

# Vergleich von Automationslösungen für Distributionszentren im Lebensmittelhandel

Masterarbeit  
von  
Carina Winkler, BSc.



eingereicht am  
Lehrstuhl Wirtschafts- und Betriebswissenschaften  
der  
Montanuniversität Leoben

Leoben, am Dienstag, 28. Februar 2012

## **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.

Leoben, am 28. Februar 2012

---

Carina Winkler

Matrikelnummer: 0535187

## **Danksagung**

Ich möchte hiermit O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Hubert Biedermann für die Ermöglichung der Masterarbeit am Lehrstuhl Wirtschafts- und Betriebswissenschaften danken.

Dipl.-Ing. Markus Gram will ich an dieser Stelle dafür danken, dass er mir immer geholfen hat, wenn ich Fragen hatte. Vor allem, dass er sich die Zeit genommen hat, Fragestellungen mit mir zu diskutieren und jederzeit erreichbar war.

Der KNAPP Systemintegration GmbH (KSI) danke ich für die Ermöglichung der Masterarbeit. Gleichzeitig auch Dipl.-Ing. Dr.mont. Harald Schoster, meinem Firmenbetreuer der KSI, der bei der Entstehung der Arbeit mitgewirkt hat.

Des Weiteren möchte ich hier meiner Familie danken, die mir mein Studium ermöglicht hat und immer für mich da ist. Auch will ich mich bei meinen engsten Freunden bedanken, die stets ein offenes Ohr für mich haben und mir während der Erstellung dieser Arbeit auf ihre Art und Weise Energie gaben.

## **Kurzfassung**

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Vergleich von Automationslösungen für Distributionszentren im Lebensmittelhandel. In Zusammenarbeit mit der Firma KNAPP Systemintegration GmbH (KSI) wurden die wichtigsten Aspekte behandelt. Das Hauptaugenmerk der Arbeit liegt auf dem Vergleich der Automationslösungen der stärksten Mitbewerber von KNAPP für diese Lösung. Ausgehend von der theoretischen Aufbereitung der Thematik, also einer Einführung in die Welt der Lagerlogistik und -automation, sowie Grundlagen zur Bewertung von Lösungen, geht die Autorin auf die einzelnen Lösungen der jeweiligen Mitbewerber ein. Die Automationslösungen der Witron GmbH, SSI Schäfer Gruppe und Dematic GmbH für den Lebensmittelhandel werden betrachtet. Des Weiteren beschreibt die Autorin die Lösung von KNAPP und bewertet aufbauend darauf die einzelnen Lösungen sowohl qualitativ als auch quantitativ. Im Zuge dessen wird ein Kriterienkatalog zum Vergleich von Automationslösungen erstellt. Die Ergebnisse sollen eine Einschätzung der einzelnen Lösungen hinsichtlich ihres Einsatzes zulassen.

## **Abstract**

This thesis deals with the comparison of automation solutions for distribution centers in food retail. In cooperation with the firm KNAPP Systemintegration GmbH (KSI) the most important aspects have been treated. The main focus of this thesis is the comparison of automation solutions of the strongest competitors of KNAPP for this solution. Based on the theoretical topics, such as the introduction in the world of warehouse logistics and automation, as well as the basics of evaluation of solutions, the individual solutions of the competitors are being discussed. In this context, the automation solutions of Witron GmbH, SSI Schäfer Group and Dematic GmbH for food retail are being considered. Afterwards the solution of KNAPP is described and the solutions are evaluated, in a qualitative as well as in a quantitative approach. A criteria catalogue for the comparison of the automation solutions is being created to allow an assessment of the individual solutions in terms of their use.

# Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung .....	ii
Danksagung .....	iii
Kurzfassung .....	iv
Abstract .....	v
Inhaltsverzeichnis .....	vi
Abbildungsverzeichnis .....	viii
Tabellenverzeichnis .....	x
Abkürzungsverzeichnis.....	xi
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Aufgabenstellung.....	1
1.2 Aufbau der Arbeit .....	1
<b>2 Lagerlogistik.....</b>	<b>3</b>
2.1 Grundlagen zum Lager.....	4
2.2 Funktionen eines Lagers.....	7
2.3 Lager- und Fördertechnik .....	8
2.4 Verpackung .....	11
2.5 Abläufe in Lagersystemen .....	12
2.5.1 Wareneingang und Einlagerung .....	13
2.5.2 Auslagerung, Kommissionierung und Warenausgang .....	14
<b>3 Lagerautomation .....</b>	<b>18</b>
3.1 Grundlagen der Automatisierung .....	18
3.2 IT-Struktur .....	19
3.3 Morphologischer Kasten für Automationslösungen im Lebensmittelhandel .....	21
<b>4 Prozessbewertung mittels Kennzahlen .....</b>	<b>23</b>
<b>5 Lebensmittelhandel.....</b>	<b>27</b>
5.1 Einteilung des Lebensmitteleinzelhandels .....	27
5.2 Einzelne Warengruppen.....	29
<b>6 Automationslösungen der Mitbewerber .....</b>	<b>31</b>
6.1 Witron .....	31
6.1.1 OPM – Order Picking Machinery.....	32
6.1.2 ETP – Ergonomic Tray Picking.....	37

6.1.3	Sonstige .....	39
6.1.4	Realisierte Projekte .....	42
6.2	SSI Schäfer.....	43
6.2.1	SCP – Schäfer Case Picking .....	43
6.2.2	Sonstige .....	47
6.2.3	Realisierte Projekte .....	50
6.3	Dematic.....	51
6.3.1	AMCAP – Automated Mixed Case Palletizing .....	51
6.3.2	Ergopall.....	53
6.3.3	Realisierte Projekte .....	55
<b>7</b>	<b>Die KNAPP-Lösung.....</b>	<b>56</b>
7.1	Übersicht.....	56
7.2	Lösungskomponenten .....	60
7.2.1	OSR Shuttle System .....	60
7.2.2	PKS und TKS .....	62
7.2.3	KiSoft AUTOMOVE.....	66
7.3	Realisierte Projekte.....	69
<b>8</b>	<b>KNAPP-Lösung – die Position gegenüber ihren Mitbewerbern.....</b>	<b>70</b>
8.1	Kriterienkatalog .....	70
8.2	Analyse – Position von KNAPP.....	74
8.2.1	Qualitative Analyse.....	81
8.2.2	Quantitative Analyse .....	93
<b>9</b>	<b>Conclusio .....</b>	<b>98</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>100</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>a</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abgrenzung von Logistiksystemen.....	3
Abbildung 2: Operative Kostenverteilung in einem Lager.....	6
Abbildung 3: Lagerbauarten.....	9
Abbildung 4: Grundelemente von Warehouse Management Systemen und deren Bezug zu den Funktionen im Lager.....	13
Abbildung 5: Lagerprozess.....	17
Abbildung 6: Abhängigkeit der Kosten vom Mechanisierungsgrad.....	19
Abbildung 7: Aufbau Warehouse Informationssystem.....	19
Abbildung 8: Morphologischer Kasten für Automationslösungen.....	22
Abbildung 9: Schematischer Ablauf OPM.....	32
Abbildung 10: Vereinzelung der Lagen.....	33
Abbildung 11: Verheiratung mit einem Tray.....	34
Abbildung 12: Trennung der Kolli vom Tray.....	35
Abbildung 13: Picker-Kabine EPM 2.....	38
Abbildung 14: DPS Aufbau.....	40
Abbildung 15: E-DPS Arbeitsplatz.....	41
Abbildung 16: Depalettierroboter SSI Schäfer.....	44
Abbildung 17: Lagenweise Depalettierung.....	44
Abbildung 18: Palettierroboter SSI Schäfer 1.....	46
Abbildung 19: Palettierroboter SSI Schäfer 2.....	46
Abbildung 20: Palettierungsvorgang.....	46
Abbildung 21: Fertige Auftragspalette SSI Schäfer.....	46
Abbildung 22: Mercury System 1.....	48
Abbildung 23: Mercury System 2.....	48
Abbildung 24: AMCAP Palettierroboter.....	52
Abbildung 25: ErgoPall Palettierung.....	53
Abbildung 26: Lösungsübersicht KNAPP.....	56
Abbildung 27: Order Fulfillment Solutions.....	57
Abbildung 28: Layout Basisvariante.....	58
Abbildung 29: Basisvariante 3D.....	58
Abbildung 30: Materialfluss PKS/TKS.....	59
Abbildung 31: OSR Shuttle Grundprinzip.....	60
Abbildung 32: Pick-it-Easy Arbeitsplatz.....	61
Abbildung 33: Aufbau Gesamtkonzept.....	62
Abbildung 34: Vollautomatische Lösung.....	63
Abbildung 35: PKS Lösung von KNAPP.....	63
Abbildung 36: TKS Kommissionierplatz.....	64
Abbildung 37: Tray-Kommissionierstation Schnitt.....	65



---

Abbildung 38: Aufbau PKS .....	65
Abbildung 39: PKS Schnitt .....	66
Abbildung 40: Wickelstation mit PickCo .....	66
Abbildung 41: Einsparungen Manuell vs. Pick-n-Go .....	67
Abbildung 42: KiSoft AUTOMOVE Kommissionierlösung .....	68
Abbildung 43: Kriterienkatalog .....	71
Abbildung 44: Prozessschritte Witron OPM .....	75
Abbildung 45: Prozessschritte Witron ETP .....	76
Abbildung 46: Prozessschritte Schäfer SCP .....	77
Abbildung 47: Prozessschritte KNAPP Lösung .....	78
Abbildung 48: Morphologischer Kasten – Übersicht der Automationslösungen .....	80
Abbildung 49: Qualitative Analyse - Gesamtergebnis .....	92
Abbildung 50: Positionierung der Lösungen .....	92
Abbildung 51: Gesamtkosten Vergleich 3.000 Kolli/Std. ....	95
Abbildung 52: Gesamtkosten Vergleich 5.000 Kolli/Std. ....	95
Abbildung 53: Gesamtkosten Vergleich .....	96
Abbildung 54: Ersparnis bei KNAPP Lösung .....	96
Abbildung 55: Witron, DPP Dynamic Pallet Picking .....	a
Abbildung 56: SSI Schäfer, SCP Lidl Kirchheim .....	a
Abbildung 57: Witron, Edeka Hamm Layout .....	b
Abbildung 58: Witron, Edeka Hamm, COM .....	b
Abbildung 59: Witron, Edeka Hamm, AKL .....	c
Abbildung 60: Witron, Edeka Hamm, HRL .....	c
Abbildung 61: Dematic, Dansk Supermarket Gruppen, Layout .....	d
Abbildung 62: Dematic, Depalettierung Bina .....	d
Abbildung 63: Dematic, Multishuttle Captive, Bina .....	e
Abbildung 64: Dematic, Kommissionierung Bina .....	e
Abbildung 65: KNAPP, TUS Celje Layout .....	f
Abbildung 66: KNAPP, TUS Celje Layout, AUTOMOVE Fahrwege .....	g
Abbildung 67: KNAPP, Spar Layout Gesamt .....	h
Abbildung 68: KNAPP, Spar Layout TS EG .....	i
Abbildung 69: KNAPP, Spar Layout TS OG .....	j
Abbildung 70: KNAPP, Spar Layout FD EG .....	k
Abbildung 71: KNAPP, Spar Layout FD OG .....	l
Abbildung 72: KNAPP, Migros Plastikkisten .....	m
Abbildung 73: KNAPP, Migros Plastikkisten auf Tray .....	m
Abbildung 74: KNAPP, Migros Layout 1 .....	n
Abbildung 75: KNAPP, Migros Layout 2 .....	o

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Funktionen der Verpackung.....	11
Tabelle 2: Struktur der Kommissionierzeit.....	16
Tabelle 3: Funktionen von Kennzahlen.....	23
Tabelle 4: Einteilung Warengruppen.....	30
Tabelle 5: Abmessungen Artikel SCP.....	45
Tabelle 6: Vorteile manueller Lösungen.....	81
Tabelle 7: Nachteile manueller Lösungen.....	82
Tabelle 8: Vorteile teilautomatischer Lösungen.....	83
Tabelle 9: Nachteile teilautomatischer Lösungen.....	83
Tabelle 10: Vorteile vollautomatischer Lösungen.....	84
Tabelle 11: Nachteile vollautomatischer Lösungen.....	84
Tabelle 12: Vorteile der Witron OPM Lösung.....	85
Tabelle 13: Nachteile der Witron OPM Lösung.....	86
Tabelle 14: Vorteile der Witron ETP Lösung.....	87
Tabelle 15: Nachteile der Witron ETP Lösung.....	87
Tabelle 16: Vorteile der Schäfer SCP Lösung.....	88
Tabelle 17: Nachteile der Schäfer SCP Lösung.....	88
Tabelle 18: Vorteile der KNAPP Lösung.....	89
Tabelle 19: Nachteile der KNAPP Lösung.....	89
Tabelle 20: Bewertung – Nutzwertanalyse.....	91
Tabelle 21: Kosten SCP.....	94
Tabelle 22: Kosten KNAPP.....	94

## Abkürzungsverzeichnis

AKL	Automatisches Kleinteilelager
ASRS	Automated Storage and Retrieval System
Diss.	Dissertation
et al.	et alteri oder et alii = und andere
f.	folgende Seite
ff.	folgende Seiten
FD	Frischdienst
HRL	Hochregallager
Hrsg.	Herausgeber
hrsg.	Herausgegeben
IH	Instandhaltung
LKW	Lastkraftwagen
m	Meter
MA	Mitarbeiter
mm	Millimeter
OG	Obst und Gemüse
o.V.	ohne Verfasserangabe
OSR	Order Storage Retrieval
PKS	Palettenkommissionierstation
RFID	Radio Frequency Identification
RBG	Regalbediengerät
RC	Rollcontainer
s.	siehe
S.	Seite
SKU	Stock Keeping Unit
Std.	Stunde
TKS	Traykommissionierstation
TS	Trockensortiment
vgl.	Vergleiche
WCS	Warehouse Control System
WKM	Wurst, Käse und Molkereiprodukte
WMS	Warehouse Management System
zit. nach	zitiert nach

# 1 Einleitung

In der heutigen Zeit wird die Verfügbarkeit von Gütern zu jeder Tages- und Nachtzeit mehr und mehr zu einem wichtigen Kriterium. Die Anforderungen der Endverbraucher steigen weiter an und fordern somit eine Reaktion des Marktes. Die logistische Versorgung der einzelnen Filialen einer Lebensmittelkette erfordert einen hohen Grad an Koordination und Informationsaustausch. Vor allem bei Frischeprodukten und verderblichen Produkten ist eine zeit- und bedarfsgerechte Lieferung wichtig und unumgänglich, um dem Endverbraucher eine hohe Qualität der Ware bieten zu können.

## 1.1 Aufgabenstellung

Bei dem heutigen Stand der Technik ist es möglich mit einigen Automationsschritten ein Distributionszentrum so zu gestalten, dass eine bessere Auslastung und eine Kapazitätssteigerung erreicht werden kann. Im Vordergrund steht ein hoher Lieferservicegrad bei möglichst geringen Kosten für Lagerung und Distribution. Es werden für die gelagerten Warengruppen verschiedene Automationslösungen mit unterschiedlich hohem Automationsgrad angeboten. Dabei ergeben sich An- und Herausforderungen, die sowohl auf technischer bzw. operativer Ebene als auch auf strategischer Ebene betrachtet werden müssen.

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit der Automation von Auslieferungslagern im Lebensmittelhandel auseinander. Die Forschungsfragen lauten wie folgend:

- Welche Kriterien sind bei der Automation von Lebensmittellagern ausschlaggebend und lassen einen Vergleich unterschiedlicher Automationslösungen zu?
- Welche Position nehmen die von KNAPP angebotenen Lösungen am Markt ein?

Um diese Ziele zu erreichen, wird eine fundierte Theoriebasis zu den einzelnen Themen geschaffen, welche mit Daten und Fakten aus der Praxis verbunden wird. Schwerpunktmäßig beschäftigt sich diese Arbeit mit Distributionszentren für den Lebensmittelhandel, im Speziellen für Trockensortiment, Obst und Gemüse sowie Wurst und Molkeprodukte.

## 1.2 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn der Arbeit wird ein kurzer Einblick in Logistik im Allgemeinen gegeben, um dann im Detail auf Lagerlogistik einzugehen. Erst wird ein Rahmen zu den organisatorischen Grundlagen gegeben und dann auf die Prozesse in einem Lager eingegangen. Dabei wird vom Wareneingang, über diverse Vorgänge im Lager, wie Ein- und Auslagern, Kommissionieren und Verpacken, bis hin zum Warenausgang der Begriff der Lagerwirtschaft besprochen. Weiters werden auch die einzelnen Lagersysteme und Lagertechniken kurz beschrieben. Die Autorin legt einen Lagerprozess fest, anhand dessen sie die Automationslösungen von KNAPP und seiner Mitbewerber beschreibt und einheitlich darstellt.

Ausgehend von dieser Basis wird auf die Automation von Lagern eingegangen. Es werden die unterschiedlichen Automationsgrade und die Grundlagen der Automation beschrieben. Der Aufbau eines Warehouse Informationssystems wird behandelt und im Zuge dessen

auch die Notwendigkeit eines Packalgorithmus für automatisierte Lösungen. Um Automationslösungen klassifizieren zu können bzw. die Lösungen in dieser Arbeit vergleichen und übersichtlich darstellen zu können wird ein morphologischer Kasten für Automationslösungen erstellt, anhand dessen die einzelnen Lösungen aus nachfolgenden Kapiteln dargestellt werden können.

Danach folgt die Einarbeitung in die Thematik des Lebensmittelhandels. Dabei wird auf die Einteilung des Lebensmittelhandels eingegangen und die einzelnen Warengruppen klassifiziert. Um die Automationslösungen, die beschrieben werden, bewerten und analysieren zu können, wird in einem kurzen Kapitel auf die Grundlagen von Kennzahlen und Benchmarking eingegangen.

In den Kapiteln 2 bis 5 wurden theoretische und praktische Grundlagen gegeben. Aufbauend auf diesen werden in Kapitel 6 die Automationslösungen der Mitbewerber Witron, SSI Schäfer und Dematic beschrieben, dabei sowohl vollautomatische Lösungen, als auch teilautomatische. Die einzelnen Unterkapitel sind so aufgebaut, dass erst die einzelnen Lösungen beschrieben und abschließend Beispiele für realisierte Projekte angeführt werden. Die Prozessbeschreibungen unterscheiden sich aufgrund der Datenlage und den vorhandenen Informationen. In Kapitel 7 beschreibt die Autorin die KNAPP Lösung. Erst wird ein Überblick zu den angebotenen Lösungen geschaffen und die Basisvariante beschrieben. Des Weiteren wird genauer auf die einzelnen Komponenten eingegangen. Wie auch bei den Mitbewerbern werden realisierte Projekte angeführt.

Anhand dieser Prozessbeschreibungen wird in Kapitel 8 die Analyse der Automationslösungen vorgenommen. Am Anfang des Kapitels erfolgt die Erstellung eines Kriterienkataloges für den Vergleich. Dieser wird in qualitative und quantitative Faktoren unterteilt. Anhand dessen werden die Lösungen danach sowohl qualitativ als auch quantitativ bewertet. Vor dieser Bewertung werden die einzelnen Prozesse anhand des Modells aus Kapitel 2.5 und des morphologischen Kastens aus Kapitel 3.3 dargestellt. Im Zuge der qualitativen Analyse werden die einzelnen Lösungen anhand ihrer Vor- und Nachteile sowie ihren Alleinstellungsmerkmalen betrachtet. Die einzelnen Kriterien werden mit einem Punktesystem bewertet und nach einer Gewichtung der jeweiligen Faktoren wird das Gesamtergebnis dargestellt. Aufgrund der Datenlage wird die quantitative Analyse nur für die SCP Lösung von Schäfer und die KNAPP Lösung vorgenommen. Anhand einer Kostenvergleichsrechnung werden die Daten einander gegenübergestellt.

Den Abschluss der Arbeit bilden eine Zusammenfassung sowie ein Fazit zur Erreichung der gesetzten Ziele.

## 2 Lagerlogistik

Dieses Kapitel setzt sich mit der Erklärung grundlegender Begriffe bezüglich der Lagerlogistik und Lagerhaltung auseinander. Die Forderungen an ein Lager und ihre unterschiedlichen Funktionen werden behandelt. Es werden die grundsätzlichen Lagerarten und -bauweisen sowie mögliche Fördermittel kurz beschrieben. Ebenso folgt eine Betrachtung der Lager- und Fördertechnik. Darauf aufbauend wird der Materialfluss innerhalb eines Lagers vom Wareneingang über die Kommissionierung bis zum Warenausgang diskutiert.

Um ein einheitliches Verständnis der Thematik zu bekommen sind anfangs ein paar grundlegende Definitionen angeführt.

Was ist Logistik? Es gibt unterschiedlichste Meinungen darüber was Logistik ist bzw. welche Bereiche und Funktionen Logistik einschließt. Ein Produkt von A nach B zu bringen ist zwar Logistik, aber nach dem heutigen Verständnis ist Logistik wesentlich mehr. Es gilt die Erfüllung der berühmten 6R der Logistik, die Bereitstellung:

- der richtigen Ware,
- am richtigen Ort,
- zum richtigen Zeitpunkt,
- in der richtigen Menge,
- in der richtigen Qualität,
- und zu den richtigen Kosten.

Dabei ist Logistik für die Planung, Steuerung und Kontrolle des Informations- und Materialflusses zuständig. Klassisch lässt sich die Logistik wie in nachfolgender Abbildung strukturieren, in die entsprechenden Teilbereiche untergliedern.<sup>1</sup>

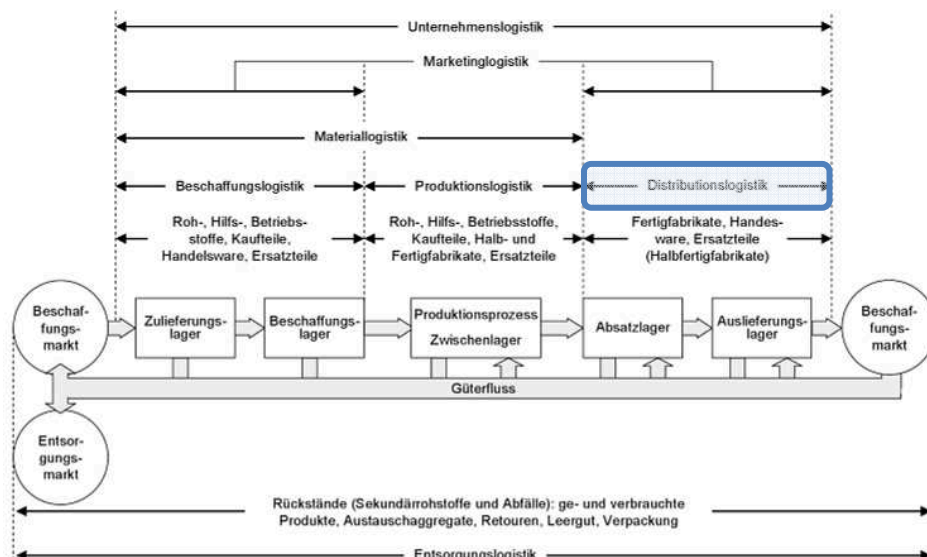


Abbildung 1: Abgrenzung von Logistiksystemen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Quelle: Baumgarten, H. et al. (2004): Kapitel 2.01, S. 5

<sup>2</sup> Quelle: Pfohl, H.C. (2009): S. 19

Die Lagerlogistik gliedert sich hierbei in den unterschiedlichen Bereichen ein, in dieser Arbeit wird der Fokus allerdings auf die Distributionslogistik gelegt. Die Distributionslogistik soll durch die Auftragsabwicklung unter anderem einen Sortimentsausgleich zwischen den Produkten der einzelnen herstellenden Werken oder Lieferanten und dem gewünschten Sortiment der Kunden ermöglichen.<sup>3</sup>

Unternehmen sind in der heutigen Zeit einigen Zielkonflikten ausgesetzt, die es gilt bestmöglich zu lösen. In der Materialwirtschaft stehen folgende Ziele in Konkurrenz zueinander:<sup>4</sup>

- Kurze Lieferzeiten und hohe Termintreue
- Hohe Flexibilität und Lieferbereitschaft
- Geringe Einstandspreise / Beschaffungskosten / niedrige Rüstkosten
- Geringe Lagerbestände / Kapitalbindung / hohe Liquidität

Diese Punkte sind bei der Unternehmensführung, sowohl auf der strategischen als auch operativen Ebene zu berücksichtigen und bestmöglich in Einklang zu bringen. Vor allem in der Lagerlogistik sind die Kapitalbindung und die Lieferfähigkeit die zwei Punkte die sich am meisten widersprechen, aber dennoch sollte eine niedrige Kapitalbindung mit einer hohen Lieferfähigkeit verbunden werden.

## 2.1 Grundlagen zum Lager

Bis zu diesem Punkt wurden die logistischen Rahmenbedingungen besprochen, in weiterer Folge wird auf die Thematik des Lagers und dessen Gestaltung eingegangen.

Ein Lager wird im Handbuch Logistik wie folgt definiert:

„Lager bilden die materiell-technische Voraussetzung für die Versorgung von nachgeschalteten Systemen. Lagern als Funktion kann als geplante Unterbrechung des Materialflusses bezeichnet werden. Es stellt eine Zeitüberbrückung (Pufferung, Langzeitlagerung) dar und entsteht überall dort, wo ankommende und abgehende Güterströme zeitlich nicht synchronisiert sind.“<sup>5</sup>

Wie in der Definition beschrieben, handelt es sich bei Lagerung um eine vorübergehende Zeitüberbrückung. Unabhängig aus welchem Grund ein Lager benötigt wird, gilt es dieses so zu gestalten, dass die Prozesse innerhalb des Lagers fließend ablaufen können. Dazu ist eine Lagerverwaltung, -organisation und -steuerung notwendig.

