotentiale

Im Rahmen dieser Arbeit konnten acht Handlungspotentiale entwickelt werden, welche zur Effizienzsteigerung in den beiden Schienenläger beitragen können. Wie aus der Beschreibung der Potentiale hervorgeht, verursachen die Realisierung der einzelnen Maßnahmen unterschiedlich hohe finanzielle Aufwendungen. Daher erfolgt zum Abschluss eine quantitative Kostenabschätzung, um den finanziellen Aufwand für die Realisierung der Maßnahmen zu evaluieren. Des Weiteren erfolgt eine persönliche Einschätzung, welche Potentiale unter Beachtung der entstehenden Kosten aktuell am besten zu Realisieren wären, um die Prozessleistung zu steigern.

In der folgenden Abbildung sind alle Handlungspotentiale inklusive der verhältnismäßigen Kostenabschätzungen und den persönlichen Empfehlungen aufgelistet.

Potentiale	Abschätzung Implementierungskosten	Notwendigkeit
Potentielle Lagerstrategien • Schnellläuferkonzentration • Gleichverteilungsstrategie • Optimierung Stapelturm	€€€ €	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
PC-Terminal	€	<input checked="" type="checkbox"/>
Betriebsmittelzeitgerüst	€€	<input checked="" type="checkbox"/>
Erweiterung Einlagerstrategie	€	<input checked="" type="checkbox"/>
Stapelturmanalyse	€€	<input checked="" type="checkbox"/>
Zentrales Lagercontrolling	€€€	<input type="checkbox"/>
HP-Meeting	€	<input checked="" type="checkbox"/>
Lagerexpansion	€€€€€	<input type="checkbox"/>

Legende : € Kostenaufwand
 empfohlenes Handlungspotential
 Potential vorhanden

Tabelle 7.3: Bewertung der Handlungspotentiale¹¹¹

Wie in der Abbildung ersichtlich ist, sollte das Betriebsmittelzeitgerüst umgesetzt werden, um die Basis für weitere Optimierungsmaßnahmen in Bezug auf die Auslastung zu schaffen.

Zur Optimierung des Lagerprozesses wird die Einführung des PC-Terminal in Kombination mit der Umsetzung der Erweiterung der Einlagerstrategie und der Stapelturmanalyse empfohlen.

Für die Entwicklung und Ausbildung der Mitarbeiter wäre die Durchführung von High Performance Meetings eine sehr gute Option.

Durch die gezielte Umsetzung dieser Maßnahmen sollte es gelingen, einige Prozessabläufe zu standardisieren und dadurch die Effizienz der Tätigkeiten zu steigern.

¹¹¹selbst erstellte Tabelle

Literaturverzeichnis

Buchquellen

Arnold, Dieter, Hrsg. (2006). *Intralogistik: Potentiale, Perspektiven, Prognosen*. VDI-Buch. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag GmbH. ISBN: 9783540296577. DOI: 10.1007/978-3-540-29658-4.
<http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10187673>

Braun, Stefan (1996). *Versandlogistik*. Gabler-Studentexte. Wiesbaden und s.l.: Gabler Verlag. ISBN: 9783409922937. DOI: 10.1007/978-3-663-12947-9.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-663-12947-9>

Brown, Mark Graham (1997). *Kennzahlen: Harte und weiche Faktoren erkennen, messen und bewerten*. München: Hanser. ISBN: 3446189017

Göpfert, Ingrid (2013). *Logistik: Führungskonzeption und Management von Supply Chains*. 3., aktualisierte und erw. Aufl. Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. München: Vahlen. ISBN: 9783800638741. DOI: 10.15358/9783800638758.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=678715>

Gudehus, Timm (2005). *Logistik: Grundlagen, Strategien, Anwendungen*. 3., neu bearb. Aufl. Berlin: Springer. ISBN: 9783540241133.
<http://lib.myilibrary.com/detail.asp?id=62332>

Hompel, Michael ten und Thorsten Schmidt (2005). *Warehouse Management: Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen*. 2., korrigierte Aufl. VDI. Berlin: Springer. ISBN: 3540225099.

<http://lib.myilibrary.com/detail.asp?id=61643>

Hompel, Michael ten und Thorsten Schmidt (2008). *Warehouse Management: Organisation und Steuerung von Lager- und Kommissioniersystemen ; mit 48 Tabellen*. 3., korrigierte Auflage. VDI-Buch. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 9783540748755. DOI: 10.1007/978-3-540-74876-2.

<http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10210951>

Koch, Susanne (2012). *Logistik: Eine Einführung in Ökonomie und Nachhaltigkeit*. Berlin und Heidelberg: Springer. ISBN: 9783642152887. DOI: 10.1007/978-3-642-15289-4.

<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-15289-4>

Koether, Reinhard (2012). *Distributionslogistik: Effiziente Absicherung der Lieferfähigkeit*. Wiesbaden: Gabler Verlag. ISBN: 9783834970961. DOI: 10.1007/978-3-8349-7096-1.

<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-7096-1>

Martin, Heinrich (1992). *Förder- und Lagertechnik*. Braunschweig: Vieweg. ISBN: 9783528040666

– (2009). *Transport- und Lagerlogistik: Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik ; mit 39 Tabellen*. 7., erweiterte und aktualisierte Auflage. Praxis. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden. ISBN: 9783834804518. DOI: 10.1007/978-3-8348-9242-3.

<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-9242-3>

Pfohl, Hans-Christian (2010). *Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen*. 8., neu bearb. und aktualisierte Aufl. Berlin: Springer. ISBN: 9783642041617. DOI: 10.1007/978-3-642-04162-4.

<http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10355135>

Wannenwetsch, Helmut (2007). *Integrierte Materialwirtschaft und Logistik: Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion*. 3., aktualisierte Auflage. VDI-Buch. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 9783540297567.

<http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10187796>

Zsifkovits, Helmut E. (2013). *Logistik*. 1. Aufl. Bd. 3673. utb-studi-e-book. Stuttgart und Konstanz: UTB GmbH und UVK-Verl.-Ges. ISBN: 9783825236731.

<http://www.utb-studi-e-book.de/9783838536736>

Internetquellen

Voestalpine AG. *Homepage voestalpine AG*.

www.voestalpine.com