Die Lagerwirtschaft, Lagerverwaltung, Lagersteuerung und die Lagerung von Gütern machen ein Lagersystem aus. Lagerwirtschaft ist ein Oberbegriff für alle Aufgaben der Bewirtschaftung von Lagern. Die Lagerprozesse, wie der Materialfluss, die Ein- und Auslagerung und die Kommissionierung werden durch die Lagersteuerung gesteuert. Um dies zu ermöglichen gibt es einen ständigen Austausch von Daten über unterschiedliche EDV-Systeme.<sup>6</sup>

Bei der Lagerorganisation kann zwischen der Lagerablauforganisation und der Lageraufbauorganisation unterschieden werden. Die Lagerablauforganisation befasst sich mit der Definition der Reihenfolgegestaltung, hinsichtlich zeitlichem und räumlichem Durchlaufen

<sup>3</sup> Vgl. Baumgarten, H. et al. (2004): Kapitel 2.03, S. 11

<sup>4</sup> Vgl. Weber, R. (2009), S. 4

<sup>5</sup> Arnold, D. et al. (2008), S. 373

<sup>6</sup> Vgl. VNL (2011)

der Güter von einzelnen Lagerbereichen. Hingegen wird in der Lageraufbauorganisation eine hierarchische Struktur der Arbeitsinhalte und Kompetenzen festgelegt.<sup>7</sup>

Die wohl kritischste Größe in einem Lager ist der Lagerbestand, der optimal sein soll, in der Realität ist dies jedoch nicht erfüllbar. Dennoch werden verschiedene Forderungen an ein Lager gestellt um die bestmögliche Performance zu erreichen. Die Bereitstellung einer ausreichenden Lagerkapazität, welche häufig mittels Abschätzungen und Erfahrungswerten festgelegt wird, ist wichtig, dabei vor allem auch die Möglichkeit der Erweiterung für zukünftige erhöhte Nachfragemengen. In einem Lager treten oft starke Leistungsschwankungen auf. Trotzdem muss die Bereitstellung der erforderlichen Umschlagsleistung gewährleistet werden. Dies sollte an Durchschnitts- und Maximalwerten ausgerichtet sein, jedoch sollten seltene Leistungsspitzen nicht zu einer Überdimensionierung führen. Eine optimale Raumvolumennutzung ist vor allem aufgrund der Kapitalbindung enorm wichtig. Diese wird von verschiedenen Parametern beeinflusst, wie zum Beispiel durch die Lagerplatzverwaltung und den Einsatz unterschiedlicher Ladehilfsmittel. Der Personaleinsatz soll in diesem Zusammenhang so optimal wie möglich erfolgen und die Arbeitssicherheit im Lager gewährleistet sein.<sup>8</sup>

Durch die Lagerung von Gütern wird Kapital gebunden und daher ist der Lagerbestand eine kritische Größe der Lagerhaltungskosten. Hier entstehen konträre Ziele, einerseits sollen die Bestände niedrig gehalten werden, gleichzeitig jedoch folgende Aspekte berücksichtigt werden:<sup>9</sup>

- Hohe Liefertreue
- Hoher Servicegrad
- Kurze Lieferzeiten
- Niedrige Einkaufspreise
- Kurze Auftragsdurchlaufzeiten
- Hohe Flexibilität
- Hohe Verfügbarkeit
- Hohe Auslastung
- Hohe Produktivität

Dadurch ist es notwendig eine Priorisierung der Ziele vorzunehmen, um die Lagerhaltungskosten möglichst gering und die Kundenzufriedenheit hoch halten zu können.

VAHRENKAMP teilt die Kosten der Lagerhaltung in verschiedene Komponenten ein. Die Bestellkosten, die Transportkosten, die Annahmekosten, die Lagerkosten, welche sich aus den Kosten für das gebundene Umlaufvermögen, den Gebäudekosten, den Personalkosten zusammensetzen, und die Kosten für Fehlmengen sind die wichtigsten Komponenten der Lagerhaltungskosten.<sup>10</sup> Im Detail lassen sich die Lagerkosten wie folgt beschreiben:<sup>11</sup>

---

<sup>7</sup> Vgl. Gleißner, H., Femerling J.C. (2008), S. 127

<sup>8</sup> Vgl. Bichler, K., Krohn, R. (2001), S. 200 ff.

<sup>9</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 310 f.

<sup>10</sup> Vgl. Vahrenkamp, R. (1998), S. 218

<sup>11</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 323



- Bestandskosten
  - Kapitalbindungskosten
  - Versicherung gegen Feuer und Diebstahl
- Personalkosten
  - Kosten für Ein-, Um- und Auslagern, Personalschulung, Bedienung Transportmittel
  - Lagerverwaltung, Bestandsführung, Inventur
- Betriebskosten der Betriebsmittel
  - Lagereinrichtung, Lagerhilfsmittel
  - Transportmittel, Transporthilfsmittel
- Gebäudekosten (Flächenkosten für Lagerung im Freien)
  - Abschreibung, Verzinsung, Heizung, Lüftung, Beleuchtung
  - Instandhaltung: Inspektion, Wartung und Instandsetzung
  - Versicherung, Gebäudeverwaltung

Die Kosten der beteiligten Leistungsprozesse müssen zur Verfügung stehen um die Lagerlogistikkosten berechnen zu können. Für den Vergleich der Automationslösungen der Mitbewerber von KNAPP sind sowohl die Investitionskosten, die laufenden Kosten als auch die sich daraus ergebenden Kosten pro Kolti wichtig. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass ein Kolti in dieser Arbeit als Begriff für eine Handelseinheit bzw. einen Case eingesetzt wird.<sup>12</sup>

Prinzipiell teilen sich die operativen Kosten in einem Lager wie in Abbildung 2 dargestellt auf. Es ist klar ersichtlich, dass ein Großteil der Kosten für die Kommissionierung anfällt, also hier das größte Einsparungspotential liegt.

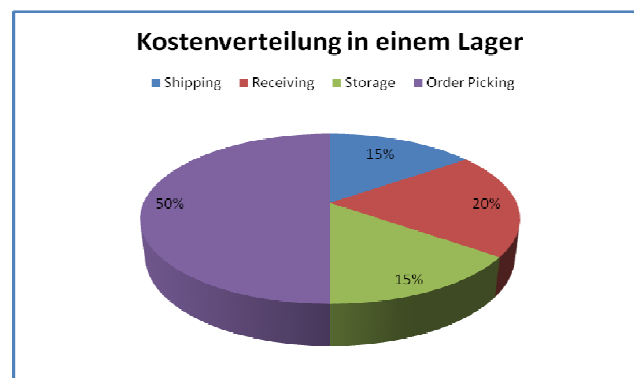


Abbildung 2: Operative Kostenverteilung in einem Lager<sup>13</sup>

Bei der Errichtung und Positionierung eines Lagers ist die Wahl des Standortes ein wichtiger Bestandteil der Planung. Auf die Auswahl eines passendes Lagerstandortes wird hier nicht eingegangen, es sei nur erwähnt, dass dabei viele Parameter mitspielen, sowohl finan-

<sup>12</sup> Genaue Erklärungen zu Lagerlogistikkosten siehe Gudehus, T. (2000a), S. 287 ff. und Gudehus, T. (2000b), S. 91 ff.

<sup>13</sup> Vgl. Frazelle, E. (2002), S. 45

zieller Natur als auch Bedingungen bezüglich der Infrastruktur, der Anbindung an ein Stromnetz, Personalqualität und vieles mehr. Dadurch bedingt ergeben sich unterschiedliche Investitions- und Betriebskosten, vor allem aber die Betriebskosten differieren maßgeblich.

## 2.2 Funktionen eines Lagers

Es gibt unterschiedliche Arten von Lagerung, dabei gewollte und ungewollte Lagerung.<sup>14</sup> Grundsätzlich können Lager nach BICHLER und KROHN in vier Hauptfunktionen eingeteilt werden:<sup>15</sup>

1. Pufferfunktion zwischen Beschaffungsmarkt und Produktion
2. Pufferfunktion zwischen den Bearbeitungsstufen innerhalb eines Produktionsbetriebes
3. Pufferfunktion zwischen Beschaffungsmarkt und Absatzmarkt
4. Verteilfunktion zwischen größeren Anliefermengen und kleineren Bedarfsmengen (Kommissionierung)

Nachfolgend werden weitere Kriterien aufgelistet, anhand derer Lager detaillierter klassifiziert werden können:<sup>16</sup>

- Funktion im Wertschöpfungsprozess
  - Beschaffungslager
  - Produktionslager
  - Distributionslager
- Art der Tätigkeit in einem Lager
  - Einheitenlager
  - Kommissionierlager
  - Zentrale Lagerung
  - Dezentrale Lagerung
- Unterbringung der Lager in Gebäuden in
  - Abhängigkeit von der Gebäudeform (Hallen, Stockwerksbauten, Silolager, ...)
  - Abhängigkeit von der Bauart (Flachlager, Hochraumlager, Etagenlager,...)

Des Weiteren sind Lagergutart, Standort, Eigentümer, Lagerungsart, Lagerobjekt, Bewegung des Lagergutes, Lagereinheit, Unternehmensart, Automatisierungsgrad, Lageraufbau, Zugriffsmöglichkeit und Regalart relevante Unterscheidungs- und Benennungskriterien.

Ein Distributionszentrum wird für die Verteilung der Waren an unterschiedliche Zielorte errichtet. Dementsprechend lässt sich ein Distributionszentrum nach der Unterteilung von BICHLER und KROHN der Verteilfunktion zuordnen.

<sup>14</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 310

<sup>15</sup> Bichler, K., Krohn, R. (2001), S. 189

<sup>16</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 312 ff.

## 2.3 Lager- und Fördertechnik

Grundsätzlich werden Lagersysteme nach drei Kriterien differenziert, nach der Lagertechnik, der Lagerform und dem Lagerort. Bei der Lagertechnik wird zwischen Bodenlagerung und Regallagerung unterschieden. Die Begriffe sind selbsterklärend, die Waren werden auf dem Boden, eventuell gestapelt, oder in Regalen gelagert, dies meist auf einem Ladehilfsmittel. Der Vorteil einer Regallagerung ist der hohe Flächennutzungsgrad, sowie der Direktzugriff auf eine große Artikelanzahl. Die Lagerform ist entweder eine Blocklagerung oder eine Zeilenlagerung. Lagergüter werden bei der Blocklagerung unmittelbar über-, hinter- und nebeneinander gelagert. Bei der Zeilenlagerung werden die Güter über- und hintereinander gelagert und zwischen den Regalflächen gibt es Bedienwege. Bezüglich des Lagerortes kann zwischen einem statischen oder dynamischen Lagersystem unterschieden werden. Bleibt das Lagergut zwischen Ein- und Auslagerung am selben Ort, führt also keine Ortsveränderung durch, handelt es sich um ein statisches Lagersystem. Werden die Güter hingegen nach der Einlagerung bewegt wird von einem dynamischen Lagersystem gesprochen.<sup>17</sup>

Im Weiteren wird aufgrund der Relevanz für Distributionszentren im Lebensmittelhandel auf Regallagerung genauer eingegangen. Die Regallagerung kann sowohl in statischer als auch dynamischer Form erfolgen.<sup>18</sup>

- Statische Regallagerung
  - Zeilenregale
    - Shuttle Systeme
  - Palettenregale
  - Behälterregale
  - Mischpalettenlagerung
  - Hochregallager
  - Einfahr- und Durchfahrregale
  - Satellitenregale
- Dynamische Regallagerung
  - Verschieberegale
  - Umlaufregale
  - Vertikale Umlaufregale (Paternosterregal)
  - Horizontale Umlaufregale (Karusselllager)
  - Durchlaufregal
  - Rollpalettensystem

Die für diese Arbeit wichtigsten Regalsysteme sind Behälterregale und Hochregallager, sowie Shuttle Systeme. Diese werden nun kurz beschrieben. Ein Hochregallager wird bis zu einer Höhe von 50m gebaut und besteht aus einer oder mehreren Regalgassen. In den Regalgassen gibt es einen Regalgang der zwischen zwei Regalzeilen verläuft. Ein Regalbedien-

<sup>17</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 74

<sup>18</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 74 ff.

gerät ist für die Ein- und Auslagerung der Waren zuständig und fährt in der Regalgasse.<sup>19</sup> In einem HRL können bis zu 100.000 Palettenstellplätze oder mehrere 100.000 Behälterstellplätze Platz finden.<sup>20</sup> Behälterregale sind automatische Kleinteile-Lager (AKL), die wie der Begriff schon sagt automatisiert sind. Die Ein- und Auslagerung übernimmt wie beim HRL ein Regalbediengerät und je nach Ausführung können hier unterschiedliche Ladehilfsmittel befördert werden.<sup>21</sup> Eine spezielle Form ist ein Tray-Lager. Bei einem Tray handelt es sich um sogenannte Tablare, auf denen die Waren positioniert werden. Shuttle Systeme sind statische Regallager, die auf jeder Lagerebene von autonomen Shuttle Fahrzeugen bedient werden. Ein Lift kann die Shuttles zwischen den einzelnen Ebenen des Regals befördern. Die Shuttle Fahrzeuge nehmen die Ladehilfsmittel, die in dem jeweiligen Regalfach eingelagert sind, über unterschiedliche Mechanismen auf, zum Beispiel über einen Ziehmechanismus oder Riemenförderer. Der Vorteil der Shuttle Systeme ist, dass diese nicht an eine Gasse gebunden sind und auf verschiedenen Ebenen gleichzeitig Ein- und Auslagerungen vorgenommen werden können.<sup>22</sup>

In Abbildung 3 sind zum besseren Verständnis einzelne Lagerbauarten dargestellt.

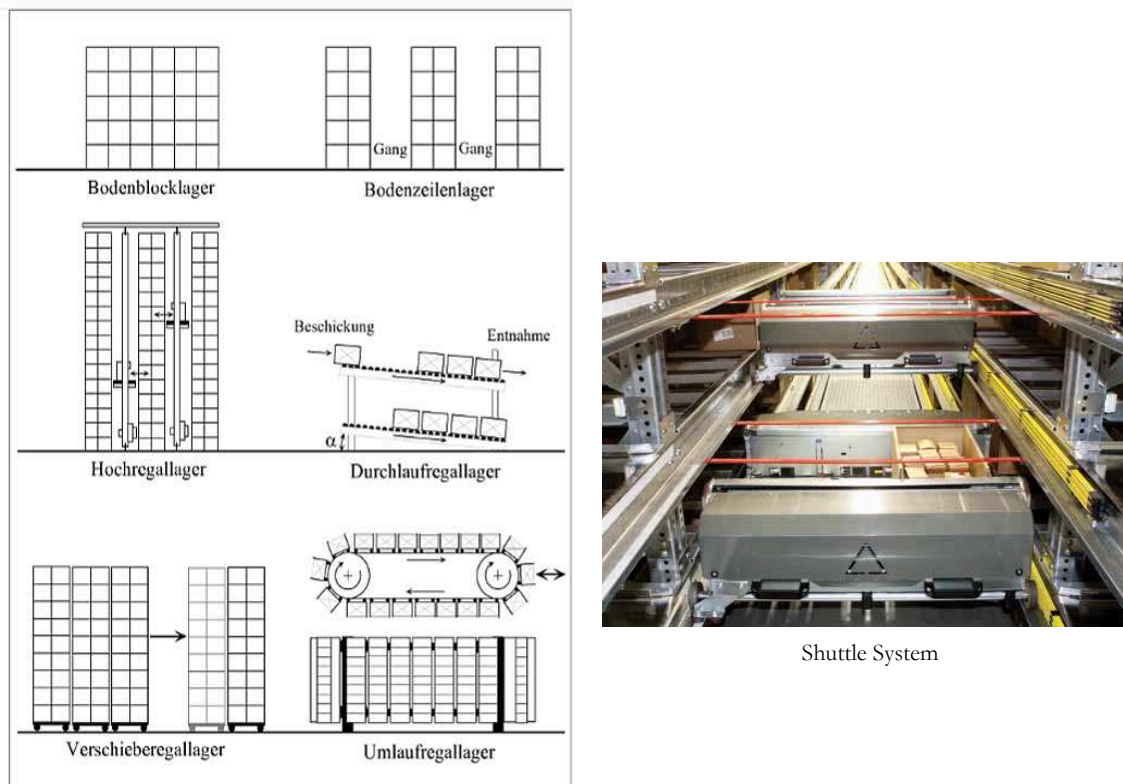


Abbildung 3: Lagerbauarten<sup>23</sup>

Um den Materialfluss in einem Lager zu ermöglichen und technisch zu unterstützen gibt es die unterschiedlichsten Fördersysteme. Im folgenden Abschnitt wird ein kurzer Überblick zu den wichtigsten Fördersystemen gegeben.

<sup>19</sup> Vgl. Fischer, W. Dittrich, L. (2004), S. 137

<sup>20</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 80

<sup>21</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 79

<sup>22</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2007), S. 75 f.

<sup>23</sup> Quelle: Arnold, D., Furmans, K. (2009), S. 191 und KNAPP-interne Quelle

Die wohl bekannteste Einteilung in zwei große Gruppen ist die der Stetigförderer und Unstetigförderer. Stetigförderer sind Fördersysteme, die entsprechend der Definition des GABLER Logistiklexikons durch eine andauernde Bewegung einen kontinuierlichen Materialfluss ermöglichen.<sup>24</sup> Es kann eine hohe Förderleistung erzielt werden, diese wird in Stück/Zeiteinheit gemessen. Unstetigförderer hingegen transportieren einzelne bzw. wenige Güter von einer Quelle an ein Ziel, man spricht von einem Arbeitsspiel.<sup>25</sup> Es folgt eine kurze Auflistung der wichtigsten Fördermittel.<sup>26</sup> Dies soll für die beschriebenen Automationslösungen in den nachfolgenden Kapiteln einen Überblick schaffen.

- Stetigförderer
  - Rollenförderer
  - Bandförderer
  - Kettenförderer
- Unstetigförderer
  - Flurförderzeuge
  - Transportgeräte
  - Umschlaggeräte
  - Lagergeräte
    - Hochregalstapler
    - Kommissionierstapler
    - Quergabelstapler
    - Vierwegestapler
  - Fahrerlose Transportsysteme
  - Verschiebewagen
- Regalbediengeräte
  - Regalbediengeräte werden im Regalgang schienengeführt, sind somit an eine Gasse gebunden und vor der Gasse nicht frei verfahrbar. Durch den Einsatz von Weichen und Umsetzwagen könnte dies jedoch ermöglicht werden. Die Ausführung eines Regalbediengerätes gibt es als Einmast- oder Zweimast-Konstruktion. Die zweite sorgt für eine höhere Steifigkeit, benötigt aber auch mehr Platz.<sup>27</sup>
- Elektrohängebahnen
- Krane

Bei der Kommissionierung kommen Sortier- und Verteilsysteme zum Einsatz, die nach den Systematiken der Verteiltechniken unterschieden werden. Es gibt zu- und abfördernde oder abweisende Systeme sowie Systeme in denen ein Kraftfeld wirkt. Beispiele dafür sind Quergutsorter, Schwenkrollensorter, Kippschalensorter, Fallklappensorter, Pusher und

---

<sup>24</sup> Vgl. Gabler (2007), S. 171

<sup>25</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 91

<sup>26</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 91 ff.

<sup>27</sup> Vgl. Koether, R. (2001), S. 79

viele mehr.<sup>28</sup> Für die Handhabung von Food und Non-Food Artikeln ist nicht jede Art der Sortierung möglich, es muss je nach Beschaffenheit der Artikel analysiert werden, welche Sorter eingesetzt werden können.

## 2.4 Verpackung

Die Verpackung von Waren spielt eine überaus wichtige Rolle in der Lagerhaltung und im Transport. Die Funktionen der Verpackung sind in nachfolgender Abbildung beschrieben. Im Lebensmittelhandel sind vor allem die Schutz- und Verkaufsfunktion wichtig. Deshalb entstehen hier oftmals Zielkonflikte zwischen dem Marketing und der Lagerung. Für das Marketing ist die Verpackung als Kaufanreiz für den Kunden wichtig, für die Lagerung, Handhabung und den Transport sind hingegen einfach zu handhabende Verpackungen vorrangig, die auch einen entsprechenden Schutz der Lebensmittel gewährleisten. Da es sich um verderbliche Produkte handelt, ist die Schutzfunktion noch wichtiger als bei manch anderen Waren. Die Gewährleistung der ständigen Einhaltung entsprechender Umgebungstemperaturen ist absolut notwendig.

Tabelle 1: Funktionen der Verpackung<sup>29</sup>

Funktionen der Verpackung				
Lager- und Transportfunktion	Schutzfunktion gegen	Rationalisierungsfunktion	Identifikations-/Verkaufsfunktion	Verwendungsfunktion
<b>Ausnutzung von Lager-/Ladeflächen</b>	Mengenverlust Verunreinigung	beim Verpacken: einheitenbildend	Kennzeichnung (Art, Menge, Preis)	leicht zu öffnen wiederverschließbar
<b>Zusammenfassung zu Handhabungseinheiten</b>	Klima	bei Lagerung und Transport: stapelbar, flächen- und raumsparend	Vorsichtsmarkierung Gebrauchsanleitung	wiederverwendbar umweltfreundlich
<b>Vereinfachung von Manipulation</b>	Beschädigung Gefährdung der Umwelt	beim Verbrauch: gut handelbar	Werbung (Markenzeichen, Darstellung)	entsorgungsfreundlich
<b>Widerstandsfähigkeit gegen TUL-Beanspruchung</b>	TUL-Beanspruchung	bei Einheitenbildung: mechanisierbar und automatisierbar	Unterscheidung (optische Verpackungsgestaltung)	hygienisch

Nicht nur die Verpackung sondern auch die Sicherung der Ladeeinheiten für den Transport sind maßgeblich für eine sichere Handhabung der Waren. Um die Ladeeinheiten nach der Palettierung zu sichern, gibt es mehrere Möglichkeiten. Die drei wichtigsten werden hier behandelt, wovon zwei im Lebensmittelhandel zum Einsatz kommen:

- Schrumpfen
- Stretchen
- Umreifen.

<sup>28</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 118

<sup>29</sup> Quelle: Martin, H. (2006), S. 71

„Beim Schrumpfen wird eine Kunststoffolie (Dicke 50 – 150 µm) über oder um eine Ladeeinheit gelegt und einer Erwärmung von 180 – 220 °C unterzogen. Die beim Erwärmen weich gewordene Folie zieht sich beim Erkalten zusammen, legt sich fest an das Ladegut an, stabilisiert es und stellt bei einer Palettenladeeinheit die Verbindung der Ladung zur Palette her.“<sup>30</sup>

„Beim Stretchen wird ein Kraftschluss erzeugt, indem Folie aus dehnbarem Kunststoff stark gedehnt wird und so um ein Stückgut gelegt wird, dass sie dieses anschließend unter Ausnutzen des elastizitätsbedingten Zusammenziehens eng umschließt. Das Stretchen ist eine Alternative zum Schrumpfen mit dem Vorteil, dass kein thermischer Vorgang in den Verpackungsprozess integriert werden muss.“<sup>31</sup>

Beim Umreifen werden „die Packgüter durch i.d.R. mehrere Umreifungen, die horizontal bzw. vertikal verlaufen können, zusammengehalten und meist auch mit dem Ladungsträger verbunden. Hierzu wird ein spezielles Gerät eingesetzt, das die Umreifungsbänder auf die notwendige Spannung bringt und die überlappenden Endbereiche miteinander verschließt.“<sup>32</sup>

Im Bereich des Lebensmittelhandels wird hauptsächlich die Variante des Stretchens eingesetzt, es kommt aber auch das Umreifen zum Einsatz. In den Automationslösungen die anschließend beschrieben werden, ist vorwiegend Stretchen im Gebrauch. Es gibt zusätzlich zum Umreifen noch die Möglichkeit die Seitenwände der Rollcontainer mit Bändern zu verbinden, dies ist eine sehr einfache aber effektive Methode im Lebensmittelhandel.

Lebensmittelketten versuchen ihre Lieferanten dahin zu drängen, eine einheitliche Verpackung zu verwenden und vor allem muss eine gewisse Verpackungsqualität eingehalten werden. Sollte die Qualität der Verpackung nicht den Mindestanforderungen entsprechen, werden die Waren abgelehnt. Dies kann aber sowohl zeitliche Verzögerungen als eventuell auch Lieferschwierigkeiten mit sich bringen.

## 2.5 Abläufe in Lagersystemen

Die Anforderungen an ein Distributionszentrum sind abhängig von der Branche, den unterschiedlichen Realisierungsmöglichkeiten der Prozesse, der technischen Systemgestaltung und der Kontrollfunktionen der Leitungsebene. Dadurch entsteht eine enorme Komplexität in der Lagergestaltung. Dennoch gibt es bestimmte Standardabläufe, die in einem System vorkommen.<sup>33</sup> Im Folgenden werden diese Abläufe in einem Distributionszentrum dargestellt. Da in weiterer Folge die unterschiedlichen Automationslösungen verglichen werden sollen, wird hier ein kurzer Einblick in Prozesse im Allgemeinen gegeben.

Ein Prozess ist eine klar definierte Aktivität, die einen Anfang und ein Ende hat und durch Inputs und Outputs gekennzeichnet ist. Der Fluss und die Transformation von Material, Informationen, Operationen und Entscheidungen stellen den Ablauf eines Prozesses dar. Ein Prozess kann in Schritte und Aktivitäten untergliedert werden, wodurch sich Hierarchien und Aufteilungen bilden, die mittels einer Prozessanalyse beschrieben werden.<sup>34</sup> In dieser Arbeit werden die Prozesse jedoch nicht nach ihren Verantwortlichkeiten analysiert, die Autorin versucht vielmehr die Prozesse anhand ihrer einzelnen Schritte und ihrer unterschiedlichen Ausführungen zu vergleichen.

<sup>30</sup> Martin, H. (2006), S. 79

<sup>31</sup> Vgl. Bleisch, G., Weiss, U. (2009), S. 211

<sup>32</sup> Arnold, D. et al. (2008), S. 708

<sup>33</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 23

<sup>34</sup> Vgl. Osterloh, M., Frost, J. (2006), S.33 f.

Die folgende Abbildung bietet einen Überblick zu den einzelnen Funktionen in einem Lager und deren logische Verbindung zum Warehouse Management System (siehe dazu Kapitel 3.2). Von der Warenannahme über die Lagerung, die Kommissionierung bis hin zum Warenausgang wird das System abgebildet.

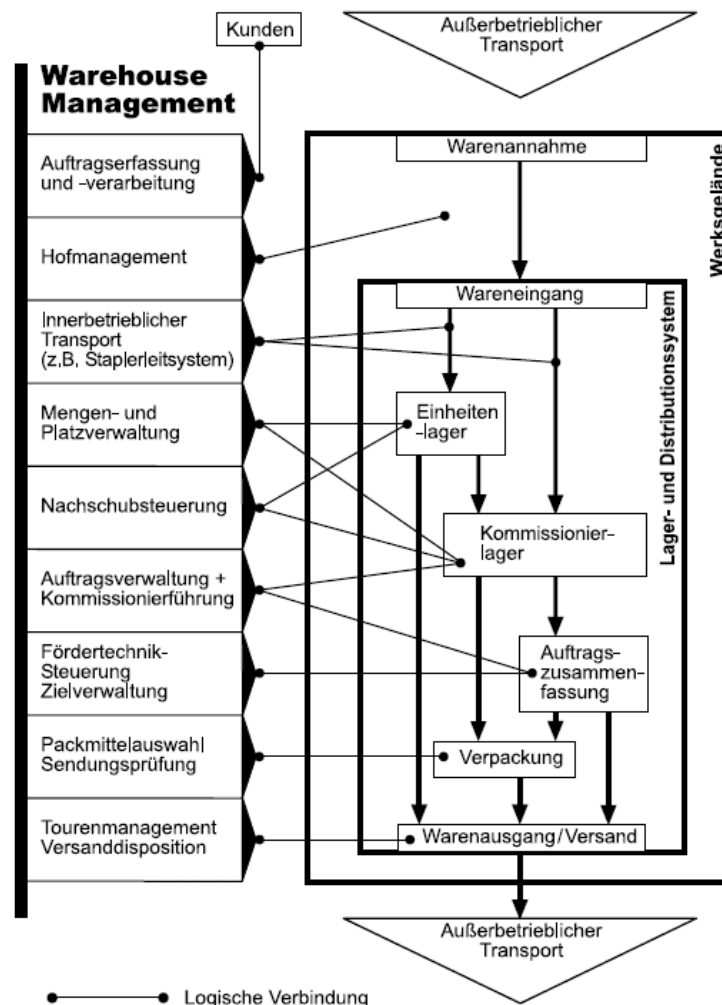


Abbildung 4: Grundelemente von Warehouse Management Systemen und deren Bezug zu den Funktionen im Lager<sup>35</sup>

Es soll hiermit ein kurzer Überblick gegeben werden, auf dem aufbauend die einzelnen Lagerprozesse genauer beschrieben werden und in weiterer Folge ein Beispielprozess für den Vergleich der Automationslösungen der einzelnen Anbieter geschaffen wird.

### 2.5.1 Wareneingang und Einlagerung

Bevor es zu einem Wareneingang kommt, erfolgt eine Warenbestellung durch einen Disponenten. Danach wird mit dem Lieferanten bzw. Hersteller ein genauer Liefertermin vereinbart. Da in einem Distributionszentrum im Normalfall viele Warenanlieferungen pro Tag durchgeführt werden, ist eine Koordination der Liefertermine überaus wichtig, um unter anderem unnütze Wartezeiten der LKWs zu vermeiden. Die Entkoppelung der Verantwortung des Spediteurs findet mit der Warenannahme statt. Diese bildet somit den ersten Schritt im Materialfluss des Lagers. Es kommt zu einer Kontrolle der Übereinstimmung

<sup>35</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 24



der angelieferten Mengen und Artikel mit der Bestellung. Eine physische Überprüfung wird auch durchgeführt, dabei wird unter anderem die Beschaffenheit der Artikel durch die Qualitätssicherung kontrolliert. Sehr wichtig ist in dem Zusammenhang die genaue Kenntnis des Gutgewichtes, um spätere Kontrollen bei der Kommissionierung durchführen zu können. Bei der Automation von Lagern ist dies besonders wichtig, da Kommissionierroboter diese Informationen teilweise zur Verifizierung des erfolgreichen Greifvorganges benötigen. Die Abmessungen der Artikel spielen eine entscheidende Rolle, um die Lagerflächen effizient nutzen zu können.<sup>36</sup>

Im Wareneingang können die Informationen direkt über das System abgerufen und die weitere Planung vorgenommen werden. Um die Waren im Lagersystem entsprechend handhaben zu können, sollte ein System zur Identifikation festgelegt werden. Zum Beispiel durch den Einsatz von Barcodes, dies bietet sich im Bereich des Lebensmittelhandels an, da die Artikel ohnehin mit Barcodes versehen sind. Aus unterschiedlichen Gründen müssen gewisse Artikel mit speziellen Lastaufnahmemitteln gehandhabt oder in Behältern transportiert werden. Ein entsprechendes Lager- und Materialflusssystem wäre ein Traysystem oder Regalsystem mit genormten Behältergrößen. Um ein solches System effizient einsetzen zu können, kann es zu einer Umfüllung in entsprechende Behälter kommen bzw. zu einem Umpacken auf Trays. Gerade bei automatisierten Systemen sind Toleranzgrenzen hinsichtlich der Größe von Paletten oder anderen Ladehilfsmitteln unbedingt einzuhalten. Vorteilhaft ist hierbei der Einsatz von systemspezifischen Paletten, der zwar ein Umsetzen der Waren erfordert, in weiterer Folge aber Probleme auf Förderabschnitten verhindern kann. Nach der Bildung der Lagereinheiten erfolgt die Einlagerung. Bei manuellen Lagersystemen passiert die Aufnahme einer Lagereinheit, das Befördern an den finalen Lagerbereich, sowie die Einlagerung oder Abgabe der Lagereinheit in einem durchgängigen Prozess. Bei automatisierten Systemen sind die Schritte meist voneinander entkoppelt. Prinzipiell erfolgt eine Verteilung auf Lagerbereiche, indem mittels des Lagerverwaltungssystems ein Lagerbereich festgelegt wird. An so genannten I-Punkten, werden die Identitätskontrollen durchgeführt, sofern dies nicht schon bei der Wareneingangsprüfung erfolgt ist. Eine Vergabe des Lagerplatzes folgt, um somit die Einlagerung vornehmen zu können. Nachdem die Einlagerung durchgeführt wurde, kann dieser Teilschritt als abgeschlossen gelten und die Waren werden im zugewiesenen Lagerbereich gespeichert.

## 2.5.2 Auslagerung, Kommissionierung und Warenausgang

Nach einer gewissen Zeitperiode kommt es wieder zur Auslagerung der Waren. Dazu wird unter Berücksichtigung verschiedenster Zielvorgaben und Auslagerungsstrategien die Disposition der Auslagerung vorgenommen. Es gibt unterschiedlichste Auslagerstrategien, FIFO (First In First Out), LIFO (Last In Last Out), Anbruchmengenbevorzugung, Gaswechselminimierung, etc.<sup>37</sup> Im Lebensmittelhandel wird im Normalfall das FIFO-Prinzip zur Anwendung gebracht, um das Verderben der Güter zu verhindern.

Nach der Auslagerung wird der Lagerplatz wieder freigegeben und kann mit neuen Artikeln bestückt werden. Die ausgelagerten Waren werden zu den entsprechenden Kommissionierplätzen befördert.

„Die Kommissionierung entspricht der Auslagerung vorgegebener Artikel zur Erstellung eines Auftrags. Unter der Funktion Kommissionieren ist das Zusammenstellen eines Kundenauftrages von bestimmten Teilmengen aus einer bereitgestellten Gesamtmenge nach vorgegebenen Bedarfsinformationen zu verstehen. Die Teilmengen bestehen aus Artikeln,

<sup>36</sup> Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 25 f.

<sup>37</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 33

die aus dem Sortiment (= Gesamtmenge) für einen Auftrag (= Bedarfsinformation) gesammelt werden.<sup>38</sup>

Vor der Kommissionierung werden die Artikel sortenrein gelagert, nach der Kommissionierung sind diese nicht sortenrein zusammengestellt. Folgende Grundfunktionen sind Bestandteil der Kommissionierung:<sup>39</sup>

- Bereitstellen der Waren
  - statisch
  - dynamisch
- Fortbewegen des Kommissionierers
  - eindimensional
  - zweidimensional
- Entnehmen der Waren
  - manuell
  - mechanisch
- Abgeben der Waren
  - zentral
  - dezentral

Bei der statischen Bereitstellung werden die Waren nicht bewegt, das heißt sie befinden sich am Lagerplatz und der Kommissionierer oder Roboter kommt an den Platz um die Ware zu entnehmen. Dieses Prinzip wird „Mann-zur-Ware“ genannt. Das Prinzip „Ware-zum-Mann“ entspricht der dynamischen Bereitstellung, hierbei wird die Ware zum Kommissionierplatz des Personals oder Roboters bewegt. Ein Fortbewegen des Kommissionierers ist somit nur bei „Mann-zur-Ware“ notwendig und es wird zwischen eindimensionalem und zweidimensionalem Fortbewegen unterschieden. Entweder erfolgt eine rein horizontale Bewegung in der Regalgasse oder auch eine vertikale Bewegung zum Beispiel mittels eines Regalbediengerätes. Die Entnahme kann manuell, also von Menschenhand mit eventueller zu Hilfenahme eines Greifers oder ähnlichem erfolgen. Bei Entnahme mittels eines Kommissionierautomaten oder -roboter spricht man von einem mechanisierten oder automatischen Entnehmen. Eine zentrale Abgabe der Waren erfolgt an einem Platz, hingegen werden beim dezentralen Abgeben die gesammelten Artikel eines Auftrages an mehreren Orten abgegeben.<sup>40</sup>

Die Daten für die Kommissionierung werden entweder in Auftragsreihenfolge (Order Picking) oder in Chargen (Batch Picking) aufbereitet. Eine einstufige Kommissionierung ist das Order Picking, bei dem die Aufträge synchron zum Auftragsingang abgearbeitet werden. Beim Batch Picking handelt es sich um eine mehrstufige Kommissionierung bei der zuerst Artikel für mehrere Aufträge gesammelt und erst im Anschluss auftragsbezogen zusammengestellt werden. Unterschieden wird des Weiteren zwischen paralleler und serieller Kommissionierung, bei der Teilaufträge entweder gleichzeitig oder nacheinander bear-

<sup>38</sup> Martin, H. (2006), S. 367

<sup>39</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 367

<sup>40</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 368 ff.

beitet werden. Die Kommissionierbereiche im Lager können auch noch in Zonen unterteilt werden um die Aufbauorganisation zu strukturieren.<sup>41</sup>

Es gibt unterschiedliche Komponenten, die in die Kommissionierzeit einfließen. In der folgenden Tabelle ist die Struktur ersichtlich.

Tabelle 2: Struktur der Kommissionierzeit<sup>42</sup>

Kommissionierzeit			
Basiszeit	Wegzeit	Greifzeit	Totzeit
Administrative Tätigkeiten	Durchschnittszeit zwischen zwei Entnahmestellen	Tätigkeiten des	Suchen, Finden des Artikels
Aufnehmen des Behälters	multipliziert mit der Anzahl der Entnahmestellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinlanges</li> <li>• Aufnehmens</li> <li>• Beförders</li> <li>• Ablegens</li> </ul>	Zählen, Kontrollieren, Vergleichen, Lesen
Abgabe der Ware	eines Auftrages		Anbruch bilden Etikettieren

Prozentual können die einzelnen Zeiten grundsätzlich wie folgt eingeteilt werden. Die Basiszeit beläuft sich auf ca. 5 % bis 10 %, die Wegzeit nimmt ca. 30 % - 50 % in Anspruch und ist somit der größte Teil, die Greifzeit liegt ebenfalls bei ca. 5 % bis 10 % und die Totzeit kann zwischen 10 % und 35 % vereinnahmen.<sup>43</sup>

Die Kommissionierleistung eines Systems entspricht den Mengen, die pro Zeiteinheit entnommen werden. Diese wird in Griffereinheiten pro Stunde, Behälter pro Stunde oder Positionen pro Stunde ausgedrückt. Die Kommissionierleistung ist von vielen Faktoren abhängig, vor allem von der Anordnung und dem somit gegebenen Weg, der Artikelbeschaffenheit und den damit verbundenen Hilfsmitteln. Dabei spielt die Automatisierung eines Lagers eine wesentliche Rolle, da hier durch automatisierte Vorgänge sowohl Zeit gespart als auch die Leistung erhöht werden kann.<sup>44</sup>

Bei der Kommissionierung können unterschiedliche Informationstechniken eingesetzt werden, die eine beleglose Kommissionierung ermöglichen. Bei einer beleglosen Kommissionierung erfolgt eine Online-Kommunikation, wie zum Beispiel bei einer mobilen Datenerfassung mit Datenterminals, Pick-by-Light oder Pick-by-Voice Systemen. Durch den Einsatz dieser Systeme kann eine bessere Kommissionierleistung bei gleichzeitig geringer Fehlerquote erreicht werden.<sup>45</sup>

Nach der vollständigen Kommissionierung eines Auftrages wird dieser entsprechend der Vorgaben verpackt, transportgesichert und im Warenausgang für den Versand bereitgestellt.

<sup>41</sup> Vgl. Gleißner, H., Femerling J.C. (2008), S. 121 f. und Martin, H. (2006), S. 370

<sup>42</sup> Quelle: Martin, H. (2006), S. 375

<sup>43</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 375 f.

<sup>44</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 376

<sup>45</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 371

Eine spezielle Form des Materialflusses in einem Lager, ist die des Cross Dockings. Dabei wird auf eine Einlagerung verzichtet. Nach der Warenanlieferung gelangen die Waren direkt in den Versandbereich. Um dies zu ermöglichen müssen die Wareneingänge und Warenausgänge aufeinander abgestimmt werden. Mit dieser Variante können jedoch unnötige Handhabungen im Lager vermieden werden. Im Normalfall werden zum Beispiel Ganzpaletten direkt über Cross Docking versendet.

Anhand der hier grob beschriebenen Lagerprozesse wird nun ein Prozess erstellt, der für den einheitlichen Vergleich der Automationslösungen dienen soll. Der Prozess wird wie in der Abbildung 5 aufgebaut.



Abbildung 5: Lagerprozess<sup>46</sup>

Je nach Lagersystem werden die Schritte in unterschiedlicher Weise ausgeführt, bzw. kann zum Beispiel bei der Einlagerung von Ganzpaletten die Depalettierung entfallen. Sollten die einzelnen Kolli aber auf Trays oder in Behältern gelagert werden, müssen die artikelreinen Paletten depalettiert und die Waren vereinzelt werden. Die Depalettierung kann sowohl manuell als auch automatisch mit einem Depalettierroboter erfolgen. Dasselbe gilt bei der Palettierung, dies kann sowohl manuell, teilautomatisch oder vollautomatisch mittels eines Palettierroboters erfolgen. Als Palettierung wird der Prozess bezeichnet, bei dem Waren auf entsprechende Ladehilfsmittel kommissioniert werden.<sup>47</sup> Bei der Palettierung für den Lebensmittelhandel können sowohl Paletten als auch Rollcontainer kommissioniert werden. Es wird hier der Begriff Palettierung für Paletten als auch für Rollcontainer verwendet. Die Transportsicherung der kommissionierten Paletten oder Rollcontainer kann entweder während der Palettierung vorgenommen werden oder anschließend. Danach werden diese im Warenausgang bereitgestellt und sind für den Versand in die einzelnen Filialen bereit.

Mit diesem Prozess beschreibt die Autorin in Kapitel 8.2 die Lösungen von KNAPP und die der wichtigsten Mitbewerber und stellt diese somit einheitlich dar.

Mit diesem Kapitel wurde nun ein Überblick zur Lagerlogistik geschaffen. Aufbauend auf diesem Grundwissen, wird im nächsten Kapitel auf die Lagerautomation eingegangen.

<sup>46</sup> Quelle: eigene Darstellung, in Anlehnung an die theoretisch erörterten Grundlagen und Informationen aus der Praxis

<sup>47</sup> Vgl. Martin, H. (2006), S. 75

## 3 Lagerautomation

In diesem Kapitel behandelt die Autorin die Grundlagen der Automatisierung. Sie geht auf die unterschiedlichen Möglichkeiten der Automatisierung ein, in weiterer Folge stellt sie auch den strukturellen Aufbau eines Warehouse Informationssystems dar. Dieses Kapitel dient somit dazu, ein einheitliches Verständnis von Lagerautomation zu erlangen.

### 3.1 Grundlagen der Automatisierung

Das wohl ausschlaggebende Kriterium um eine Einteilung von Automation zu treffen ist der Automatisierungsgrad eines Lagers. Dabei kann zwischen folgenden Lagerformen unterschieden werden:<sup>48</sup>

- Manuelle Lager
- Mechanisierte Lager
- Automatisierte Lager

In manuellen Lagern wird alles durch Kräfteinsatz des Mitarbeiters durchgeführt, unter zu Hilfenahme von handgetriebenen Geräten, wie Handkarren, Kommissionierungskörbe und ähnlichem.<sup>49</sup> Auf Grund des heutigen Standes der Technik und der ergonomischen Gestaltung der Arbeitsplätze von Mitarbeitern, gibt es kaum noch vollständig manuelle Lager, aber eher noch in kleinen Betrieben.

Bei mechanisierten Lagern kann zwischen teil- und vollmechanischen unterschieden werden. Teilmechanisch bedeutet den Einsatz von passiven Transport- oder Hilfselementen, die durch den Menschen manuell gesteuert werden und somit eine Erleichterung mit sich bringt. Bei vollmechanischen Ausführungen werden aktive Transport- oder Hilfselemente mit Antrieben eingesetzt, die nur mehr eine Steuerung des Ablaufes durch den Mitarbeiter erfordern.<sup>50</sup>

Auch bei automatisierten Lagern kann zwischen teil- und vollautomatischen unterschieden werden. Es gibt in beiden Fällen verschiedene Ausführungsmöglichkeiten und Ausprägungen. Grundsätzlich lassen sich die zwei Varianten dadurch unterscheiden, dass zusätzlich Mitarbeiter manuell mitwirken oder diese nur mehr über Computer eingreifen. Um dabei ersichtlich zu machen wie ein Computersystem im Lager aufgebaut ist, wird im folgenden Unterkapitel auf die IT-Struktur eingegangen.

Die Automatisierung eines Lagers ist eine umfassende Aufgabe. Es müssen viele Faktoren auf unterschiedlichen Ebenen und aus diversen Bereichen berücksichtigt werden. Einerseits kann durch den Einsatz von Technik Geld und Zeit gespart werden, andererseits können Fehler auftreten. Dabei sind Schnittstellen der häufigste Grund für Probleme. Schnittstellen treten zwischen den hierarchischen Ebenen auf, aber auch innerhalb der Ebenen. Bei der Automatisierung eines Lagers sollte deshalb darauf geachtet werden, dass die Planung ein einziges Unternehmen übernimmt um zusätzliche Schwierigkeiten zu vermeiden.<sup>51</sup>

---

<sup>48</sup> Vgl. Ehrmann, H. (1997), S. 224 f.

<sup>49</sup> Vgl. Ehrmann, H. (1997), S. 224 f.

<sup>50</sup> Vgl. Rupper, P., Scheuchzer, R. (1980): S. 106 f.

<sup>51</sup> Vgl. Pfohl, H.C. (2009): S. 142 ff.

Gerade in der heutigen Zeit, der Schnellebigkeit der Technik und Technologien, ist die Investition in eine Automation eine zwiegespaltene Angelegenheit. Da nie genau vorausgesagt werden kann, in welche Richtung sich die Technologien entwickeln und vor allem in welchem zeitlichen Rahmen. Der Erweiterung einer Lösung oder Anpassungsfähigkeit an neue Strukturen oder Technologien sollte als bedeutsam angesehen werden. Bei der Entscheidungsfindung ob ein Lager automatisiert wird und vor allem in welchem Grad ist eine umfassende Projektierung mit Verantwortlichen aus mehreren Bereichen als besonders wichtig zu erachten.

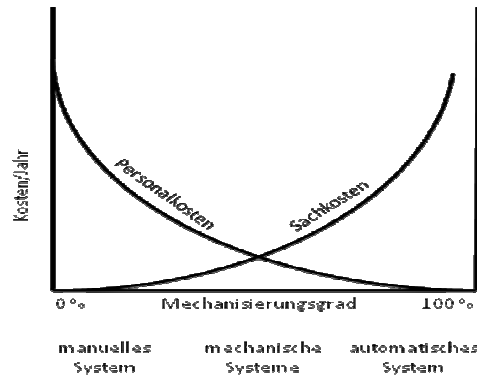


Abbildung 6: Abhängigkeit der Kosten vom Mechanisierungsgrad<sup>52</sup>

Bei der Automation von Lagern spielen die Kosten natürlich eine vorrangige Rolle. In Abbildung 6 wird nach RUPPER und SCHEUCHZER dargestellt wie sich die Personal- und Sachkosten mit steigendem Mechanisierungsgrad bzw. Automationsgrad verhalten. Die Personalkosten sinken zwar, aber dennoch steigen die Sachkosten. Deswegen ist auch wie bereits oben erwähnt eine umfangreiche Projektierung notwendig und wichtig herauszufinden, mit welchem Automationsgrad eine wirtschaftliche Lösung realisiert werden kann.

### 3.2 IT-Struktur

Nun wird kurz auf die IT-Struktur in einem automatisierten Lager eingegangen. Welche Systeme sind überhaupt notwendig um eine Automatisierung zu ermöglichen? Je nach Ausgangssituation des Lagers, also ob es sich um ein rein manuelles, teilmechanisiertes oder teilautomatisiertes Lager handelt, werden gewisse Systeme schon vorhanden sein. Der grundsätzliche Aufbau von Warehouse Informationssystemen kann wie folgt aussehen:

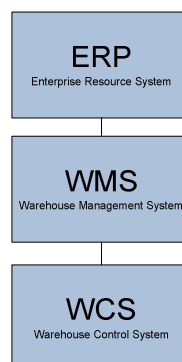


Abbildung 7: Aufbau Warehouse Informationssystem<sup>53</sup>

<sup>52</sup> Quelle: Rupper, P., Scheuchzer, R. (1980): S. 78

<sup>53</sup> Quelle: Eigene Darstellung nach KNAPP-interner Quelle (Gespräch Mitarbeiter B)

Das Kernstück eines Lagersystems ist das Warehouse Management System, das mittels über- und untergeordneten Systemen funktioniert. Um es zu integrieren ist ein ERP System notwendig, das kann zum Beispiel ein WWS - Warenwirtschaftssystem sein, mit dem sämtliche dispositive, logistische und abrechnungsbezogene Aufgaben abgehandelt werden.<sup>54</sup> Dieses ist dem WMS übergeordnet. Die Aufgaben eines WMS sind die Wareneingangserfassung, Lagerplatzvergabe und -verwaltung, Warenausgangserfassung und Inventur, Reorganisation der Lagerplatzbelegung, Nachschubsteuerung, etc.<sup>55</sup> Das untergelagerte System ist das Warehouse Control System, womit Quelle-Ziel-Beziehungen gesteuert werden.<sup>56</sup> Das WCS führt sozusagen die Befehle des WMS operativ aus. Mit diesem Aufbau kann ein Lager effizient gemanagt werden. Wieweit Komponenten im WMS und wieweit im WCS vorhanden sind, hängt von den jeweiligen Ausführungen ab. Meistens sind diese Systeme modular aufgebaut, wodurch Erweiterungen leichter möglich sind.

Gerade bei vollautomatischen Lösungen spielt ein Packalgorithmus eine entscheidende Rolle. Das Schlichtmuster der Palette oder des Rollcontainers ist überaus wichtig, um eine effiziente Nutzung der automatisierten Lösungen zu gewährleisten. Der Packalgorithmus wird in die bestehenden Systeme integriert und sorgt für eine optimale bzw. bestmögliche Packreihenfolge. Durch die Berechnung kann die Sequenzierung der einzelnen Kolli so vorgenommen werden, dass diese in der richtigen Reihenfolge beim Palettierroboter oder Packpersonal ankommen. Grundsätzlich können dabei zwei Varianten unterschieden werden: offline und online. Bei einer offline Version wird versucht vorab optimal gefüllte und stabile Zielgebilde zu berechnen. Die online Version bestimmt ad hoc unter Berücksichtigung eines bestehenden logischen Stapels eine ideale Position.<sup>57</sup>

Bei der Gestaltung eines Packalgorithmus spielen viele Kriterien eine wichtige Rolle um ein auch nur annähernd gutes Packbild erstellen zu können. Ein wesentlicher Nachteil ist, dass kein Mensch eingreift, der eventuell eine bessere Position eines Packstückes erkennen würde.

Einige Kriterien werden nachfolgend aufgelistet, die Liste kann jedoch nicht als vollständig angesehen werden.<sup>58</sup>

- Stabilität
  - Überbauungsrate
  - Korrekte Stapelfähigkeit
  - Stapelklassen (Fragilitätsklassen)
  - Maximales Gewicht auf dem Produkt
- Anzahl Pakete, Produktfamilien
- Produkteigenschaften
  - Form / Gestalt
  - Verpackungstyp
  - Gewicht

---

<sup>54</sup> Vgl. Becker, J. et al. (2000): S. 6

<sup>55</sup> Vgl. Gleißner, H., Femerling J.C. (2007): S. 220

<sup>56</sup> Vgl. Vgl. Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008): S. 9f.

<sup>57</sup> KNAPP-interne Quelle (5)

<sup>58</sup> KNAPP-interne Quelle (5)

- Dimensionen
- Zielgebilde
  - Anzahl
  - Typ
  - Eigenschaften
  - Füllgrad / Packungsdichte

Bei der Entwicklung eines Packalgorithmus spielen noch mehr Kriterien eine Rolle, die zum Teil kundenspezifisch sein können. Oft kommt man erst in der Testphase drauf, welche Kriterien einen Einfluss darstellen. Deswegen bietet die Kombination eines Packalgorithmus in einer teilautomatischen Lösung mit einer Kommissionierung durch Packpersonal dementsprechende Vorteile.

### 3.3 Morphologischer Kasten für Automationslösungen im Lebensmittelhandel

Bei der Automation von Distributionszentren im Lebensmittelhandel spielen mehrere Faktoren eine wichtige Rolle. In erster Linie muss natürlich berücksichtigt werden, dass die Waren verderblich sind und an ein Mindesthaltbarkeitsdatum geknüpft. Damit verbunden gibt es auch unterschiedliche Anforderungen an Temperaturbereiche (siehe dazu Kapitel 5.2). Bei Automation im Allgemeinen muss differenziert werden welche Gebilde automatisiert werden. Wenn nur Ganzpaletten automatisiert werden, kann dies relativ einfach geschehen. Werden die Paletten jedoch in Kolli zerlegt und gilt es diese einzeln oder als Lage zu lagern und im System automatisch handzuhaben entsteht eine enorme Komplexität durch Voraussetzungen und Anforderungen.<sup>59</sup> Die Gebilde-Art eines Produktes spielt eine wesentliche Rolle. Es macht einen entsprechenden Unterschied ob die Ware in einem Karton, in Plastik, in einer Kiste, etc. verpackt oder gelagert wird. Wenn zum Beispiel Obst und Gemüse in Kartons gelagert wird, kann dieser feucht werden, was eine Automation erheblich erschwert, da die Toleranzen der Gebilde nur sehr gering sind und auch die Stabilität vorausgesetzt werden muss. Hierfür gibt es zahlreiche Beispiele, die Autorin weist hier lediglich darauf hin, dass viele Faktoren bei der Planung berücksichtigt werden müssen.

Im Folgenden wird ein morphologischer Kasten erstellt, der verschiedene Ausprägungen von Automationslösungen für den Lebensmittelhandel darstellt. Dieser soll als Grundlage dienen, um die Automationslösungen der Mitbewerber und von KNAPP selbst, wie auch schon der Lagerprozess aus Kapitel 2.5, vergleichend darstellen zu können. Die einzelnen Lösungen werden in Kapitel 8.2 eingezeichnet.

„Ein morphologischer Kasten ist eine in Tabellenform angelegte Systematik der Merkmale und Merkmalsausprägungen eines Gegenstandes oder Themas. Er dient der Darstellung oder Klärung der Struktur eines gegenständlichen oder thematischen Zusammenhanges

---

<sup>59</sup> Vgl. Pfohl, H.C. (2009), S. 144



und kann auch als Kreativmethode bei der systematischen Entwicklung von Lösungen eingesetzt werden.<sup>60</sup>

Die Ausprägungen des morphologischen Kastens sind zum Teil in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben. Hier wird kurz auf diejenigen eingegangen, die nicht im Detail beschrieben wurden.

Automatisierungsgrad	Manuell	Mechanisiert	Teilautomatisch	Vollautomatisch
Software – Packalgorithmus	Zukauf	Weiterentwickelter Zukauf	Eigenentwicklung	
Handhabung der Kolli	Greifen	Schieben	Ansaugen	
Förderhilfsmittel im System	Tray	Palette	Behälter	Kisten
Identifikation	Barcode	Optische Bilderkennung	Sensoren	RFID
Depalettierung	Manuell	Roboter Einzelkolli	Roboter Lagenweise	
Lagen-Vereinzelung	Manuell	Förderband – unterschiedliche Geschwindigkeiten	Eingreifen eines Roboters	
Tray-Entladung	Manuell	Roboter	Mittels Rollen	Mittels Dornen
Kommissioniersystem	Ware-zum-Mann	Mann-zur-Ware		
Ergonomie	nicht gegeben	gegeben	nicht relevant – vollautomatisch	
Stabilisation bei Palettierung	keine	2-seitige Packcorner	3-seitige Packcorner	4-seitige Packcorner
Transportsicherung	Bänder (RC)	Umreifen	Stretchen (Umwickeln)	Schrumpfen

Abbildung 8: Morphologischer Kasten für Automationslösungen<sup>61</sup>

Die Handhabung der Kolli im System kann entweder durch Greifen, Schieben oder Ansaugen erfolgen. Die Identifikation der Waren im System kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, die hier aufgelisteten Möglichkeiten, sind am häufigsten unter Verwendung. Die einfachste und im Lebensmittelhandel wohl gängigste Form ist der Barcode. Des Weiteren gibt es optische Bilderkennung, Sensoren und RFID.<sup>62</sup> Die Entladung der Trays kann manuell oder mittels Roboter erfolgen oder auch durch den Einsatz von Rollen bzw. Dornen, die die Waren durch die Löcher im Tray nach oben drücken. Bei der Palettierung kann zur Stabilisation ein Packcorner verwendet werden, dabei gibt es unterschiedliche Ausführungen. Die Anzahl der Seitenwände kann variieren, wie auch spezifische Details.

Hiermit wurde ein Einblick in die Welt der Automatisierung gegeben und im nächsten Kapitel wird ein Überblick zur Bewertung von solchen Lösungen geschaffen.

<sup>60</sup> Nikles, B.W. (2007), S. 61

<sup>61</sup> Quelle: Eigene Darstellung

<sup>62</sup> Für nähere Informationen zu RFID siehe <http://www.rfid.org/>

## 4 Prozessbewertung mittels Kennzahlen

Da in Kapitel 8 ein Kriterienkatalog entwickelt wird, anhand dessen die einzelnen Automationslösungen verglichen werden, wird in diesem Abschnitt der Arbeit auf die notwendigen Grundlagen eingegangen. Es wird dafür ein theoretischer Rahmen aufgebaut, indem Kennzahlen und Kennzahlensysteme behandelt werden, sowie auch die Prozessbewertung zum Vergleich der Lösungen mittels Benchmarking.

### Theorie zu Kennzahlen und Kennzahlensystemen

Um Prozesse zu analysieren und vergleichen zu können sind Kennzahlen, also sogenannte Key Performance Indicators (KPIs), ein gutes Mittel. Mit ihnen lassen sich sowohl qualitative, als auch quantitative Bewertungen durchführen. Nachfolgend werden die theoretischen Grundlagen dazu kurz erörtert.

Kennzahlen haben unterschiedliche Funktionen. In der folgenden Tabelle werden diese dargestellt. Es können verschiedene Einteilungen getroffen werden, je nach dem, worauf das Augenmerk gelegt wird.

Tabelle 3: Funktionen von Kennzahlen<sup>63</sup>

Vergleichsfunktion	Zielfunktion
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effizienz mit anderen Unternehmen oder Standorten vergleichen</li> <li>• Standortvorteile hervorheben</li> <li>• Abteilungen vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realistische Ziele setzen</li> <li>• Ziele verfolgen</li> <li>• Betriebliche Aktivitäten bewerten</li> </ul>
Steuerungsfunktion	Kontrollfunktion
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abweichungen feststellen</li> <li>• Stärken und Schwächen erkennen</li> <li>• Handlungsnotwendigkeiten erkennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen betrieblicher Handlungsweisen visualisieren</li> <li>• Erfolge und Misserfolge verdeutlichen</li> </ul>

Die Vergleichsfunktion von Kennzahlen wird in dieser Arbeit benötigt. Die Ziel-, Steuerungs- und Kontrollfunktion sind der Vollständigkeit halber aufgelistet, werden aber aufgrund der fehlenden Relevanz hier nicht näher behandelt. Wie aus der Tabelle ersichtlich wird bzw. auch schon der Name Vergleichsfunktion zeigt, sollen mittels Kennzahlen Unternehmen, Standorte, Abteilungen, oder auch Prozesse verglichen werden. In dem Fall der vorliegenden Arbeit, werden die Abläufe bzw. Prozess der einzelnen Automationslösungen verglichen.

Bevor nun der Aufbau eines Kennzahlensystems angeschnitten wird, soll eine Definition dazu gegeben werden, was eine Kennzahl ist.

<sup>63</sup> Quelle: Becker, T. (2008), S. 169

Laut GLADEN sind Kennzahlen betriebswirtschaftliche Informationskonzentrate und sollen:<sup>64</sup>

- komplizierte betriebliche Sachverhalte, Strukturen und Prozesse auf relativ einfache Weise abbilden,
- um damit einen möglichst umfassenden und schnellen Überblick zu gewährleisten,
- Führungsinstanzen bei (fallweisen) Analysen dienen,
- Führungsinstanzen in der laufenden Planung, Durchsetzung und Kontrolle dienen durch Ausschaltung irrelevanter Daten.

Um Kennzahlen nicht nur einzeln zu betrachten, werden diese meist in einem Kennzahlensystem zusammengefasst. „Ein Kennzahlensystem ist eine Zusammenstellung von Kennzahlen, zwischen denen inhaltliche Beziehungen bestehen, die sich ergänzen und erklären und die in ihrer Gesamtheit auf eine übergeordnete Zielgröße bezogen sind.“<sup>65</sup> Laut DIETRICH et al. können Daten aus denen Kennzahlen gebildet werden in zwei Kategorien eingeteilt werden. Einerseits Daten, die eine sichere Datenbasis bilden wobei Fälschungen ausgeschlossen werden, andererseits Daten, die mittels Stichproben erfasst werden und Fälschungen vorkommen können.<sup>66</sup> Aus diesem Grund sollten sämtliche Einflussmöglichkeiten bedacht und in der Analyse berücksichtigt werden.

Es gibt unterschiedliche Arten von Kennzahlen, absolute und relative Zahlen, dabei Gliederungs-, Beziehungs- und Messzahlen. Absolute Zahlen können zeitpunkt- oder zeitraumbezogen sein. Relative Zahlen sind Verhältniszahlen, die zwei absolute Zahlen in Verhältnis zueinander setzen. Nachfolgend werden ein paar der wichtigsten Logistikkennzahlen für ein Lager bzw. Distributionszentrum angeführt.

Formel 1: Lieferbereitschaftsgrad<sup>67</sup>

$$\text{Lieferbereitschaftsgrad} = \frac{\text{Anzahl termingerecht ausgelieferter Bedarfsanforderungen (Stck)}}{\text{Anzahl Bedarfsanforderung (Stck)}}$$

Formel 2: Lagerfüllungsgrad<sup>68</sup>

$$\text{Lagerfüllungsgrad} = \frac{\text{Anzahl belegter Fächer (Stck)}}{\text{Lagerkapazität (Stck)}}$$

Formel 3: Umschlagsgrad mengenbezogen<sup>69</sup>

$$\text{Umschlagsgrad mengenbezogen} = \frac{\text{Auslagerungen (Stck/a)}}{\text{Lagerkapazität (Stck)}}$$

<sup>64</sup> Gladen, W. (2008), S. 12

<sup>65</sup> Wirtschaftslexikon24net (2010)

<sup>66</sup> Vgl. Dietrich, E. et al. (2007), S. 6

<sup>67</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

<sup>68</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

<sup>69</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

Formel 4: Umschlagsgrad wertbezogen<sup>70</sup>

$$\text{Umschlagsgrad wertbezogen} = \frac{\text{Gesamtumsatz (€)}}{\text{durchschnittlicher Lagerwert (€)}}$$

Formel 5: Kosten pro Lagerplatz<sup>71</sup>

$$\text{Kosten pro Lagerplatz} = \frac{\text{Gesamtkosten (€)}}{\text{Lagerkapazität (Stck)}}$$

Formel 6: Lagerreichweite mengenbezogen<sup>72</sup>

$$\text{Lagerreichweite mengenbezogen} = \frac{\text{Aktueller Lagerbestand (Stck)}}{\text{Lagerumsatz (Stck/a)}}$$

Formel 7: Lagerreichweite wertbezogen<sup>73</sup>

$$\text{Lagerreichweite wertbezogen} = \frac{\text{Lagerbestand (€)}}{\text{Lagerumsatz (€)}}$$

Formel 8: Kommissionierweg pro Position<sup>74</sup>

$$\text{Kommissionierweg pro Position} = \frac{\text{mittlerer Kommissionierweg (m)}}{\text{durchschnittliche Positionen (Stck)}}$$

Formel 9: Pickdichte<sup>75</sup>

$$\text{Pickdichte} = \frac{\text{Positionenzahl (Stck)}}{\text{Zugriffsfläche (m}^2\text{)}}$$

## Benchmarking

Um Prozesse bewerten zu können, müssen diese in geeigneter Form dargestellt bzw. analysiert werden. Dann kann sowohl eine qualitative als auch quantitative Bewertung vorgenommen werden. Bei einer qualitativen Bewertung wird die Prozessbeschreibung verglichen, die Art der Prozessbeschreibung bewertet, die Prozessleistungsmessung bestimmt und Optimierungsansätze bewertet. Bei der quantitativen Bewertung werden im Allgemeinen hingegen die Prozessleistung und die Leistungsstreuung gemessen, die Prozessfähigkeit bestimmt und dann die Leistung verglichen. Der Leistungsvergleich kann entweder mit dem Wettbewerb (Benchmarking), mit Kundenanforderungen oder mit Unternehmenszielen erfolgen.<sup>76</sup> Für diese Arbeit wird auf das Benchmarking Wert gelegt. „Ziel des Benchmarking ist es, einen Vergleichsmaßstab zu erhalten, die eigene Position zu verstehen und von anderen zu lernen. Benchmarking ist ein externer Blick auf interne Aktivitäten, Funktionen oder Verfahren, um einen Ansatz zur Verbesserung zu finden. Wenn existierende

<sup>70</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

<sup>71</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

<sup>72</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

<sup>73</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

<sup>74</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

<sup>75</sup> Quelle: Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008), S. 68

<sup>76</sup> Vgl. Becker, T. (2008), S. 169

Prozesse und Aktivitäten verstanden werden sollen, lässt sich ein externer Bezugsmaßstab identifizieren, wie die eigene Aktivität gemessen und beurteilt werden kann.<sup>77</sup>

Es gibt dabei verschiedene Arten von Benchmarking, Prozess-, Dienstleistungs- und Produkt-Benchmarking. Der Fokus des Prozess-Benchmarking liegt bei der Bewertung von Prozesskennzahlen, dabei kann auch eine qualitative und quantitative Bewertung unterschieden werden.<sup>78</sup> Es kann wiederum nach Art des Vergleichspartners unterschieden werden, dabei zwischen internem, wettbewerbsorientiertem, funktionalem und generischem Benchmarking.<sup>79</sup> LUCZAK und WIENDAHL teilen den Prozess des Benchmarking in 3 Phasen: Vorbereitung, Analyse und Umsetzung. In der Vorbereitungsphase wird bestimmt was untersucht wird, ein Team zusammengestellt und Leistungs- und Kostenkennzahlen für den Vergleich sowie entsprechende Benchmarking-Partner werden festgesetzt. In der Analyse-Phase werden mögliche Informationsquellen gesucht, diese können sowohl interner oder externer Natur sein. Von internen Unternehmensinformationen, über Fachliteratur, und Fachzeitschriften können Daten gewonnen werden. Dabei können auch Primärquellen wie Kundenbefragungen oder Befragungen im eigenen Betrieb hilfreich sein. Bei der Datenerhebung ist jedoch wichtig, dass die Kosten den Nutzen nicht übersteigen, d.h. es soll ein angemessenes Maß an Informationsdichte und -qualität gegeben sein, aber je nach Ziel des Benchmarkings soll der Aufwand nicht zu hoch sein. Nach der Informationsbeschaffung werden die Daten aufbereitet und in der Umsetzungsphase ausgewertet und Schlüsse daraus gezogen. Eventuelle Maßnahmen und deren Umsetzung werden geplant. Um den Sinn des Ganzen zu wahren ist eine Kontrolle des Umsetzungsprozesses sehr wichtig.<sup>80</sup>

Mit diesem Kapitel wurden die theoretischen Grundlagen, die für die Erstellung dieser Arbeit notwendig sind geschaffen und in den folgenden Kapiteln werden die Erhebung von Daten und deren Auswertung bzw. Bewertung vorgenommen.

---

<sup>77</sup> Vgl. Becker, T. (2008), S. 192

<sup>78</sup> Vgl. Becker, T. (2008), S. 194

<sup>79</sup> Vgl. Luczak, H., Wiendahl, H.-P. (2003), S. 8

<sup>80</sup> Vgl. Luczak, H., Wiendahl, H.-P. (2003), S. 11 ff.

## 5 Lebensmittelhandel

Dieser Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Lebensmittelbranche, im Speziellen mit dem Lebensmitteleinzelhandel. Das Konsumverhalten und die Lebensumstände der Gesellschaft haben sich in den vergangenen Jahrzehnten aus den unterschiedlichsten Gründen geändert. Bedenkt man die Weltkriege, die Diskrepanz der Armen und Reichen, die Erreichbarkeit von Rohstoffen und Lebensmitteln aus aller Welt. Auch die Familienverhältnisse haben sich geändert und sind weiterhin im Wandel. Wodurch unterschiedliche Konsumverhalten entstehen. Heutzutage spielt vor allem der Faktor Zeit eine wichtige Rolle, viele haben arbeitsbedingt gar nicht mehr genug Zeit und Ruhe zum Kochen, weswegen der Trend immer mehr in Richtung Fertiggerichte und Aufwärmen von vor-gekochten Speisen geht. Was heißt das für den Lebensmitteleinzelhandel? Die Vielfalt der Artikel nimmt ständig zu, wir werden mit immer neuen Produkten oder Produktversionen überhäuft. Dies stellt an viele Bereiche neue Anforderungen, zum Beispiel an das Marketing, das dafür sorgen muss, dass alle neuen Produkte vermarktet werden und für Kunden attraktiv sind. Dabei kann es wiederum für die Handhabung der Produkte im Lagerbereich schwierig werden, wenn neue, unförmige Verpackungen bewegt werden müssen. Im Lager muss auch für die vielen neuen Produktausführungen Platz geschaffen werden, was wiederum zu einem ständigen Umschichten führt und damit verbunden zu Platzmangel. Eine weitere Herausforderung stellt die Änderung der Auftragsstruktur dar. Der Trend geht dabei momentan zu zusätzlichen Belieferungen von Tankstellenshops und kleinen Filialen. Dadurch müssen kleinere Kommissioniermengen gehandhabt werden und die Lagerstrukturen müssen sich dabei anpassen oder teilweise überhaupt ändern. Dabei ist Flexibilität im System überaus wichtig.

### 5.1 Einteilung des Lebensmitteleinzelhandels

Es gibt unterschiedliche Absatzformen in dieser Branche. Eine Variante ist E-Commerce, bei der Einkäufe übers Internet getätigt werden und dadurch keine Filialen notwendig sind. Diese Arbeit beschränkt sich jedoch auf den Filialvertrieb, der sich im Großen und Ganzen in zwei Ausführungen unterteilt:<sup>81</sup>

- Vollsortimenter (erwirtschaften 60% des Umsatzes)
- Discounter (erwirtschaften 40% des Umsatzes)

Der Supermarkt bzw. Vollsortimenter ist ein Selbstbedienungsgeschäft mit Teilbedienung, das überwiegend Nahrungs- und Genussmittel, einschließlich Frischwaren führt. Er verfügt über ein breites Lebensmittelsortiment, einen hohen Frischwarenanteil und Randsortimente mit Verbrauchsgütern. Im Gegensatz dazu steht der Discounter. Auf die Unterschiede dieser beiden Formen wird nachstehend eingegangen. Des Weiteren gibt es Verbrauchermärkte und Cash & Carry Märkte, gekennzeichnet durch ein breites Lebensmittelsortiment und einer deutlichen Discountorientierung, die Zweiteren sind meist mit zwei Verkaufsebenen ausgestattet.<sup>82</sup>

Discounter kennzeichnen sich durch folgende Merkmale:<sup>83</sup>

- Fokussiertes Sortiment und akzeptierte Eigenmarken

<sup>81</sup> Vgl. KPMG (2006), S. 51

<sup>82</sup> Für genauere Ausführungen, siehe Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V (2000) S. 14 f.

<sup>83</sup> Vgl. Warschun, M., Stratmann, J. (2009), S. 2f.

- Klares Preis-Leistungsversprechen
- Hohe Produktivität
- Hohe Filialstandardisierung und Bequemlichkeit beim Einkauf
- Nutzung aktueller Nachfragetrends und neuer Produktkategorien
- Filialinnovationen

Eines der wesentlichsten Merkmale eines Discounters ist das eingeschränkte Sortiment. Bei Vollsortimentern gibt es beispielsweise ca. 10.000 Food- und Non-Food Artikel, Verbrauchermärkte haben sogar bis zu 30.000 im Sortiment. Bei Discountern hingegen ist das Artikelspektrum auf 1.500 bis 3.500 Artikel begrenzt. Jedoch ist nicht die Anzahl der Artikel, sondern die Auswahl entscheidend für den Erfolg. Discounter verfügen über einen Marktanteil von über 50 Prozent bei Artikeln des täglichen Bedarfs. Des Weiteren erwirtschaften sie mit ihren Eigenmarken 80 Prozent ihres Umsatzes. Supermärkte hingegen erzielen nur ca. ein Sechstel ihres Umsatzes durch Eigenmarken. Discounter punkten zwar mit ihrem niedrigen Preisniveau, dies können sie aber nur, da die Qualität der Waren gut ist. Durch ihre Flexibilität hinsichtlich der Preise, können sie auch bei Wirtschaftskrisen profitieren und ihren Marktanteil erhöhen. Discounter haben in den letzten Jahren ihr Sortiment deutlich ausgebaut, so bieten sie auch Wellness- und Bioprodukte, frei verkäufliche Arzneimittel, Medizinprodukte und ähnliches. Es wurde auch das Frischfleisch- und Backwaren-Sortiment erweitert. Durch diese Änderungen der Sortiments-Struktur kaufen nicht nur preis-bewusste sondern auch finanziell besser gestellte Haushalte vermehrt bei Discountern.<sup>84</sup> Eine klare Unterscheidung der Discounter und Vollsortimenter ist auch durch einen Besuch in den jeweiligen Läden ersichtlich. Die Gestaltung bzw. Präsentation der Produkte ist bei Discountern sehr einfach gehalten, oft werden die Artikel direkt auf Paletten im Geschäft positioniert, dies findet man bei Vollsortimentern sehr selten vor. Bei Vollsortimentern werden die Artikel großteils in Regale eingeräumt. Zum Beispiel im Süßwarensortiment werden bei Discountern die Schokoladen im Bestellkarton, bei Vollsortimentern einzeln im Regal bereitgestellt. Durch das Einräumen geht Zeit verloren, jedoch präsentiert man dem Kunden ein schöneres Verkaufsbild. Dies hat aber auch einen Einfluss auf die Anlieferung der Waren, da die Kartons bzw. Transportverpackungen für Discounter in einem besseren Zustand sein sollten, um diese in den Gängen zur Verfügung zu stellen und trotz der Einfachheit ein optisch ansprechendes Bild zu wahren. Das Gleiche lässt sich auf sämtliche andere Warengruppen übertragen.

Die Marktanforderungen an die Branche im Allgemeinen sind folgende:<sup>85</sup>

- Ständig steigende Anzahl der Artikel (nur bei Vollsortimentern, bei Discountern ändert sich lediglich das Artikelspektrum, aber im Wesentlichen nicht die Anzahl)
- Personalreduktion und Steigerung der Kommissioniereffizienz
- Family Grouping
- “Store friendly” Anlieferung (optimale Entladereihenfolge bzw. Reihenfolge beim Einräumen in der Filiale (shelf structure))
- Schnellerer Umschlag im Lager führt zu einem höheren Servicegrad der Filiale

<sup>84</sup> Vgl. Warschun, M., Stratmann, J. (2009), S. 2f.

<sup>85</sup> In Anlehnung an KNAPP-interne Quelle (1)

- Vielfalt der Produkt- und Verpackungsformen, Verpackungsmaterialien und -einheiten
- Diversifizierte Produktgruppen (temperaturabhängig, Verpackungsauflagen)
- Tägliche Belieferung der Filialen, zumindest im Frischebereich
- Zeitliche Beschränkungen bei der Belieferung von Filialen in Stadtzentren, dabei auch Beschränkungen der LKW-Größe.

Die ständig steigende Anzahl der Artikel bei Vollsortimentern wurde bereits erwähnt. Damit ist eine Steigerung der Kommissioniereffizienz notwendig und gleichzeitig wird eine Personalreduktion verlangt. Dies ist aber oft schwer vereinbar, einerseits soll mehr Leistung erbracht andererseits an Personal gespart werden. Hier kann der Einsatz von automatisierten Lösungen einen entscheidenden Vorteil bringen. Mit Family Grouping ist die Zusammenfassung der Warengruppen gemeint, also auch die warengruppengerechte Kommissionierung. Store-friendly picking heisst, dass die Aufträge unter Berücksichtigung des Filiallayouts kommissioniert werden und somit das Einschleichen in der Filiale erleichtert und Wege optimiert werden. Ein schnellerer Umschlag im Lager führt zu einem höheren Servicegrad der Filiale, also hat die Lagerleistung eine direkte Auswirkung auf die Filiale. Des Weiteren spielen die Produktformen, Verpackungsmaterialien und -einheiten eine wesentliche Rolle bei der Handhabung der Artikel. Da diese oft weiterentwickelt oder geändert werden ist hier eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Handhabung im Lager notwendig. Zusätzlich sind natürlich die unterschiedlichen Temperaturanforderungen einzuhalten und damit diversifizierte Lagerbereiche zu bilden.

In der heutigen Gesellschaft steigen die Anforderungen der Kunden immer mehr an, es wird erwartet, dass alle Waren in hervorragendem Zustand jederzeit verfügbar sind. Die Qualität und die Optik der Produkte spielt oft eine wichtigere Rolle als die Nährstoffe, die diese Produkte noch beinhalten. Viele Produkte werden importiert und legen einen sehr weiten Transportweg hinter sich, bis sie tatsächlich vom Endkunden gekauft und konsumiert werden. Gerade deswegen gibt es immer mehr Kampagnen, die den Einkauf von regionalen Waren fördern sollen und die dem Kunden bewusst machen, dass die Bevorzugung von Regionalprodukten nicht nur für seine Ernährung gut ist, sondern auch die Umwelt schont. Deswegen ist auch, damit verbunden, eine effizientere Kommissionierung notwendig, da somit auch Transportvolumen verringert werden kann.

## 5.2 Einzelne Warengruppen

Sowohl für die Handhabung der einzelnen Artikel als auch die Planung ist aufgrund der unterschiedlichen Nachfrage und den Mindesthaltbarkeitsdaten eine Einteilung in unterschiedliche Warengruppen notwendig. Diese ermöglicht eine warengruppenspezifische Planung und Optimierung in Teilbereichen.

Die einfachste Einteilung im Lebensmittelhandel ist klar ersichtlich: Food und Non-Food. Diese beiden Bereiche lassen sich in viele Untergruppen aufspalten. Eine ebenso handelsübliche Einteilung ist die in Trockensortiment und Frischeprodukte. In den meisten Unternehmen bzw. Handelsketten werden bei den Frischeprodukten folgende Gruppen unterschieden: Obst und Gemüse, Molkereiprodukte und Wurst & Fleisch. Dabei werden Molkereiprodukte unterteilt in Milch, Käse und Milchprodukte. In manchen Handelsketten wird auch zwischen Gelb- und Weißwaren unterschieden. Es gibt die unterschiedlichsten Einteilungsmöglichkeiten, wobei eine geeignete Einteilungstiefe gefunden werden muss. Für die Filialen ist es wichtig, zwischen alkoholischen und nicht alkoholischen Getränken zu unterscheiden. Auch für die Lagerplanung ist dieses Wissen notwendig, um filialgerechte



Lieferungen vornehmen zu können. Für die Handhabung im Lager hingegen ist es egal, da nur wichtig ist, welches Lastaufnahmemittel die entsprechende Ware handhaben kann. Für diese Arbeit wird folgende Einteilung getroffen, die auch firmenintern bei KNAPP verwendet wird. In Tabelle 4 werden die Warengruppen aufgelistet.

Tabelle 4: Einteilung Warengruppen<sup>86</sup>

Warengruppen	Kurzbeschreibung	°C
Trockensortiment (TS)	Trockengüter, Getränke, Fertigprodukte, inkl. "near food": z.B. Kaffeefilter, Servietten, Toilettenpapier, etc.	
Obst & Gemüse (OG)	Frisches Obst und Gemüse	8-12
Wurst, Käse & Milch (WKM)	Milch, Käse, Molkereiprodukte (z.B. Joghurt), abgepackte Wurstwaren, etc.	4
Fleisch (FL)	Frische Fleischwaren	4
Tiefkühlwaren (TK)	Alle tiefgekühlten Lebensmittel	-28
Non Food (NF)	Haushaltsgeräte, Drogerieartikel, Spielzeug, Möbel, etc.	

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass sich die Warengruppen in erster Linie durch den Temperaturbereich unterscheiden. Vor allem bei WKM, FL und TK muss unbedingt auf die Einhaltung einer durchgängigen Kühlkette geachtet werden um ein Verderben der Lebensmittel zu verhindern.

Wie bereits erwähnt liegt der Schwerpunkt der Arbeit im Bereich des Trocken- und Frischesortiments. Zum Frischesortiment zählen OG, WKM und FL, jedoch wird die Warengruppe Fleisch in dieser Arbeit nicht behandelt. Der Bereich der Tiefkühlwaren und des Non Food wird auch außen vor gelassen.

Die Handhabung der einzelnen Warengruppen bringt unterschiedliche Schwierigkeiten mit sich. Im Trockensortiment werden die Waren im Normalfall mittels Kartons und Plastikverpackungen versehen. Probleme treten dabei bei nicht standardisierten Verpackungen, als auch bei der jeweiligen Verpackungsqualität der Lieferanten auf. Dies macht eine Standardisierung und damit eine Automatisierung nicht unbedingt zu einer leichten Aufgabe. Obst und Gemüse wird meist in Kisten verpackt. Dabei gibt es unterschiedliche Ausführungen, angefangen von Kisten aus Karton, bis hin zu Klappkisten aus Plastik. Die Handhabung von OG in Kartonkisten kann durch die feuchten Waren zu einem Zerstoren oder Verschlechtern der Verpackung führen und ist somit ein wichtiger Kritikpunkt hinsichtlich der Automatisierungsfähigkeit. Bei Wurst, Käse und Molkereiprodukten gibt es unterschiedliche Anlieferungsmöglichkeiten. Einerseits können die Artikel in Kisten, andererseits aber auch einfach lagenweise mit Trennkartons angeliefert werden. Dies kann wiederum zu unterschiedlichen Herausforderungen in der Automatisierung führen.

<sup>86</sup> Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an KNAPP-interne Quellen (12)

## 6 Automationslösungen der Mitbewerber

Die in diesem Kapitel vorkommenden Mitbewerber von KNAPP bieten verschiedene Lösungen für Distributionszentren in der Lebensmittelbranche an. Die wichtigsten Automationslösungen werden nachfolgend für jeden einzelnen Anbieter beschrieben. Die klassischen Lösungen wie manuelle Kommissionierung mittels Pick-by-Voice, Pick-by-Light, Put-to-Light und ähnliche werden nicht beschrieben, da sich die Konzepte im Grunde nicht wirklich unterscheiden. Im Vordergrund stehen hier die Alleinstellungsmerkmale der einzelnen Automationslösungen, sowohl vollautomatisch als auch teilautomatisch. Es gilt nicht alle möglichen Varianten zu beschreiben, sondern einen Überblick über die angebotenen Konzepte zu geben und deren Ausführung mit Beispielen zu realisierten Projekten zu unterstreichen.

Der Aufbau der einzelnen Unterkapitel ist so gegeben, dass erst eine kurze Vorstellung des Unternehmens und dann die Beschreibung der angebotenen Automationslösungen und installierter Anlagen vorgenommen werden. Witron, SSI Schäfer und Dematic sind Anbieter von Systemlösungen, die im Zuge eines Projektes an die jeweiligen Kundenanforderungen angepasst werden. Das heißt, im Grunde gibt es keine Standardlösung, weil jedes Distributionszentrum anders ist, jeder Kunde im Detail andere Voraussetzungen hat, ob nun zum Beispiel unterschiedliche Lagerdimensionen, Artikelstruktur oder Investitionsbereitschaft.

### 6.1 Witron

Die Firma Witron GmbH wurde 1971 von Walter Winkler gegründet und seitdem wächst das Unternehmen überdurchschnittlich. Durch die Realisierung unterschiedlichster Logistikprojekte hat Witron seine Kompetenzen ständig erweitert und verbessert. Die Referenzen sprechen für sich. Das Unternehmen bietet die Planung und Realisierung von Logistiksystemen in den unterschiedlichsten Branchen an. Sehr stark vertreten ist es in der Lebensmittelbranche. Die ersten vollautomatischen OPM-Systeme in Europa wurden in Spanien bei Mercadona eingebaut. Der Hauptsitz der Firma liegt in Parkstein, Deutschland, weitere Standorte gibt es in den USA, Kanada, Niederlanden, Großbritannien und Spanien.<sup>87</sup>

Witron hält sich mit Informationen über die eigenen Automationslösungen, ihre Produktdetails und allgemeinen Informationen eher zurück. Der Aufbau der Homepage zeigt, dass sich das Unternehmen darauf verlässt, dass sie durch Mundpropaganda und zufriedene Kunden neue Projekte an Land ziehen. Informationen über laufende oder vergangene Projekte können nur durch vielseitiges Stöbern im Internet oder der Literatur gefunden werden. Die Pressemeldungen von Witron fallen teilweise eher spärlich aus, Details zu den Systemen oder den genauen Abläufen findet man hier eher selten.

Witron bietet unterschiedliche Systeme für den Lebensmittelhandel an. Da die Firmenphilosophie bezüglich Informationsfreigabe sehr zurückhaltend ist, gibt es nicht zu allen Systemen gleichwertige Informationen und Daten. In diesem Unterkapitel werden verschiedene Systeme und Konzepte behandelt, ausgewählte werden im Detail beschrieben. Die wichtigsten Systeme für Distributionszentren in der Lebensmittelbranche sind die OPM – Order Picking Machinery und das ETP – Ergonomic Tray Picking.<sup>88</sup>

<sup>87</sup> Vgl. Witron (2011d)

<sup>88</sup> Vgl. Witron (2011d)

### 6.1.1 OPM – Order Picking Machinery

Das OPM System ermöglicht einen durchgängig automatisierten Lager- und Kommissionierprozess, in dessen Mittelpunkt die Case Order Machine, kurz COM, steht. Die Besonderheit an dieser Lösung von Witron ist, dass die Kolli im gesamten Prozess entweder getragen oder geschoben werden, dadurch entfällt der zusätzliche Einsatz von aufwändigen Saug- und Greiftechniken. Auch ist die Handhabung der Kolli deswegen nicht so stark an die Verpackungsbeschaffenheit gebunden und es können laut Angabe von Witron rund 90% aller gängigen Handelswaren im Prozess automatisch kommissioniert werden. Jedoch kommen Saug- und Greiftechniken bei der Depalettierung zum Einsatz. Mit der COM lassen sich die Aufträge vollautomatisch ohne manuelles Eingreifen realisieren. Die Paletten oder Rollcontainer werden versandfertig und transportgesichert im Wareneingang bereitgestellt.<sup>89</sup> Zu bedenken ist dabei aber, dass die anderen 10 %, die nicht mit der OPM gehandhabt werden, mit anderen Systemen kommissioniert werden und im Zuge eines Projektes oft bemerkt wird, dass nicht alle geplanten Produkte mit der OPM kommissioniert werden können. Der schematische Ablauf der Order Picking Machinery wird in folgender Abbildung dargestellt.



Abbildung 9: Schematischer Ablauf OPM<sup>90</sup>

Nach der Anlieferung artikelreiner Paletten von den jeweiligen Produzenten und Lieferanten werden diese im Wareneingangsbereich den Fördertechnikbahnen zugeführt. (Eine artikelreine Anlieferung ist nicht immer möglich, weshalb viele Langsamdreher mit der DPS gehandhabt werden.) Wenn vorerst eine Lagerung notwendig ist, werden die Paletten in das Hochregallager befördert. Die Reichweite des Hochregallagers liegt hierbei zwischen drei und fünf Tagen und dient als Nachschub für das Pufferlager. In dem Traylager werden ungefähr so viele Kolli bereitgehalten, wie an einem bis zwei Betriebstagen kommissioniert werden. Der Nachschub wird durch einen definierten Mindestbestand im Traylager gesteuert, der für die Anforderung nach einer neuen Palettenzerlegung sorgt. Durch diese systemgesteuerte Nachschubanforderung wird sichergestellt, dass sich im Pufferlager ständig ausreichend Kolli für die Kommissionierung befinden.<sup>91</sup>

Im Hochregallager werden Paletten, hingegen im Pufferlager Trays gelagert. Um dies zu ermöglichen müssen die Paletten zerlegt und die Kolli vereinzelt auf Trays gespeichert werden. Dazu ist ein Prozessschritt notwendig, der diesen Vorgang vollautomatisch durchführen kann. Im folgenden Abschnitt wird die genaue Funktionsweise der Depalettierung erläutert.

<sup>89</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 157

<sup>90</sup> KNAPP-interne Quelle (Edeka)

<sup>91</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 158 f.

In einem ersten Schritt werden die artikelreinen Lagerpaletten von einem automatischen Depalettierer Lage für Lage vereinzelt. Auf der sogenannten „Unscrambling-Linie“ (siehe Abbildung 10), einer breiten Förderstrecke, werden die Lagen befördert. Für das Auseinanderdriften der Kolli sind drei nebeneinander laufende Rollenbahnen zuständig, die an diese Förderstrecke anschließen und eine komplette Lage an Kolli aufnehmen. Die Rollenbahnen verfügen über einen eigenen Antrieb, der es ermöglicht die Kolli mit verschiedenen Geschwindigkeiten über die Unscrambling-Linie zu bewegen. Dies führt dazu, dass die Kolli immer weiter auseinanderdriften und schlussendlich als einzelne Kolli auf dem Band zur Verfügung stehen. Um die Kolli nun auf Trays zu bewegen, werden die leeren Trays unterhalb der Förderbahnen parallel dazu zur Verfügung gestellt. Beide Bahnen laufen in vertikaler Linie mit identischer Geschwindigkeit aufeinander zu. Die physische Verheiratung (siehe Abbildung 11) erfolgt dadurch dass die obere Bahn mit geringem Abstand zur unteren endet und die Kolli direkt auf dem Tray platziert werden. All diese Schritte können systemtechnisch nachvollzogen werden und sind für die Bildung der Auftragspalette wichtig. Die Erfassung der Abmessungen jedes einzelnen Kolli erfolgt mittels optoelektronischer Sensorik an speziellen Messpunkten. Fest installierte Scanner identifizieren jedes Tray und führen die Abmessungs- und Stammdaten mit dem am Tray angebrachten Barcode zusammen. Damit wird auch die systemtechnische Verheiratung durchgeführt und jeder Kolli kann mit seinen spezifischen Abmessungen und Kenndaten über den Scan des Barcodes eindeutig erfasst und wiedererkannt werden. Es gibt zwei verschiedene Traygrößen und es wird nur je ein Kolli pro Tray gespeichert, was die anschließende Kommissionierung vereinfacht. Je nach Größe des Kolli wird dieser entweder auf einem 600 Millimeter mal 400 Millimeter Tray oder einem 400 Millimeter mal 300 Millimeter Tray gepuffert. Beide Traygrößen lassen sich in Längs- beziehungsweise Querrichtung auf der Fördertechnik bewegen. Durch die variierbare Traygröße je Kolli wird die Lagerkapazität effizienter genutzt. Die Lagerung erfolgt doppeltief, das heißt, es werden in einem Lagerfach entweder zwei Trays oder vier Trays gespeichert.<sup>92</sup>



Abbildung 10: Vereinzlung der Lagen<sup>93</sup>

<sup>92</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 159 f.

<sup>93</sup> Quelle: EDEKA (2011)



Abbildung 11: Verheiraturung mit einem Tray<sup>94</sup>

Die Ein- und Auslagerung der Trays erfolgt mittels automatischen Regalbediengeräten. Die Kommissionierung der Paletten oder Rollcontainer wird bereits im Vorhinein festgelegt. Auf Basis der Bestellung der Einzelhandelsfilialen wird mittels einer Software und entsprechenden Parametern eine virtuelle Schichtmatrix gebildet. Um eine optimale Auftragsbildung zu ermöglichen werden die Anordnung der Warengruppen in den Filialen, die optimale Beladung der Ladungsträger und die Stabilität der Ladung selbst einbezogen. Wurde die virtuelle Schichtmatrix erstellt, werden die Daten an das Lagerverwaltungssystem übertragen, welches die operative Durchführung steuert. Es ermittelt aus welchen Stellplätzen des Kommissionierpuffers die Trays entnommen werden müssen und in welcher Reihenfolge diese ausgelagert werden sollen. Die Auftragsdaten werden an das WCS übertragen, welches vorgibt von welchen Stellplätzen des Tray-Lagers die entsprechenden Trays entnommen werden müssen. Das WCS steuert auch die Auslagersequenz der einzelnen Trays, um die Durchführung der berechneten Palettenbildung zu gewährleisten. Die Auslagerung erfolgt mittels automatischen Regalbediengeräten mit doppeltem Lastaufnahmemittel. Die Trays werden in einem Sequenzpuffer zwischengepuffert, um den Auslagerprozess von der Kommissionierung mit der COM zu entkoppeln.<sup>95</sup> Es gibt bereits weitere Lösungen bei denen dieser Puffer nicht mehr notwendig ist.<sup>96</sup>

### Die Kommissionierung mit der COM – Case Order Machine

Die Case Order Machine ist ein vollautomatisches Kommissioniersystem für Paletten und Rollcontainer. Sie kommissioniert auch kritische Artikelformate und Handelsverpackungen ohne Pickfehler und einer Reduzierung der Kommissionierkosten.<sup>97</sup> Die Paletten oder Rollcontainer werden dabei mit einer Leistung von bis zu 500 Kolli pro Stunde beladen - nahezu drei Mal mehr als bei manuellen Kommissioniermethodiken.<sup>98</sup> Die Taktzeit je kommissionierter Kolli beträgt dabei rund sieben Sekunden. Bei der Annahme eines durchschnittlichen Gewichtes von ungefähr 7 Kilogramm je Kolli schafft die Case Order Machi-

<sup>94</sup> Quelle: EDEKA (2011)

<sup>95</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 160 f.

<sup>96</sup> KNAPP-interne Quelle (16)

<sup>97</sup> Vgl. Witron (2006a)

<sup>98</sup> Vgl. Logistics (2011)

ne rund 3,5 Tonnen Warengewicht in einer Stunde zu kommissionieren. Damit ist im Vergleich zu einer manueller Kommissionierung mehr als eine Leistungsverdoppelung erreichbar. Die durchschnittliche Betriebszeit, für die eine COM ausgerichtet wurde, beträgt 20 Stunden pro Tag, dies entspricht einem ungefähren Gewicht von 70 Tonnen je COM.<sup>99</sup>

Die Aufträge werden nach Logikkriterien elektronisch generiert und durch die COM umgesetzt. Dazu werden die Trays in entsprechender Reihenfolge aus dem Sequenzpuffer ausgelagert und nach deren Feinsortierung mittels Fördertechnik der Kommissioniermaschine zugeführt. Um die Kolti von den Trays auf das Förderband zu bewegen, wurde ein spezieller Mechanismus entwickelt. Die Trays sind mit einem Lochmuster ausgestattet, durch dieses drücken Dornen die Kolti nach oben. Die Trennung erfolgt dadurch, dass ein Schiebemechanismus die Kolti, während diese von den Dornen nach oben gedrückt werden, auf den Beladetisch schiebt.<sup>100</sup> In Abbildung 12 wird ersichtlich wie dieser Vorgang abläuft.



Abbildung 12: Trennung der Kolti vom Tray<sup>101</sup>

Die leeren Trays werden ausgeschleust und für die Wiederbestückung ins System eingeschleust. Der Kolti wird nun in Querrichtung zur Teleskoptechnik der COM bewegt und so positioniert, dass dieser auf den Ladungsträger geschoben werden kann. Mit der COM können sowohl verschiedene Paletten als auch Rollcontainer kommissioniert werden. Es werden zwei Rollcontainer auf einer Palette fixiert und so können diese mit dem gleichen Mechanismus wie eine Palette beladen werden. Die Paletten befinden sich dabei in dem sogenannten Pack-Corner von Witron, ein einseitig an der Frontseite und oben offener Container. Dieser hilft die Stabilität der Auftragspalette mit zunehmender Ladungshöhe zu maximieren und verhindert ein Herunterfallen der bereits kommissionierten Kolti. Es wird bereits bei der Generierung des Schlichtmusters darauf geachtet, dass die Gebinde einen stabilen Verbund bilden. Die Kolti werden einzeln von der Teleskoptechnik exakt auf dem Ladungsträger positioniert. Dazu wird jeder Kolti von der so genannten „Beladezunge“ in Längsrichtung durch die Mechanik auf die Palette oder den Rollcontainer geschoben. Während des Kommissioniervorganges wird eine Kollision der Kolti durch die Überwachung mittels in der „Beladezunge“ integrierter Sensoren und eines 3D Laserscanners verhindert.

<sup>99</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 165

<sup>100</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 161

<sup>101</sup> Quelle: EDEKA (2011)

Sobald eine Palette oder eine Palette mit 2 Rollcontainern fertig gestellt wird, wird diese über die Fördertechnik einem Stretcher zugeführt. Der Stretcher sorgt mittels Umwicklung für eine gute Transportstabilität der fertig gepackten Paletten und Rollcontainern. Die Rollcontainer werden dabei von der Palette getrennt und am oberen Ende der klappbaren Seitenwände mit Folie umwickelt. Danach werden die kommissionierten Auftragspaletten und -rollcontainer am Warenausgang bereit gestellt.<sup>102</sup>

Der Einsatz der OPM hat nicht nur innerhalb eines Distributionszentrums Vorteile sondern auch positive Auswirkungen auf die gesamte Logistik-Prozesskette. Die artikelreinen Paletten, die von den Lieferanten im Wareneingang ankommen, werden identifiziert. Dadurch werden Fehler automatisch erkannt und das Gesamtgewicht der Palette wird automatisch erfasst. Somit kann ein Abgleich der Bestellung mit den tatsächlich angelieferten Waren erfolgen. Abmessungen, Gewicht und Volumen eines jeden Kolli zählen zu den Stammdaten, die für die Kommissionierung notwendig sind. Diese werden ständig gepflegt und es erfolgt eine zusätzliche Kontrolle dieser Daten im Wareneingang. Damit lässt sich auch zu jeder Zeit eine aussagekräftige Inventur des Warenbestandes durchführen. Veränderungen im Warensortiment lassen sich ohne Probleme in der Lagerung und Kommissionierung berücksichtigen. Es werden die Stammdaten der jeweils neuen Kolli aufgenommen und ab diesem Zeitpunkt können diese im System gelagert und kommissioniert werden. Durch die automatische Kommissionierung wird ein dichteres Packbild geschaffen und somit Volumen eingespart. Dies führt wiederum zu geringeren Transportvolumina und reduzierten Fahrten. Es erfolgt noch eine Gewichtskontrolle im Warenausgang, wodurch ein Überladen der LKWs ausgeschlossen und die Verkehrssicherheit gewährleistet wird. Die fehlerfreie Kommissionierung und Nachvollziehbarkeit der Auftragsbildung ermöglichen den Wegfall der Wareneingangskontrollen in den Einzelhandelsfilialen. Weiters kann an Bereitstellflächen gespart werden, da durch die hohe Kommissionierdichte die Anzahl an gelieferten Ladungsträgern reduziert wird. Zusätzlich entsteht der Vorteil des geringeren Zeitaufwandes beim Befüllen der Regale, da die Waren gemäß vorgegebenen Warengruppen von der COM kommissioniert wurden.<sup>103</sup>

Es besteht auch die Möglichkeit Standardbehälter mit der COM vollautomatisch zu kommissionieren. Die Konzipierung des Belademechanismus lässt es zu Behälter nach dem gleichen Prinzip auf der Auftragspalette zu positionieren. Die Bildung einer Mischpalette aus Behältern und Kolli ist durch den Einsatz von Systempaletten als Zwischenboden möglich. Dabei werden erst Behälter auf die Palette geschichtet, sollte die Anzahl der befüllten Behälter nicht ausreichen um eine ebene Oberfläche zu bilden, werden Leerbehälter als Lückenfüller verwendet. Danach wird eine Systempalette draufgesetzt, auf die wieder Kolli kommissioniert werden können. Anschließend wird die Palette mit Folie umwickelt und im Warenausgang für den Versand bereitgestellt. Durch diese Variante können viele Artikel kommissioniert werden, da vor allem Frischware meist in Behältern bevorratet wird. Gerade im Lebensmittelbereich kann dieser vielfältige Einsatz vorteilhaft genutzt werden.<sup>104</sup>

---

<sup>102</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 163 ff.

<sup>103</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 167

<sup>104</sup> Vgl. Arnold et al. (2006), S. 163

### 6.1.2 ETP – Ergonomic Tray Picking

Das Ergonomic Tray Picking ist ein teilautomatisiertes Kommissioniersystem für Kolli. Das Konzept ist für Distributionszentren des Lebensmitteleinzelhandels, Regionallager und Schnelldreher-Lager der Vollsortimenter sowie für Verteilzentren der Discounter gedacht, dabei sowohl Frische- als auch Trockensortiment. Die Kombination von mechanisierter Lagerung, mechanisiertem Nachschub und ergonomischer Kommissionierung mit Hilfe von mannbedienten Pickshuttles erlaubt eine Pickleistung von bis zu 500 Kolli pro Mitarbeiter pro Stunde und ist für ein Warensortiment von bis zu 4.000 Artikeln ausgelegt.<sup>105</sup> Durch die Tray-basierte Kommissionierung fallen weder Abfälle an noch ist ein Palettenhandling notwendig.

Die folgende Abbildung zeigt den Materialfluss des Systems. Die Waren werden nach Anlieferung im Wareneingang identifiziert und anschließend automatisch lagenweise depalettet. Die Lagen werden auf Trays geladen, dabei werden die Kolli so gedreht, dass durch die vorausgegangene Volumenkalkulation ein optimaler Füllgrad des Trays erreicht werden kann. Die Trays werden mittels Regalbediengeräten in kompakte, einfachtiefe, automatische Tray-AKLs eingelagert.<sup>106</sup> Der Materialfluss bei ETP ist wie folgt:<sup>107</sup>

- Wareneingang
- Paletten-Hochregallager
- Depalettierung
- Automatische Tray-Beladung
- Automatisches Tray Lager AKL
- Kommissionierung mit EPM
- RC / Paletten Trennung und Wicklung
- Warenausgang

Die Kommissionierung erfolgt mit Hilfe von gassengebundenen Ergonomic Picking Mobilien (EPMs). Diese bieten optimale Ergonomie und eine hohe Kommissionierleistung. Es handelt sich um ein modulares Konzept, das heißt jede Kommissioniergasse arbeitet unabhängig voneinander, da alle Artikel in jeder Gasse vorhanden sind. Deswegen ist keine Synchronisation der Pickmobile untereinander notwendig. Es wird entweder auf Paletten in einem Pickcontainer oder in Rollcontainer auf einer Slavepalette kommissioniert. Das EPM bietet die Einstellmöglichkeit der individuellen Körpergröße des Mitarbeiters auf die ergonomische Höhe des EPM. Des Weiteren erfolgt eine ergonomische Höheneinstellung automatisch über den Füllgrad des Rollcontainers oder der Palettenhöhe und der Artikel-front. Die Kabinen des EPM sind mit einer Beleuchtung, einem Anzeigesystem und einem beidseitigen Totmanschalter für Personensicherheit zum automatischen Positionieren ausgestattet. Die Fahrgeschwindigkeit des EPM beträgt 2,5 m/s, die Fahrbeschleunigung 1,1 m/s, die Hubgeschwindigkeit 0,62 m/s und die Hubbeschleunigung 1,2 m/s. Das Zweimastgerät ermöglicht den unabhängigen Hub von Kommissionierkabine und Lastaufnahmemittel zum Zweck der ergonomischen Einstellungen.<sup>108</sup>

<sup>105</sup> Vgl. Witron (2011b)

<sup>106</sup> Vgl. Witron (2011b)

<sup>107</sup> KNAPP-interne Quelle (3)

<sup>108</sup> KNAPP-interne Quelle (3)



Die Pickfronten sind beidseitig zur Kommissioniergasse angeordnet und sind mit einem Tray in der Tiefe bestückt. Der Kommissionierer führt beim Kommissionieren einen Schritt mit einer 90°-Drehung aus. Die maximale Greif- und Schlichttiefe beträgt dabei 550 mm. Die Waren werden hier ausschließlich geschoben, so dass weder Heben, Tragen noch Bücken notwendig ist.<sup>109</sup> Dies wird in Abbildung 13 visualisiert.



Abbildung 13: Picker-Kabine EPM 2<sup>110</sup>

Die Grundfläche eines Trays beträgt 900 x 800 mm und es ist mit maximal 100 kg beladbar. Die Innenmaße des Trays sind 850 x 750 mm und pro Tray können durchschnittlich 7,2 Kolli gelagert werden. Die Trays können sowohl in Längs- und Querrichtung beladen werden, abhängig vom optimalen Füllgrad. Die Grundfläche einer Systempalette ist 1400 x 900 mm und für eine maximale Zuladung von 1.000kg ausgelegt. Die Rollcontainer werden wie bereits erwähnt immer auf einer Systempalette, die mit einem Barcode versehen ist, transportiert. Auf dem EPM werden Rollcontainer-Gitter automatisch „aufgespreizt“ und es befindet sich eine „Schlichtwand“ hinter dem Rollcontainer. Trays und Versand-Paletten werden quer bereitgestellt, Rollcontainer längs.<sup>111</sup>

Die Aufträge werden gemäß den individuellen Kundenanforderungen, entsprechend dem jeweiligen Filiallayout warengruppengerecht kommissioniert. Hierzu wird der gleiche Schlichtalgorithmus angewandt wie bei der OPM – die Software PPC Pack Pattern Calculation.<sup>112</sup> Der Kommissionierer wird rechnergesteuert an den richtigen Entnahmeplatz gefahren, wodurch eine Kommissioniersicherheit von 100% gewährleistet wird. Die Schlichtreihenfolgen werden über die Volumen der Kolli berechnet und erstellt. Die Visualisierung auf der Oberfläche der Versandpalette zeigt dem Mitarbeiter die Schlichtposition an, diese wird mittels eines Beamers beleuchtet. Dadurch wird ein eventuelles Umsortieren aufgrund nicht idealer Anordnung der Kolli vermieden.<sup>113</sup>

Während des Kommissioniervorganges ermittelt ein Rechner die Reihenfolge der Entnahmepositionen so, dass möglichst kurze Fahrstrecken anfallen. Sobald eine Palette oder eine Palette mit zwei Rollcontainern fertig kommissioniert wurde, wird diese auf eine Fördertechnikstrecke abgeben und dem Stretcher zur Umwicklung mit Folie zugeführt. Danach wird die fertige Auftragspalette oder der Rollcontainer im Warenausgang bereitgestellt.<sup>114</sup>

<sup>109</sup> KNAPP-interne Quelle (3)

<sup>110</sup> Quelle: Logistik Journal (2011)

<sup>111</sup> KNAPP-interne Quelle (3)

<sup>112</sup> KNAPP-interne Quelle (3)

<sup>113</sup> Vgl. Witron (2011b)

<sup>114</sup> Vgl. Witron (2011b)

### 6.1.3 Sonstige

#### Automated Tote System – ATS

Das Automated Tote System ermöglicht das vollautomatische Kommissionieren von Ganzbehältern und Getränkeboxen. Die Behälter werden im ATS ohne Personaleinsatz vereinnahmt, gepuffert, kommissioniert, kunden- bzw. filialgerecht auf ein Ladehilfsmittel gestapelt und zum Versand bereitgestellt. Dieses System findet seinen Einsatz vor allem in den Frische- und temperaturgeführten Bereichen von Distributionszentren im Lebensmittel Einzelhandel. Die vom Lieferanten befüllten Behälter, zum Beispiel mit Obst, Gemüse oder anderen Frischeprodukten, werden auf artikelreinen Paletten angeliefert. Diese werden im Wareneingang einmalig identifiziert, danach erfolgt die Weiterverfolgung im System über eine indirekte Zielverfolgung. Dadurch ist keine Kennzeichnung der Behälter mit Barcodes oder ähnlichem notwendig. Die Flexibilität des ATS lässt die Handhabung von Ganz- und Halbbehälter mit unterschiedlichen Behälterhöhen zu. Die Behälterstapel werden im Wareneingang von der Palette geschoben und vereinzelt. Picking Mini Loads, hochdynamische Regalbediengeräte, lagern die Behälter zur Zwischenpufferung in ein AKL ein. Die Behälter werden entweder einzeln eingelagert oder in Stacks, also in gestapelter Form. Die PML's können bis zu vier Behältern pro Fahrt aufnehmen und sorgen für die filialgerechte Auslagerung der Behälter. Anschließend werden die Behälter auf Auftragspaletten kommissioniert und mit Folie umwickelt, um die Transportstabilität zu gewährleisten. Bei der Stapelung der Behälter werden verschiedene Parameter berücksichtigt, wie die Abladereihenfolge in der Filiale, der maximale Füllgrad oder die Behälterhöhe. Die Bildung von Doppelstockpaletten ist ebenfalls möglich, um eine weitere Verdichtung zu erzielen.<sup>115</sup>

#### Dynamic Picking System – DPS

Das DPS – Dynamic Picking System ist eine Kombination aus dem Prinzip „Ware zum Mann“ und „Mann zur Ware“. Es erfolgt eine automatische Lagerung der Artikel, an diesen Lagerbereich sind Arbeitsplätze zur Vorbereitung der Bestellungen angeschlossen. Die sogenannte Pick face ist eine Zone zur Kommissionierung der Kundenaufträge. Die Pick-by-Light Technologie wird in diesem Bereich verwendet. Weiters kommt es zur Visualisierung zusätzlicher Informationen über Arbeitsplatzschirme am Kommissionierplatz (zB Artikeldaten, Laufrichtung, etc.). Der Einsatz dieses Systems in großen Distributionszentren liegt hier im Vordergrund. Die Vorteile des DPS sind ergonomische Arbeitsplätze, Reduzierung der notwendigen Fläche, Erhöhung der Mitarbeiter-Produktivität und Reduzierung der Pick-Fehler.<sup>116</sup>

Der Prozessablauf des DPS ist wie folgt aufgebaut:<sup>117</sup>

1. Wareneingang
2. Palettenhochregallager
3. Umpacken in Behälter
4. Lagerung der Behälter
5. Picking der Kundenaufträge
6. OCB (Order Consolidation Buffer)

<sup>115</sup> Vgl. Witron (2010), S. 3

<sup>116</sup> KNAPP-interne Quelle (8)

<sup>117</sup> KNAPP-interne Quelle (8)

7. Stapeln der Behälter auf Paletten oder Rollcontainer
8. Warenausgang

Nach dem Umpacken in Behältern werden diese doppeltief im Lagersystem bevorratet und dadurch wird ein permanent verfügbarer Bestand erreicht. Die Kommissionierfront mit flexibler Belegung bietet zwei Ausführungen:<sup>118</sup>

- statisch: Schnelldreher
- dynamisch: Mittel-Langsamdreher.

Bei der dynamischen Bereitstellung der Artikel werden durch eine ABC-Zonung kurze Kommissionierwege erzielt. Der Personaleinsatz kann in Abhängigkeit der Kommissionierlast flexibel gestaltet werden. Es gibt unterschiedliche Varianten der Arbeitsplätze:<sup>119</sup>

- Picking von Lagerbehältern in Auftragsbehälter
- Picking von Lagerbehältern in Versandkartons
- Picking von Lager-Trays in Versandkartons
- Picking von Lagerpaletten in Auftragsbehälter

In folgender Abbildung wird der schematische Aufbau eines Dynamic Picking Systems dargestellt. Die doppeltiefe Behälterbevorratung sowie die integrierten Kommissionierplätze sind deutlich erkennbar.

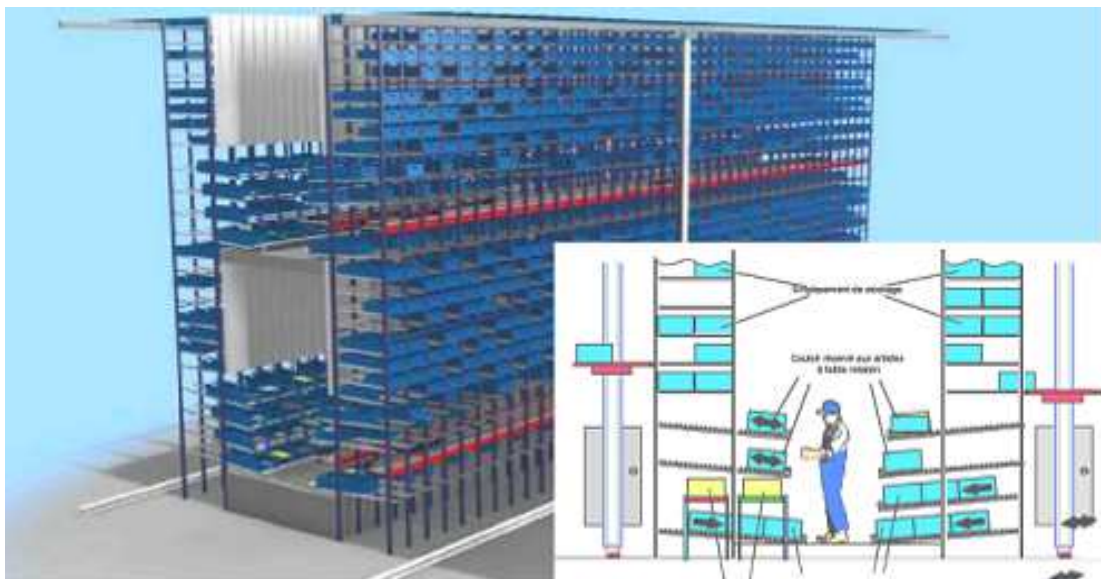


Abbildung 14: DPS Aufbau<sup>120</sup>

Das DPS gibt es auch als E-DPS Ausführung – Ergonomic Dynamic Picking System nach dem Prinzip „Ware-zum-Mann“. Es dient zur Kommissionierung kleinvolumiger Produkte mit einer Leistung von bis zu 1.000 Auftragszeilen pro Stunde. In Kombination mit dem PML Picking Mini Load, einem Regalbediengerät mit reduziertem Gewicht, stationärem Antrieb und erhöhter Leistung, lässt sich die Pickgeschwindigkeit erhöhen. Die Arbeitsplätze sind ergonomisch gestaltet und bieten den Mitarbeitern die Möglichkeit im Sitzen zu

<sup>118</sup> KNAPP-interne Quelle (6)

<sup>119</sup> KNAPP-interne Quelle (8)

<sup>120</sup> KNAPP-interne Quelle (8)

arbeiten, wodurch Gehwege vollständig entfallen.<sup>121</sup> Durch den Einsatz von PML ist die Lösung zwar einerseits schnell, andererseits bedient sie nur wenige Stellplätze, weswegen diverse Shuttle Lösungen besser sind.<sup>122</sup>



Abbildung 15: E-DPS Arbeitsplatz<sup>123</sup>

### Dynamic Pallet Picking – DPP

Das Dynamic Pallet Picking System (siehe Abbildung 55 im Anhang) dient zur automatischen Kommissionierung von Viertel- und Halbpaletten. Dazu kommissioniert das DPP-Regalbediengerät, eigens für diesen Vorgang konzipiert, die Viertel- und Halbpaletten im sogenannten DPP-Modul oder direkt im Hochregallager. Es können sowohl zwei Halbpaletten auf eine Versandpalette kommissioniert werden, als auch vier Viertelpaletten oder zwei Viertelpaletten und eine Halbpalette. Die artikelreinen Viertel- und Halbpaletten werden im Wareneingang ohne Unterpalette angeliefert und auf eine Trägerpalette gestellt. Nach der Einlagerung ins Hochregallager kann die Kommissionierung von zwei Halbpaletten direkt im HRL stattfinden. Die Kommissionierung von vier Viertelpaletten oder zwei Viertelpaletten und einer Halbpalette wird hingegen im DPP-Modul durchgeführt. Sobald die logistische Einheit fertig kommissioniert wurde, wird diese entweder im Hochregallager zwischengelagert oder direkt in den Warenausgang transportiert.<sup>124</sup>

### Car Picking System – CPS

Das Car Picking System funktioniert nach dem Prinzip „Mann-zur-Ware“. Es kommt zu einer räumlichen Verschmelzung eines mechanischen Hochregallagers und der Kommissionierung in Gassen zu einem vollständig integrierten System. Der Nachschub im Hochregallager erfolgt ohne Fördertechnik mittels Regalbediengeräten. Die datenfunktgestützte Kommissionierung großvolumiger Einheiten wird mit Hilfe von mannbedienten Kommissioniermodellen durchgeführt. Es werden optimierte Fahrwege der Kommissioniermobile durch die Kommissioniergassen errechnet. Dazu kommt die Pick-by-Light und Pick-by-Voice Technologie mit zusätzlicher Terminalvisualisierung zum Einsatz. Die parallele Kommissionierung mehrerer Aufträge ist mit dem CPS möglich.<sup>125</sup> CPS alleine ist nicht zielführend, eine mögliche effiziente Kombination wäre CPS mit OPM.<sup>126</sup>

<sup>121</sup> Vgl. Logistics (2011)

<sup>122</sup> KNAPP-interne Quelle (16)

<sup>123</sup> KNAPP-interne Quelle (8)

<sup>124</sup> Vgl. Witron (2011c)

<sup>125</sup> KNAPP-interne Quelle (3)

<sup>126</sup> KNAPP-interne Quelle (3)

### 6.1.4 Realisierte Projekte

Zwei der wichtigsten Anlagen von Witron wurden bei der Supermarktkette Mercadona in Spanien und bei der Edeka Gruppe in Deutschland installiert. Mercadona ist eine Supermarktkette, die zu 100 % in spanischen Händen liegt, und in ganz Spanien 1.387 Niederlassungen hat.<sup>127</sup> Die Edeka Gruppe hat in Deutschland rund 12.000 Märkte und 300.000 Mitarbeiter.<sup>128</sup> Die erste OPM Anlage wurde bei **Kroger** in den USA im Jahr 2004 installiert. In den folgenden Jahren hat sich Kroger für zwei weitere OPM Systeme entschieden. Täglich werden hiermit mehr als 4.000 Auftragspaletten an über 500 Filialen geliefert.<sup>129</sup>

Das Logistikzentrum von **Mercadona** in Ciempozuelos, Madrid, ist für Frische- und Tiefkühlprodukte mit der OPM für folgende Temperaturzonen ausgestattet: +12°, +3°, -23°. Dabei wurde ein automatisches Tray-Lager mit 237.000 Stellplätzen, 46 Regalbediengeräten und ein 12 Gang HRL für 8.600 Paletten installiert. Für die automatische Depalettierung stehen 8 Lagendepalettierer zur Verfügung und für die Kommissionierung 23 COMs. Damit kann eine Kommissionierleistung von etwa 220.000 Behältern / Kartons pro Tag, ca. 3.600 Auftragspaletten erreicht werden. Für das Trockensortiment gibt es ein weiteres automatisches Traylager und HRL mit dem rund 155.000 Kolli pro Tag kommissioniert werden. Das Tray-Lager ist mit 265.000 Stellplätzen in 32 Gängen ausgestattet. Das HRL stellt mit den Abmessungen 108 x 80 x 18 m und den 20 RGBs Platz für 20.400 Paletten. Die 16 COMs können pro Tag rund 5.900 Auftragspaletten kommissionieren. In diesem Distributionszentrum wird auf das DPS für Einzelartikel oder großvolumige, sperrige Artikel eingesetzt. Ausgestattet mit 250 dynamischen und statischen Pick-Kanälen und 350 Regalkommissionierplätzen. Hierbei wird eine Kombination von Pick-by-Light und Ware-zum-Mann, als auch Mann-zur-Ware eingesetzt.<sup>130</sup>

Die **Edeka** Gruppe hat in Hamm eines ihrer größten Distributionszentren gebaut. Das Zentrallager ist rund 60.000 m<sup>2</sup> groß und beliefert 1.000 Kunden. Bei einem Artikelumfang von 12.000 Artikeln im Trockensortiment kommt die OPM Technologie zum Einsatz. Dabei gibt es rund 3.000 Schnelldreher, die konstant bleiben, die Langsamdreher nehmen im Sortiment aber zu. Bei der Einführung von OPM wurde vor allem auch auf eine ladenspiegelgerechte Belieferung der Filialen berücksichtigt. Jede Filiale wurde mit ihrem Layout im System hinterlegt. Das automatische HRL umfasst 50.000 Palettenstellplätze und 10 RGBs. Es gibt auch 4 AKLs, die in 2 Tagen umgeschlagen werden mit rund 150.000 Kolli/Tag. Diese sind doppelstöckig und die Kolli werden auf Trays gepuffert, insgesamt 460.000 Kolli, durchschnittlich sind die Blöcke mit 340.000 Trays gefüllt. Für die Depalettierung stehen 6 automatische Depalettierer zur Verfügung und 4 manuelle Umpackstationen. Die Kolli werden auf Trays mit Abmessungen 400 x 600 mm oder 300 x 400 mm gelagert. 48 RGBs sorgen für die Ein- und Auslagerung der Trays. 24 COMs kommissionieren die Waren auf 2 Ebenen. Das Distributionszentrum ist auch mit DPS für 60.000 Behälter ausgestattet, die mittels 3 RGBs bewegt und an 10 Kommissionierplätzen kommissioniert werden.<sup>131</sup> Siehe dazu im Anhang Abbildung 57 bis Abbildung 60.

<sup>127</sup> Vgl. Homepage Mercadona (2012)

<sup>128</sup> Vgl. Homepage Edeka (2012)

<sup>129</sup> Vgl. Witron (2011f)

<sup>130</sup> Vgl. Witron (2011e)

<sup>131</sup> Vgl. EDEKA (2011)

## 6.2 SSI Schäfer

SSI SCHÄFER ist im Jahr 1937 von Fritz Schäfer gegründet worden. Die ersten Produkte waren damals Transportkästen, Ofenrohre, Fülltröge und Kuchenbleche. Im Laufe der Zeit hat sich das inhabergeführte, deutsche Familienunternehmen auf die Ausstattung von Büro, Lager und Werkstatt konzentriert. SSI Schäfer hat weltweit über 50 Tochtergesellschaften. Der Hauptsitz des Unternehmens ist in Neunkirchen, Deutschland. Die SSI Schäfer NOELL GmbH hat ihren Sitz in Giebelstadt, Deutschland und ist auf ganzheitliche Logistiksysteme spezialisiert. In Graz ist die SSI Schäfer PEEM GmbH angesiedelt, welche sich auf modulare Kommissioniertechnik fokussiert. Die Salomon Automation GmbH ist auch Bestandteil der Schäfer Unternehmensgruppe. Heutzutage ist die Schäfer Gruppe Komplettanbieter und Komponentenhersteller in den Bereichen Logistiksysteme, Lagern & Fördern, Arbeitsplatz, Logistiksoftware und Abfalltechnik.<sup>132</sup>

### 6.2.1 SCP – Schäfer Case Picking

Das Schäfer Case Picking wurde für die automatische, filialgerechte Lieferzusammenstellung im Lebensmittelhandel konzipiert. Mit SCP lassen sich Gesamtabläufe beschleunigen und die Packqualität, durch Volumeneinsparungen und schonende Handhabung, erhöhen. Dies erfolgt mittels eines schrittweisen Vorgehens:<sup>133</sup>

1. Lagerung der Palette
2. Depalettierung in einzelne Lagen
3. Pufferung einzelner Lagen in hochdynamischen Traypuffersystemen
4. Vereinzeln einzelner Cases aus einer Lage
5. Filiallayout-gerechte Sequenzierung (Packsoftware)
6. Automatisierte Palettierung (Palette oder Rollbehälter)

Bei SCP handelt es sich um einen automatisierten Gesamtprozess, durch den eine Erhöhung der Liefergeschwindigkeit, eine Minimierung des Personalaufwandes, eine Minimierung von Bruch/Warenverlust und damit verbundener Retouren ermöglicht wird. Durch die rechnergesteuerte, volumens- und statikoptimierte Palettierung mittels Robotertechnologie und einer Packsoftware für volumenoptimierte, stabile und filialgerechte Packbildung, können sowohl Energie- als auch Frachtkosten eingespart werden. Im Gesamten lassen sich damit die Kosten pro Kolli reduzieren.<sup>134</sup>

Die Tray-basierten Produkteinheiten, können ohne zusätzliche, marktübliche Kennzeichnungssysteme zu filialgerechten Lieferungen kommissioniert werden. Wodurch die Wirtschaftlichkeit in der gesamten Logistikkette effizient erhöht wird. Die Kommissionierung von 30.000 bis über 300.000 Kolli/Tag kann je nach Lagerdimension und Nachfrage durchgeführt werden. Die Zuführung der Paletten kann sowohl manuell als auch automatisch durchgeführt werden, mittels Staplern oder Regalbediengeräten. Die Produktsteuerung während des Gesamtprozesses basiert auf einer fotooptischen Produkterkennung.

<sup>132</sup> Vgl. Automation Broschüre (2011), S. 2 und SSI Schäfer (2011b)

<sup>133</sup> Vgl. SCP Broschüre (2009), S. 2 ff

<sup>134</sup> Vgl. SCP Broschüre (2009), S. 2



Basis ist die optische Produkterfassung, deren Kenndaten, verbunden mit weiteren Parametern (Gewicht, Material), alle Informationen für die spätere Palettierung enthalten.<sup>135</sup>

### Beschreibung des Prozessablaufes:

Nach der Bereitstellung einer Palette im Wareneingang wird diese zum Depalettierer befördert und von diesem lagenweise entstapelt. Die Depalettierung erfolgt mittels automatischen Depalettier-Robotern, die die Lagen anheben und auf ein Förderband abgeben. Die maximale Zuladung pro Lage beträgt 200 kg.<sup>136</sup> In Abbildung 16 ist ein solcher Depalettier-roboter dargestellt.



Abbildung 16: Depalettierroboter SSI Schäfer<sup>137</sup>



Abbildung 17: Lagenweise Depalettierung<sup>138</sup>

Die Lagen werden auf systemspezifischen Lagentrays gepuffert und im Traylager gespeichert. Wenn ein Auftrag zur Kommissionierung im System generiert wurde, werden die Lagen vereinzelt. Die Vereinzlung erfolgt mittels einem ausgeklügeltem System – dem Casewheeler, die Rollen lassen sich um 360° drehen und können durch Anheben auf die Waren am Tray zugreifen. Der Boden der Trays ist mit Löchern ausgestattet, so dass die Rollen durch diese Öffnungen hochfahren und die einzelnen Kolli von dem Tray bewegen können. Die Position der einzelnen Kolli wird mittels optischer Bilderkennung durch entsprechende Sensoren erfasst. Dadurch weiß das System welche Rollen aktiviert werden müssen um einen speziellen Kolli abzugeben. Deswegen ist eine exakte Positionierung der Kolli auf dem Tray nicht notwendig, durch die flexible 360° Drehung jeder einzelner Rolle, lassen sich die Kolli in jede beliebige Richtung drehen und somit gerade stellen und auf das

<sup>135</sup> Vgl. SCP Broschüre (2009), S. 3f.

<sup>136</sup> KNAPP-interne Quelle (7)

<sup>137</sup> Quelle: SCP Broschüre (2009)

<sup>138</sup> KNAPP-interne Quelle (7)

Förderband abziehen. Entweder kommt es danach direkt zur Palettierung oder es ist ein Mercury System (siehe 6.2.2) zwischengeschaltet.<sup>139</sup>

Artikel, die nicht automatisch depalettiert bzw. kommissioniert werden können, werden manuell an Rüstplätzen bearbeitet. Dazu werden Paletten aus dem Hochregallager an den Rüstplätzen zur Batch-Kommissionierung bereitgestellt. Nach der manuellen Vereinzelung der Kolli können diese auf den Trays in das System eingeschleust werden. Danach erfolgt wie gehabt die automatische Kommissionierung bzw. Auftragspalettenzusammenstellung. Hierzu werden dem Palettierroboter die einzelnen Kolli über ein Förderband zugeführt. Dieser ist mit einem speziellen Greifsystem ausgestattet und als absolutes Alleinstellungsmerkmal am Markt kann dieses System von allen 4 Seiten auf die Kolli zugreifen. Dadurch ist das System hochflexibel und sehr effizient einsetzbar. Die Kolli werden wie im Vorhinein mit der SSI Packsoftware berechnet, nach dem entsprechenden Packbild palettiert. Der Palettierroboter hebt die Kolli von dem Förderband und positioniert diese auf der Palette. Die Palette wird auf einem vertikalen Lift immer weiter abgesenkt um die optimale Position des Greifarms zu gewährleisten. Sind alle Kolli auf die Palette geschichtet worden, wird die Palette mit einem Stretcher mit Folie umwickelt und somit für den Transport gesichert. Danach erfolgt der automatische Transport zum Warenausgang, von wo die fertigen Paletten oder Rollcontainer an die jeweiligen Filialen geliefert werden.<sup>140</sup>

Die 4-seitige Anfahrmöglichkeit bei der Palettierung sowie die geschlossene, 4-seitige Führung der gepackten Palette machen 700 - 900 Zyklen je Roboterzelle möglich. Größtmögliche Stabilität der Paletten wird durch die dezentrale, unverzügliche- und trichtergeführte Wicklung ermöglicht, welche ein sicheres Anlegen der Folie am Palettenfuss einschließt.<sup>141</sup>

Das SCP System ermöglicht die Handhabung von Artikeln mit unterschiedlichen Abmessungen. Die Tabelle 5 gibt die minimalen und maximal möglichen Abmessungen wieder.

Tabelle 5: Abmessungen Artikel SCP

	Länge [mm]	Breite [mm]	Höhe [mm]	Masse [kg]
<b>Minimum</b>	120	120	45	0,5
<b>Maximum</b>	610	410	485	25

Die folgenden Abbildungen visualisieren den Palettiervorgang, vom Greifarm bis hin zur fertiggestellten Palette.

<sup>139</sup> KNAPP-interne Quelle (14)

<sup>140</sup> KNAPP-interne Quelle (14)

<sup>141</sup> KNAPP-interne Quelle (13)





Abbildung 18: Palettierroboter SSI Schäfer 1

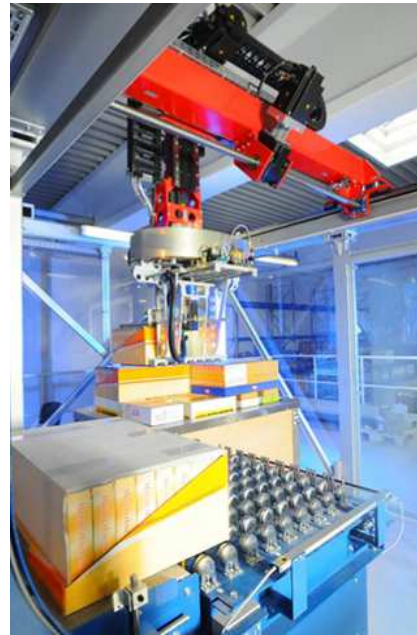


Abbildung 19: Palettierroboter SSI Schäfer 2



Abbildung 20: Palettierungsvorgang<sup>142</sup>



Abbildung 21: Fertige Auftragspalette SSI Schäfer

<sup>142</sup> Quelle: SCP Broschüre (2009), S. 7

Um die Kundenaufträge zur richtigen Zeit am Warenausgang bereitzustellen, erfolgt sozusagen eine Rückwärtsterminierung. Es werden die Touren für die LKWs und die entsprechenden Filialen geplant und ausgehend von diesen Terminen, berechnet das WMS, wann die Kommissionierung angefangen werden muss. Im Zuge dessen wird auch ermittelt aus welchem Lagerbereich die Waren abgezogen werden müssen. Die operative Ausführung übernimmt das WCS, das die gesamte Fördertechnik und die Roboter steuert. Das WMS gibt dem WCS vor, wann es welche Paletten, Trays, etc. bereitstellen muss, das WCS ist hierbei sozusagen nur der ausführende Part, der keine Daten zur Analyse benötigt.<sup>143</sup>

Um die Handhabung der Kolli im SCP System zu ermöglichen wird wie schon erwähnt, eine optische Produkterkennung verwendet. Um alle Produkte unterscheiden zu können werden diese durch den sogenannten „Teach-In“ Prozess in das System aufgenommen. Dazu wird von jedem Artikel ein Stück gescannt, im Bezug auf Größe und Gewicht und sowohl von oben als auch der Seite fotografiert. Mittels einem Algorithmus kann die Identifizierung Vision-based (Bilderkennung) durchgeführt werden und das fehlerfrei.<sup>144</sup>

## 6.2.2 Sonstige

### SSI Mercury System

Das SSI Mercury ist ein Konsolidierungssystem zur Pufferung, Konsolidierung und Sequenzierung von Ladungsträgern in 2 Schritten. Im ersten Schritt kann der gesamte Tagesbedarf eines Artikels kommissioniert werden. In einem zweiten Schritt erfolgt die Auftragsbildung im Konsolidierungspuffer Mercury. Im Mercury werden die Trays in umgekehrter Reihenfolge von unten nach oben eingelagert. Die Auslagerung erfolgt mit dem vertikalen Lift, der die Trays abzieht und diese schon während er zum nächsten Regalfach fährt, an das Förderband abgibt. So wird Zeit gespart und es entsteht ein kontinuierlicher Auslagerungsprozess. Das System kann sowohl für Traye als auch für Behälter konzipiert werden, wodurch es möglich ist, fast alle Produktarten zu handhaben.<sup>145</sup>

Das Mercury System kann sowohl in manuelle als auch automatische Prozesse eingebunden werden. Es spielt keine Rolle ob die vor- und nachgelagerten Prozesse automatisiert sind oder manuell durchgeführt werden.<sup>146</sup>

Die folgenden Abbildungen, Ausschnitte aus einem Simulationsvideo, verdeutlichen die Funktionsweise der Auslagerung. Die Trays werden aus dem Regalfach abgezogen und auf ein Gitter abgegeben. Auf diesem Gitter wird das Tray ganz nach oben befördert, wo ein Förderband anschließt. Nach der Abgabe auf das Förderband wird das Gitter in eine vertikale Ausrichtung gebracht und nach unten bewegt. Unten angekommen nimmt es wieder in horizontaler Ausrichtung ein Tray auf.

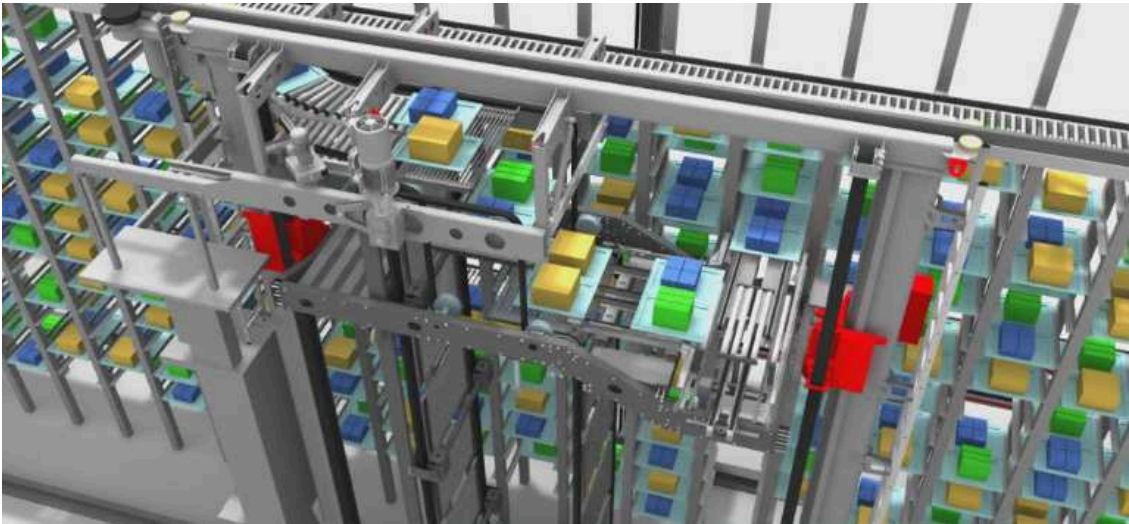
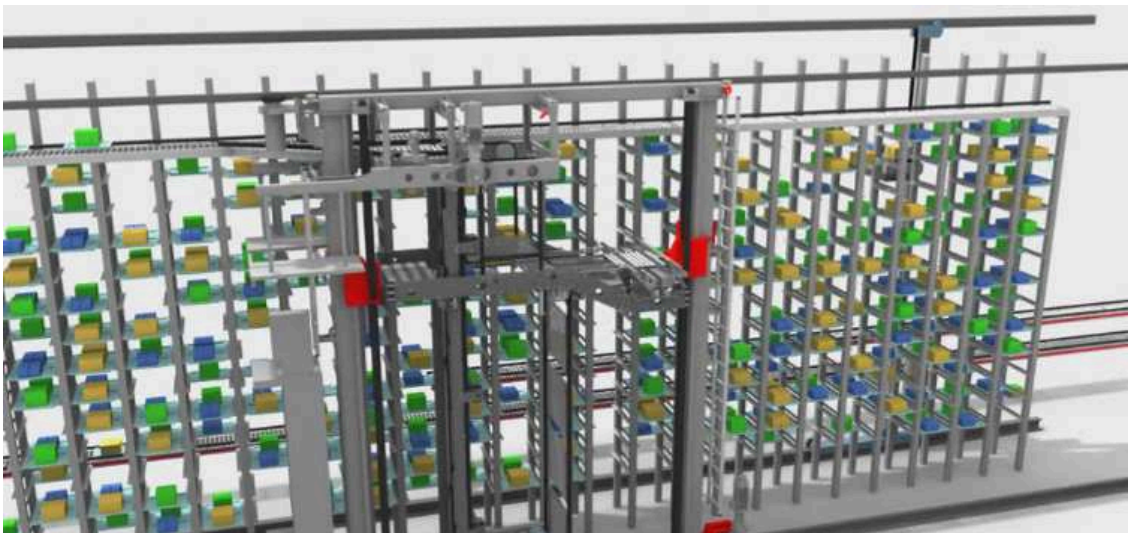
---

<sup>143</sup> KNAPP-interne Quelle (14)

<sup>144</sup> Vgl. Planet Retail (2011), S. 59

<sup>145</sup> Vgl. SSI Schäfer (2011a)

<sup>146</sup> KNAPP-interne Quelle (7)

Abbildung 22: Mercury System 1 <sup>147</sup>Abbildung 23: Mercury System 2 <sup>148</sup>

### STS Schäfer Tray System

Das STS ist ein System zur Lagerung und Kommissionierung von Trays. Durch die Anordnung von mehreren STS-Fahrzeugen übereinander begünstigt eine effiziente Lager- und Kommissionierung und ermöglicht hohe Durchsätze. Die Übergabe der Trays erfolgt nicht direkt von der Fördertechnik sondern über sogenannte Übergabeplätze im Regal über STS-Lifte. Die Trays werden nicht wie bei herkömmlichen Systemen unterfahren sondern mit einer speziellen Greif- und Ziehvorrichtung bewegt. Das STS als Bestandteil des SCP bietet mittels spezieller Vereinzelungslifte die Möglichkeit ein oder mehrere Kollis vom Tray abzunehmen.<sup>149</sup>

Einen großen Vorteil bietet das dynamische Fachraster, welches eine optimale Ausnutzung der Fächer zulässt, da Lagentrays mit unterschiedlichen Höhen gepuffert werden können.

<sup>147</sup> KNAPP-interne Quelle (2)

<sup>148</sup> KNAPP-interne Quelle (2)

<sup>149</sup> Vgl. RGB Broschüre(2009), S. 11

Dadurch wird eine größtmögliche Volumennutzung und damit eine hohe Liefer- und Ausfallsicherheit durch große Reichweiten erlangt.<sup>150</sup>

Es können bis zu 6 Ebenen übereinander angeordnet werden und eine schnelle Austauschbarkeit der Shuttles ermöglicht einen raschen Ersatz im Falle eines Ausfalles. Über die Lifte ist auch eine weitere Sortierung bzw. Sequenzierung der Artikel möglich.

Das STS-Shuttle kann mit einer Beschleunigung von  $2 \text{ m/s}^2$  eine Geschwindigkeit von  $4,5 \text{ m/s}$  und eine Hubgeschwindigkeit von bis zu  $1,25 \text{ m/s}$  erreichen.

Technische Daten:

- Geschwindigkeit  $4,5 \text{ m/s}$
- Beschleunigung  $2 \text{ m/s}^2$
- Hubgeschwindigkeit  $1,25 \text{ m/s}$

### **Parallel Picking System – PPS**

Das Parallel Picking System ist geeignet für die Kommissionierung von Produkten mit hoher Bestellfrequenz und unterschiedlichsten Eigenschaften. Es funktioniert nach dem Prinzip Mann-zur-Ware und es erfolgt eine parallele, manuelle Auftragsbearbeitung. Durch den Einsatz dieses System kann die Produktivität gesteigert und die Durchlaufzeit verkürzt werden. Es eignet sich für schnelldrehende Produkte, die auf Grund ihrer Form und verpackungstechnischen Anforderungen nicht mit einem automatischen System kommissioniert werden können, als auch für mittel- und langsamdrehende Produkte, die zwar automatisch kommissioniert werden könnten, aber nicht wirtschaftlich rentabel. Die Aufträge werden vom Lagersteuersystem Convey2005 parallel an die einzelnen Sektoren übermittelt und bearbeitet. Die effiziente Batch-Bildung durch das System lässt eine Leistungssteigerung zu. Die Durchführung der Produkttransporte erfolgt mittels eines zentralen Sammelbandes, das in einen Behälterbefüllpunkt mündet. Die Kommissionierung kann durch Funkterminals, Pick-by-Voice oder Pick-by-Light Systeme unterstützt werden.<sup>151</sup>

### **Schäfer Carousel System – SCS**

Das Schäfer Carousel System wird bei Hochgeschwindigkeitskommissionierung im Stückgutbereich eingesetzt. Bei einer Leistung von 1.000 Picks pro Stunde kann eine 50 Prozent höhere Lagerverdichtung erreicht werden. Das SCS ist eine mitwachsende Systemlösung für dynamische Kommissionierprozesse. Das „Ware zum Mann“ Prinzip sorgt für einen hohen kontinuierlichen Durchsatz und ermöglicht ergonomische Arbeitsplätze. Eine eindeutige Bedienerführung bestätigt, leitet und kontrolliert jeden Vorgang, wodurch eine Null-Fehler Kommissionierung realisiert werden kann. Die Behälterentnahme und vertikale Beförderung erfolgt mittels stationärer Hebetchnik. Der Wegfall von Regalbediengeräten ermöglicht den geringen Abstand zwischen den Karussellen und spart so jede Menge Platz.<sup>152</sup>

Das Standard-SCS besteht aus vier rotierenden Karussellen mit jeweils einer entkoppelten automatischen Be- und Entladeeinheit. Die dichte und raumsparende Regalbestückung ermöglicht eine Kapazität von bis zu 6.000 Behältern bei einem Standardsystem mit 4 Ka-

<sup>150</sup> KNAPP-interne Quelle (7)

<sup>151</sup> Vgl. PPS Broschüre (2010), S. 2f.

<sup>152</sup> SCS Broschüre (2009), S. 2f.

russellen. Jedes Systemmodul stellt in seinem Grundaufbau ein automatisches Kleinteilelager dar und ist mit Standardbehältern ausgestattet. Die Behälter sind in bis zu 16 verschiedene Fächer unterteilbar und können mit bis zu 25kg befüllt werden. Vollautomatische Heber mit Lastaufnahmemitteln entnehmen in vertikaler und horizontaler Richtung die Behälter und übergeben sie an die integrierte Fördertechnik des Umlaufsystems. Diese Fördertechnik bzw. Loop übergibt die Behälter an die Kommissionierplätze. Durch die so erzielte Entkoppelung lässt sich die Leistung erheblich steigern. Des Weiteren können Nachschubvorgänge ohne jede Leistungsminderung in den Kommissionierbetrieb implementiert werden. Die Chargenverfolgung und Verfalldatenkontrolle ist vor allem im Lebensmittelbereich überaus wichtig, diese wird durch eine Bedienerführung, die jeden Kommissioniervorgang mittels Put-To-Light und Pick-To-Light Systemen bestätigt, leitet und kontrolliert, erheblich erleichtert. Dadurch ist der Einsatz des SCS bei mittel- und langsamdrehenden Produkten im Food Retail eine Erleichterung.<sup>153</sup>

Es können neben Kommissionierung auch noch andere Lagerfunktionalitäten durchgeführt werden: Wareneingang, Retourenbearbeitung, Inventur wie sonstige Artikelpflege. Ergonomische Arbeitsplätze gibt es sowohl in der Pick-to-Tote als auch Pick-to-Bucket Ausführung.

### 6.2.3 Realisierte Projekte

Das erste SCP System wurde in York, Pennsylvania, USA bei der **C&S Wholesale Group** installiert, danach bei **MacLane** und bei **Lidl** in Kirchheim. Momentan wird das erste SCP in Kombination mit dem Mercury System bei **Migros** in Neuendorf, Schweiz projektiert. Zu diesen Referenzanlagen gibt es keine genauen Details inwieweit die Zielsetzungen erreicht wurden und ob die zugesagten Leistungen erzielt werden können. Aus internen Quellen lässt sich feststellen, dass die Umsetzung nicht so optimal gelaufen ist und die Bereiche für Artikel, die nicht automatisch kommissioniert werden können, doch größer geworden sind.<sup>154</sup>

Das Distributionszentrum der Supermarktkette **Lidl** in Kirchheim (siehe Abbildung 56 im Anhang) wurde von 27.000 auf 36.000 m<sup>2</sup>, von 30.000 auf 60.000 Kolli pro Tag und von der Belieferung von 90 auf 140 Filialen erweitert. Es umfasst ein automatisches HRL mit 15.000 Palettenstellplätzen und ein Tray-Lager mit rund 12.000 Stellplätzen. Täglich können in diesem Lager mit der SCP Lösung rund 70.000 Kolli kommissioniert werden. Leider war es nicht möglich noch weitere Informationen zu diesem Lager zu bekommen.<sup>155</sup>

<sup>153</sup> SCS Broschüre (2009), S. 4ff.

<sup>154</sup> KNAPP-interne Quelle (13)

<sup>155</sup> Vgl. SSI Schäfer (2011c)

## 6.3 Dematic

Die Dematic GmbH wurde bereits 1900 gegründet. Sie ist Anbieter intelligenter Lösungen und Produkte für Lager, Materialfluss und Intralogistik. Dematic beschäftigt weltweit über 4.000 Mitarbeiter. Mit Standorten in Europa, USA, China und Australien wird an Weiterentwicklungen der angebotenen Produkte gearbeitet.<sup>156</sup>

In diesem Unterkapitel werden die relevanten Systemlösungen für den Lebensmitteleinzelhandel beschrieben. Die Daten und Informationen stammen hauptsächlich von der Homepage und Broschüren von Dematic selbst. Dematic bietet verschiedene Lösungen für die Kolti-Kommissionierung an. Die klassischen Kommissionierungen, bei denen zum Beispiel die Ware an einem ergonomischen Arbeitsplatz für Behälterkommissionierung bereitgestellt wird, werden wie bereits am Anfang des Kapitels erwähnt nicht behandelt. In diesem Kapitel werden lediglich die Lösungen beschrieben, die ausschlaggebende Unterschiede aufweisen.

### 6.3.1 AMCAP – Automated Mixed Case Palletizing

Das Automated Mixed Case Palletizing System von Dematic ist ein vollautomatisches Hochleistungskommissioniersystem für Mischpaletten. Die Paletten werden mit einem Robotermodul automatisch kommissioniert. Es können mit diesem System sowohl Paletten als auch Rollcontainer unterschiedlicher Größe gehandhabt werden.<sup>157</sup>

Der Roboter ist mit einem speziellen Universalgreifsystem ausgestattet, bei dem bewusst auf Pneumatik-Saugtechnologie verzichtet wurde, um unabhängig von der Beschaffenheit der Artikel kommissionieren zu können.<sup>158</sup> In folgender Abbildung ist der Palettierroboter mit seiner Greiftechnik abgebildet. Mit diesem Greiferkonzept können bis zu 10.000 verschiedene Artikel gehandhabt werden, kleine Boxen, Dosen und Gläser-Trays, offene und geschlossene Kartons, unterschiedliche Getränkeeinheiten, als auch Säcke und große, instabile Papierartikel.<sup>159</sup>

---

<sup>156</sup> Vgl. Dematic (2011c)

<sup>157</sup> Vgl. AMCAP Broschüre (2008), S. 2

<sup>158</sup> Vgl. AMCAP Broschüre (2008), S. 2

<sup>159</sup> Vgl. Dematic (2011a)



Abbildung 24: AMCAP Palettierroboter<sup>160</sup>

Der Palettierungsprozess erlaubt die Kommissionierung von bis zu 1.000 Packstücken pro Stunde.<sup>161</sup> Nach der Palettenlagerung werden die Paletten automatisch oder manuell depalettiert und dem Dematic Miniload oder Multishuttle Puffer- und Sequenzierungssystem zugeführt. Das Dematic Multishuttle oder Miniload sorgt für die Bereitstellung der Artikel in sequenzgerechter Reihenfolge beim Palettierroboter. Die Produkte werden vom Greifsystem angehoben und auf der Palette positioniert. Dabei kann ein hoher Durchsatz erzielt werden, da der Prozess nicht unterbrochen werden muss, sobald auf eine neue Palette gewechselt wird. Eine gute Palettenstabilität wird durch ein vorab berechnetes Packmuster des Dematic PalletGenDirector (PGD) erreicht. Basierend auf Stammdaten jedes einzelnen Artikels werden die Stapelmuster gebildet. Die Artikelabmessungen, das Gewicht, diverse Stapelkriterien wie Stabilitätsfaktoren, das Volumen der Kollis pro Lage, die Anzahl der Lagen, Lagemuster als auch etwaige Präferenzen bezüglich der Anordnung der einzelnen Warengruppen im Hinblick auf Filiallayouts fließen in die Palettenbildung ein.<sup>162</sup> Es werden die Auflageflächen und der notwendige Verbund der einzelnen Kollis berechnet. Schon während der Palettierung werden bereits palettierte Lagenabschnitte mit Folie gesichert. Dazu senkt sich die Palette ab und wird vom Stretchwrapper automatisch mit Folie umwickelt. Dadurch ist die Palette direkt nach der Stapelung versandfertig und kann ohne weiteres Handling im Warenausgang bereitgestellt werden.<sup>163</sup>

Die Gesamtlösung des AMCAP beruht auf verschiedenen Kernmodulen, die eine Anpassung an individuelle Kundenwünsche und -anforderungen ermöglichen.

<sup>160</sup> Quelle: DLS Broschüre (2011), S. 14

<sup>161</sup> Vgl. AMCAP Broschüre (2008), S. 2

<sup>162</sup> Vgl. Global Dematic Logistics Review (2011), S. 8

<sup>163</sup> Vgl. Dematic (2011a)

### 6.3.2 Ergopall

Ergopall ist ein Kommissioniersystem für Mischpaletten, es ist teilautomatisiert und mit einem ergonomischen Arbeitsplatz für die Mitarbeiter ausgestattet. Es gilt das Bereitstellungsprinzip Ware-zum-Mann. Diese Systemlösung ist dem AMCAP sehr ähnlich, jedoch erfolgt keine vollautomatische Palettierung mittels Robotern.

Sobald ein Auftrag generiert wurde, wird der benötigte Bestand aus dem Lager zum Pufferlager befördert. Dort erfolgt eine Sequenzierung der Kolli und anschließend werden die Kolli an die Palettierstationen gesendet. Das Packmuster wird auch hier mit dem Dematic PalletGenDirector vorab berechnet. Der Unterschied zu AMCAP ist, dass die Kolli nicht vom Roboter palettiert werden sondern von Mitarbeitern. Die Arbeitsstationen befinden sich auf einer Zwischenebene und die Palette wird während des Palettiervorgangs abgesenkt. Dadurch bleibt die ergonomische Höhe für den Mitarbeiter erhalten. Pro Arbeitsstation können ein oder zwei Personen palettieren. In der nachfolgenden Abbildung ist ein Arbeitsplatz dargestellt. Über ein Förderband werden die Kolli kontinuierlich zugeführt und können so vom Mitarbeiter aufgenommen und auf der Palette platziert werden. Es müssen keine Bückbewegungen durchgeführt werden, lediglich ein Anheben und Positionieren des Kolli ist notwendig. Während des Absenkens der Palette werden die bereits bepackten Lagen mit Folie umwickelt und sobald der letzte Kolli auf der Palette positioniert wurde, kann die Palette abgezogen werden und eine neue kann palettiert werden. Die fertige Mischpalette wird über ein Förderband zum Warenausgang transportiert.<sup>164</sup>



Abbildung 25: ErgoPall Palettierung<sup>165</sup>

Das Dematic Multishuttle ist ein System für die automatische Lagerung von Behältern, kann aber auch für Kartonagen oder Trays ausgelegt werden. Es wurde so gestaltet, dass es als Schnittstelle zwischen Reservelager und Funktionen wie Kommissionierung, Auftragsabwicklung und Sequenzierung dient. Es ist ein modulares, skalierbares System und damit leicht adaptierbar an erhöhte Kapazitätsanforderungen. Durch die modulare Konstruktion kann das Dematic Multishuttle so konfiguriert werden, dass es an verschiedene Durchsatz-

<sup>164</sup> Vgl. DLS Broschüre (2011), S. 12

<sup>165</sup> Quelle: DLS Broschüre (2011), S. 12



raten und Auftragsanforderungen angepasst werden kann. Es gibt zwei Bauweisen, die eine ist für hohe und die andere für niedrige Umschlagsleistung ausgelegt.<sup>166</sup>

Das Dematic Multishuttle Captive wurde für eine hohe Durchsatzleistung in Kommissionier- und Konsolidierungspuffern entwickelt. Es kommt je Regalebene und in jeder Gasse ein Shuttle zum Einsatz, so dass die Auffüllung und Auslagerung simultan ablaufen kann. Bis zu 600 Doppelspielen sind pro Gang pro Stunde durchführbar, dies ist aber abhängig von der jeweiligen Ausführung, also der Höhe und Länge des Regals als auch der Anzahl der eingesetzten Shuttle-Fahrzeuge. Bei den Captive Systemen ermöglicht eine intelligente Steuerung die komplexe Sequenzierung, wodurch die Flexibilität erhöht und die filialgerechte Kommissionierung erleichtert wird.<sup>167</sup>

Das Dematic Multishuttle Roaming ist für Lagersysteme mit niedriger bis mittlerer Umschlagleistung, aber hohen Anforderungen an Flexibilität entwickelt worden. Bei Dematic Multishuttle Roaming Systemen ist ein Shuttle nicht an eine Regalebene gebunden sondern kann zwischen den unterschiedlichen Ebenen mittels Shuttle Liften bewegt werden. Sollten die Anforderungen an den Durchsatz weiter steigen, kann das System schnell durch den Einsatz eines zusätzlichen Shuttles erweitert werden.<sup>168</sup>

Das Shuttle-Fahrzeug ist eine Transportvorrichtung, für die Ein- und Auslagerung von Waren in einem Hochregallager auf mehreren Ebenen. Jedes der Fahrzeuge fährt auf Schienen und ist mit einem seitlichen Greifsystem ausgestattet, mit dem Kartons, Trays und Behälter bewegt werden können. Sensoren gewährleisten eine hoch exakte Positionierung. Die Regale können sowohl für eine einfach- als auch doppeltiefe Lagerung konzipiert werden. An den Regalenden sind Förderbänder angebracht, die für die Versorgung der Regale zuständig sind. Sowohl für die Einlagerung als auch Auslagerung der Waren steht hier ein Puffer zur Verfügung. Im Normalfall befinden sich diese Puffer-Förderbänder nur auf einer Ebene, sollte es aber aufgrund des hohen Durchsatzes notwendig sein, können diese auf mehreren Ebenen installiert werden. Vor jedem Gang sind High-Speed Lifte angebracht. Im Captive System nehmen sie die Waren vom Puffer-Förderband und führen es der Auslagerungsebene zu. Da gleichzeitig zwei Stück befördert werden, wird der Durchsatz verdoppelt und eine erhöhte Systemperformance erzielt. Im Roaming bewegen die Lifte die Shuttles zwischen den Ebenen und den Puffer-Förderbändern.<sup>169</sup>

Dematic bietet für die entsprechenden Lagerausführungen natürlich auch die notwendige Software an. Dabei sowohl sowohl klassische WMS/WCS-Systeme als auch WMS/WCS-Systeme auf SAP LES (Logistics Execution System) oder SAP EWM (Extended Warehouse Management) an. Mit dem von Dematic kundenspezifisch zugeschnittenen SAP EWM, lässt sich die gesamte Lagertypologie nur noch in einem System abbilden.<sup>170</sup> Mit dem Dematic PalletGenDirector lassen sich Packbildschema sowohl für Paletten als auch für Behälter berechnen. In der Fleischbranche hat Dematic diverse Projekte mit einer Anbindung zum SAP-Modul myMeat realisiert, das in dieser Branche häufig eingesetzt wird.<sup>171</sup> Da diese Thematik nicht Bestandteil der Arbeit ist, wird hier nicht näher darauf eingegangen.

<sup>166</sup> Vgl. Dematic (2011b)

<sup>167</sup> Vgl. Multishuttle Dematic (2010), S. 9

<sup>168</sup> Vgl. Multishuttle Dematic (2010), S. 8

<sup>169</sup> Vgl. Multishuttle Dematic (2010), S. 6 f.

<sup>170</sup> Vgl. dispo (2010)

<sup>171</sup> KNAPP-interne Quellen (17)

### 6.3.3 Realisierte Projekte

Dematic installierte Systeme bei **Migros, Bina, Coop, Inex, Dansk Supermarket Gruppen** und vielen weiteren. Die Distributionszentren von Dansk, der größten Supermarktkette in Dänemark, und von Bina, ein führendes Schweizer Lebensmittelunternehmen, werden hier kurz beschrieben.

**Dansk** stellt mit seinem großen Artikelspektrum von rund 17.000 Produkten eine Herausforderung an Komplexität. Mit dem installierten System können rund 250 gemischte Paletten pro Stunde mit nur 28 Arbeitern kommissioniert werden. Zum Einsatz kommen dabei 16 ErgoPall Stationen, die von 180 Multishuttles versorgt werden. Bei der Kommissionierung wird ein store-friendly-picking berücksichtigt und es werden drei verschiedene Filiallayouts beliefert. Die Multishuttles werden von zwei HRL versorgt, dabei gibt es eines für größere und eines für kleinere Artikel. Die Waren werden bei ergonomischen Depalettierstationen für das HRL vorbereitet. Damit kann eine Kommissionierleistung von 5.500 Kolli pro Stunde erzielt werden, dies entspricht wie oben erwähnt rund 250 Paletten pro Stunde.<sup>172</sup>

Die **Bischofszell Nahrungsmittel AG (Bina)** produziert Getränke, Fertiggerichte, Kartoffelprodukte, Konfitüren und beliefert Kunden weltweit. Ausgehend von einem 2003 errichteten 7-gassigen Hochregallager mit 9.600 Palettenstellplätzen, wurde das Logistikzentrum vergrößert. Das HRL wurde um eine weitere Gasse sowie einen Tiefkühlbereich von -24° C erweitert und direkt im Anschluss wurde ein dreigassiges AKL für Wareneingänge aus der Produktion und externen Anlieferungen gebaut. Die Depalettierung erfolgt zum Teil vollautomatisch mit Depalettierrobotern (siehe Abbildung 62 im Anhang), die gleichzeitig bis zu 4 Behälter von der Palette nehmen und auf der Förderstrecke absetzen. Zum Einsatz kommt auch das Multishuttle Captive (siehe Abbildung 63 im Anhang), mit 6 Gassen und 10 Ebenen bietet es Platz für rund 19.000 Gebinde auf 10.000 Stellplätzen. Es werden bis zu 450 verschiedene Frischeartikel zwischengelagert, die filialgerecht kommissioniert werden. Wie in 6.3.2 beschrieben, erleichtert das Multishuttle Captive die Kommissionierung durch eine sequenzgerechte Auslagerung. Die Arbeitsplätze für die Kommissionierung sind ergonomisch gestaltet und mit einem Display (siehe dazu Abbildung 64 im Anhang) ausgestattet, das dem Mitarbeiter Fotos der Produkte, Artikelmengen und die 3D-Positionierung im Behälter anzeigt. An jedem Kommissionierplatz wird eine Mengenverwiegung vorgenommen, um die Aufträge zu kontrollieren. Die Behälter werden auf ihrem Weg in den Warenausgang automatisch etikettiert. Die Palettierung der Behälter erfolgt automatisch und mittels eines Schnurbinders werden die Behälter auf der Palette für den Transport umreift und gesichert.

---

<sup>172</sup> Vgl. PRWeb (2011)

## 7 Die KNAPP-Lösung<sup>173</sup>

KNAPP wurde 1952 von Günther Knapp gegründet. In den 1960er Jahren lagen die Schwerpunkte bei Spezialmaschinenbau (Milchpumpen, Krapfenfüller, Aufzüge, etc.), der Entwicklungskompetenz bei der Verbindung von Elektronik und Mechanik und es gab den ersten Großauftrag im Pharmagroßhandel. In den 1970er und 1980er Jahren wurde der erste Auslandsauftrag an Land gezogen. Viele Innovationen im Bereich Lagerautomation (Kommissioniersysteme, etc.) wurden entwickelt. In den 1990er Jahren wurde der erste Auftrag in den USA ausgeführt und der Schwerpunkt verlagerte sich auf Software. In diesen Jahren war auch die Erschließung neuer Märkte und Branchen stark vertreten. Aktuell ist KNAPP als „Solution Provider“ für Gesamtsysteme und schlüsselfertige Lösungen am Markt ein Global Player in der Lagerlogistik und Lagerautomation. Die KNAPP AG hat ihren Hauptsitz in Graz und weltweit einige Niederlassungen. Gesamt beschäftigt KNAPP 1.800 Mitarbeiter, davon 1.400 in Österreich. Des Weiteren gehören einige Tochtergesellschaften zu KNAPP.

Die KNAPP Systemintegration GmbH - kurz KSI – ist eine Tochtergesellschaft der KNAPP AG und weltweit Spezialist für ganzheitliche Logistiklösungen im komplexen und hochautomatisierten Lagerbereich. Die KSI hat ihren Standort in Leoben und mit ihren rund 200 Mitarbeitern zählt sie zu den technologischen Marktführern in ihrem Gebiet. Die KSI ist schwerpunktmäßig in den folgenden Branchen mit ihrer Marke KiSoft vertreten: Audio & Video, Büroartikel & Versandhandel, Getränke & Lebensmittel, Kosmetik, Pharma und Werkzeuge.

### 7.1 Übersicht

Generell lassen sich die angebotenen Lösungen von KNAPP wie in Abbildung 26 dargestellt einteilen, in die zwei Bereiche: Auftrags Erfüllung und Leergutmanagement.



Abbildung 26: Lösungsübersicht KNAPP<sup>174</sup>

<sup>173</sup> Das gesamte Kapitel stützt sich auf KNAPP-interne Quellen

Im Bereich des Leergutmanagement ist KNAPP bisher stärker vertreten, darauf wird jedoch hier nicht näher eingegangen. KNAPP nimmt im Food Retail eine Einsteigerrolle ein. Es wurden bereits einige Projekte realisiert, aber hierbei eher Teilbereiche und nur einige wenige ganzheitlichen Lösungen. Die Auftragserfüllung gliedert sich in drei unterschiedliche Automatisierungsstufen:

- papierloses Management
- modulare Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme und
- patentierte Hochleistungssysteme.

Nach Automations- und Leistungsgrad lassen sich die Lösungen wie in Abbildung 27 einteilen. Von einer manuellen Lösung mit softwaretechnisch geführten Prozessen über eine optimale Kombination von OSR Shuttle System (Order Storage Retrieval) und KiSoft AUTOMOVE bis hin zu Hochleistungs-Kolli-Kommissioniersystemen. Die KNAPP Lösung kann somit in unterschiedlichen Automatisierungsgraden mit diversen Komponenten zusammengesetzt werden. Die wichtigsten sind dabei das OSR Shuttle System, KiSoft AUTOMOVE, als auch die Palettenkommissionierstation (PKS) und Traykommissionierstation (TKS). Die Flexibilität der Lösung ermöglicht den Einsatz für alle Segmente: Trockensortiment und Getränke, Obst und Gemüse, Molkereiprodukte, Frischesortiment, gekühlte Ware sowie Tiefkühlware. Die jeweiligen Temperaturbereiche müssen kundenspezifisch projiziert werden. Die KNAPP Lösung ist somit flexibel auf alle Sortimentsbereiche anwendbar.

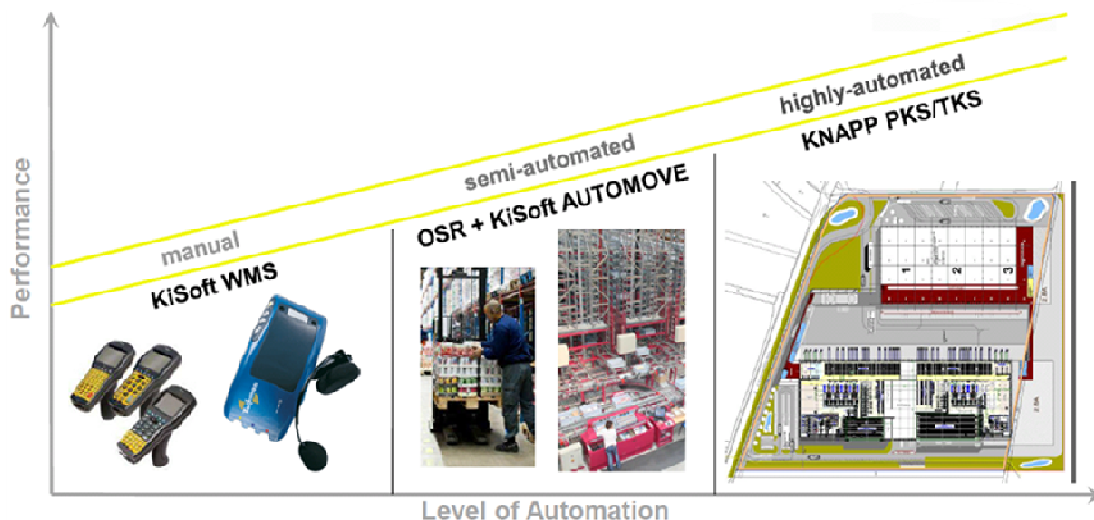


Abbildung 27: Order Fulfillment Solutions<sup>175</sup>

### Basisvariante

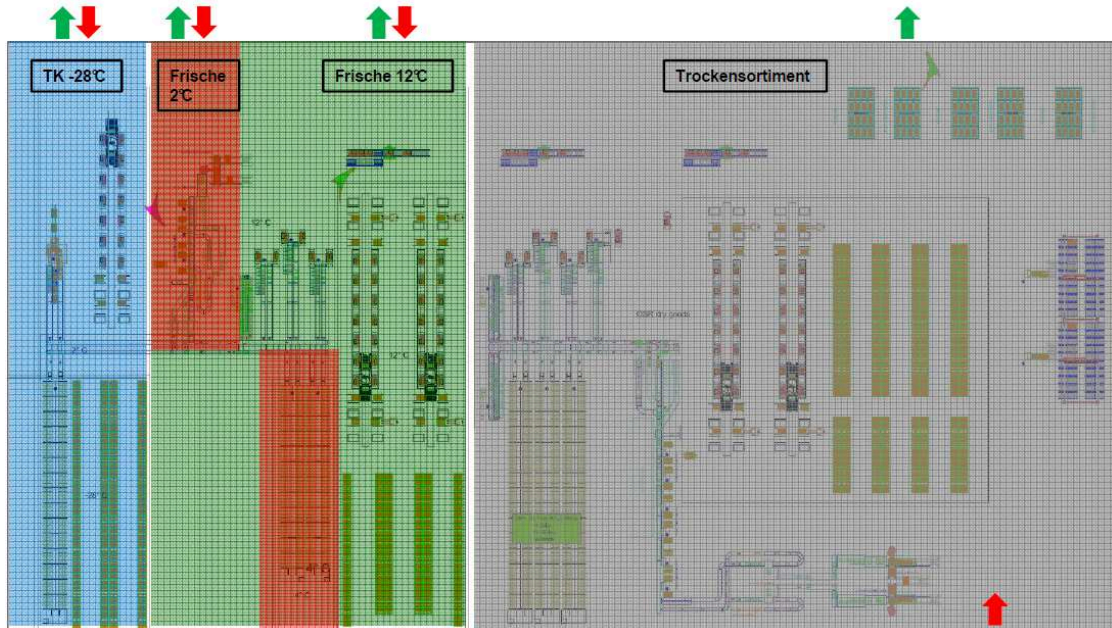
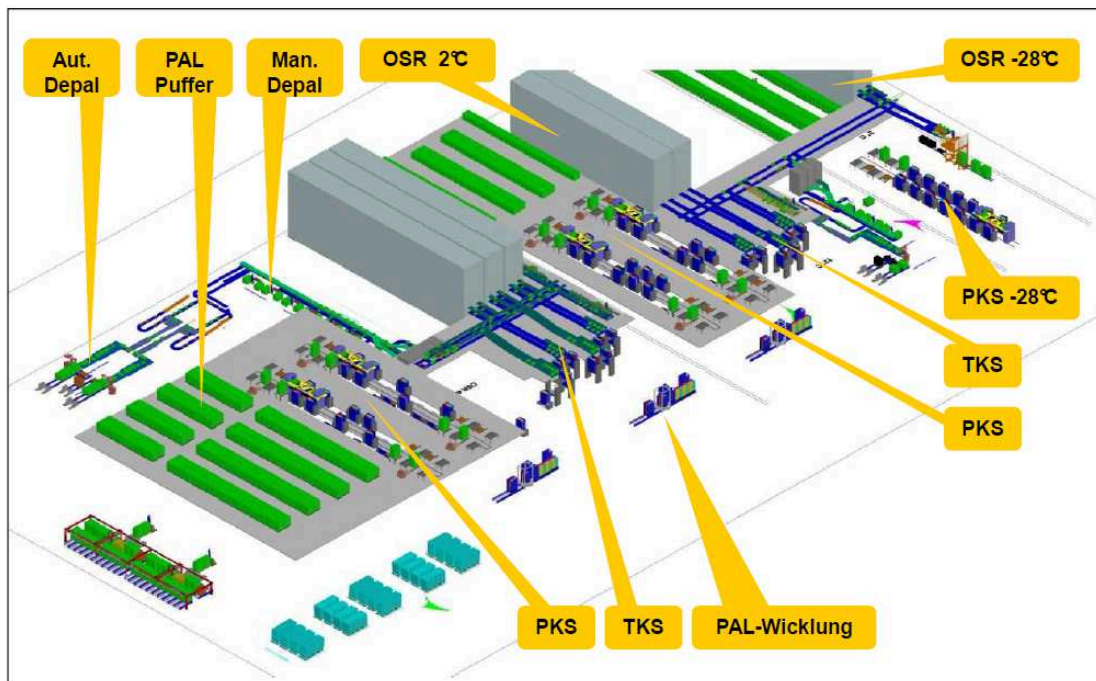
Die Basisvariante von KNAPP ist eine Kombination aus Ware-zum-Mann Kommissionierung, PKS, TKS und AUTOMOVE. Somit wird eine sinnvolle Automatisierung unter Beibehaltung der effizienten manuellen Prozesse ermöglicht. Das Prinzip der KNAPP-Lösung ist eine Kaskadierung der einzelnen Kommissionierbereiche, d.h. ein modularer Aufbau der verschiedenen Bereiche. Die Lagerung der Paletten erfolgt mittels automatisiertem HRL. Eine automatische De-/Palettierung mit integrierter Misch-Lagenbildung ermöglicht die Einsparung von Personal. Ziel ist ein minimierter Technikeinsatz mit höchster Redundanz

<sup>174</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

<sup>175</sup> KNAPP-interne Quelle (1)



um die Komplexität so gering wie möglich zu halten. Die Lösung kann sowohl als Low-Budget-Version auf nur einer Ebene gestaltet werden, als auch auf zwei Ebenen, wodurch die ergonomische Ausführung der PKS und TKS ermöglicht wird. Prinzipiell ist die Basisvariante für den Lebensmittelhandel für Lagergrößen mit einem Gesamtlagervolumen von  $\sim 2.600 \text{ m}^3$  bis  $5.000 \text{ m}^3$  mit circa 100.000 bis 200.000 Kolli einsetzbar. In Abbildung 28 ist das Layout der Basisvariante ersichtlich. Abbildung 29 zeigt eine 3D-Version des Layouts für alle Temperaturbereiche. Die Basisvariante lehnt sich an eine konkrete Projektierung für einen Discounter, die Layouts und Grafiken sind diesem Projekt entnommen.

Abbildung 28: Layout Basisvariante<sup>176</sup>Abbildung 29: Basisvariante 3D<sup>177</sup>

<sup>176</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

In Abbildung 30 ist der Materialfluss der Basisvariante im gesamten Lager dargestellt. Auf die einzelnen Komponenten, die in dieser Lösung eingesetzt werden, wird im nächsten Unterkapitel näher eingegangen.

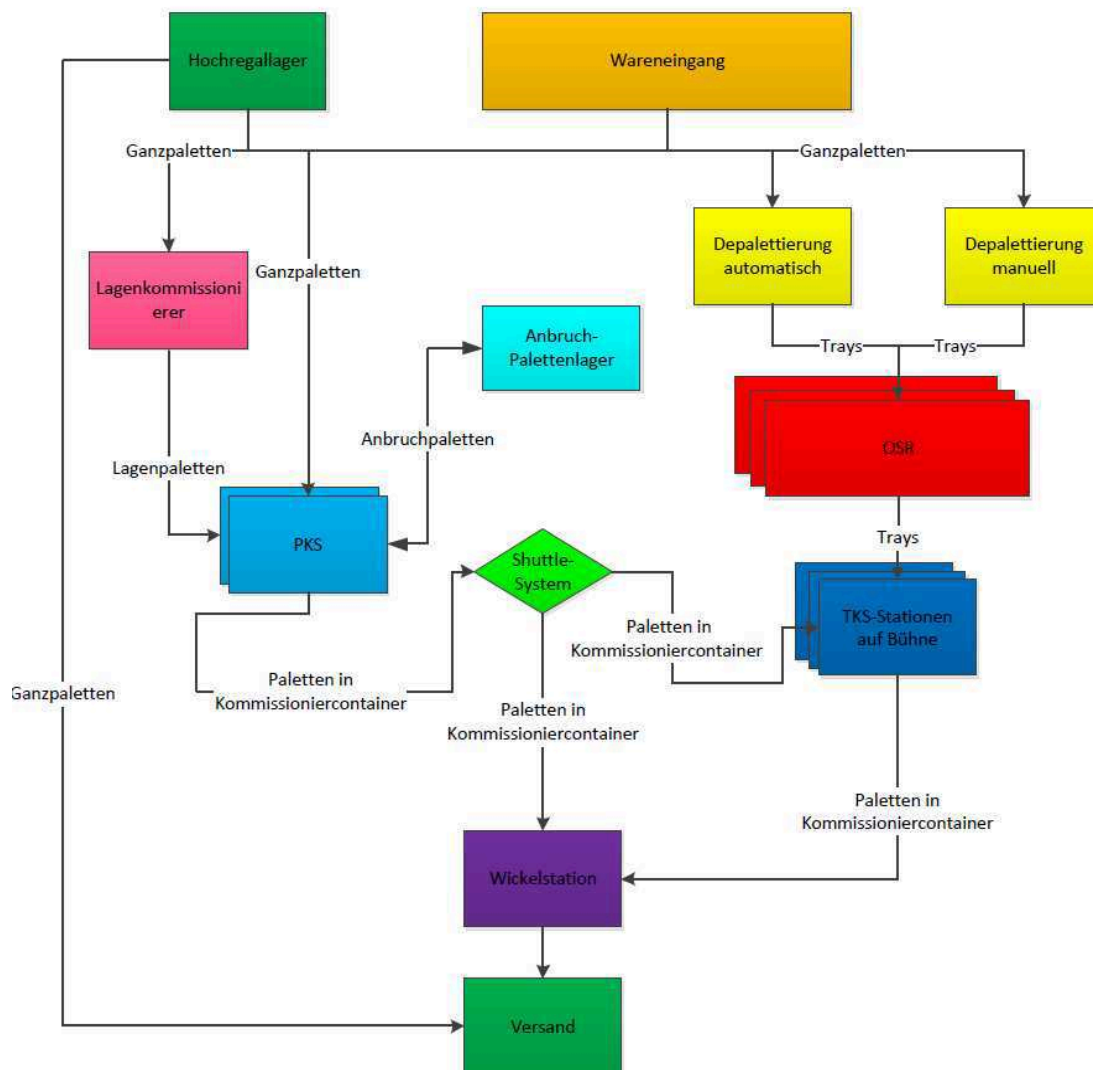


Abbildung 30: Materialfluss PKS/TKS<sup>178</sup>

Je nach Anforderungen des Marktes oder des Kunden kann die Basisvariante angepasst und in verschiedenen Ausprägungen variiert werden. Im Generellen ist die Lösung unabhängig von Verpackung und Verpackungsqualität, da keine vollautomatischen Prozesse vorkommen. Jedes Produkt und jeder Rollcontainer werden nur an einer einzigen, ergonomischen Kommissionierzone bearbeitet. Auch bei Änderungen der Arbeitsauslastung kann eine hohe Flexibilität bewahrt werden. Ein hoher Prozentsatz an identisch implementierten Produkten und Systemen führt zu einer geringen Komplexität im gesamten Bereich. Dadurch ist auch eine erleichterte Wartung und einfaches Ersatzteil-Management möglich. Durch die PKS kann ein erheblicher Anteil (30 - 50 %) von Artikeln direkt auf der Palette gelagert und kommissioniert werden und die Fertigstellung der Paletten wird an einer einzigen Kommissionierstation durchgeführt.

<sup>177</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

<sup>178</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

## 7.2 Lösungskomponenten

### 7.2.1 OSR Shuttle System

Das OSR Shuttle System besteht aus folgenden Komponenten, die in Abbildung 31 dargestellt sind:

1. Regalsystem mit Servicebühnen
2. Shuttle
3. Lift
4. Vorzone
5. Pick-it-Easy Arbeitsplatz

Das OSR Shuttle kann unterschiedliche Ladehilfsmittel handhaben: Trays, Behälter und Kartons, diese können einfach- bis vierfachtief gelagert werden.

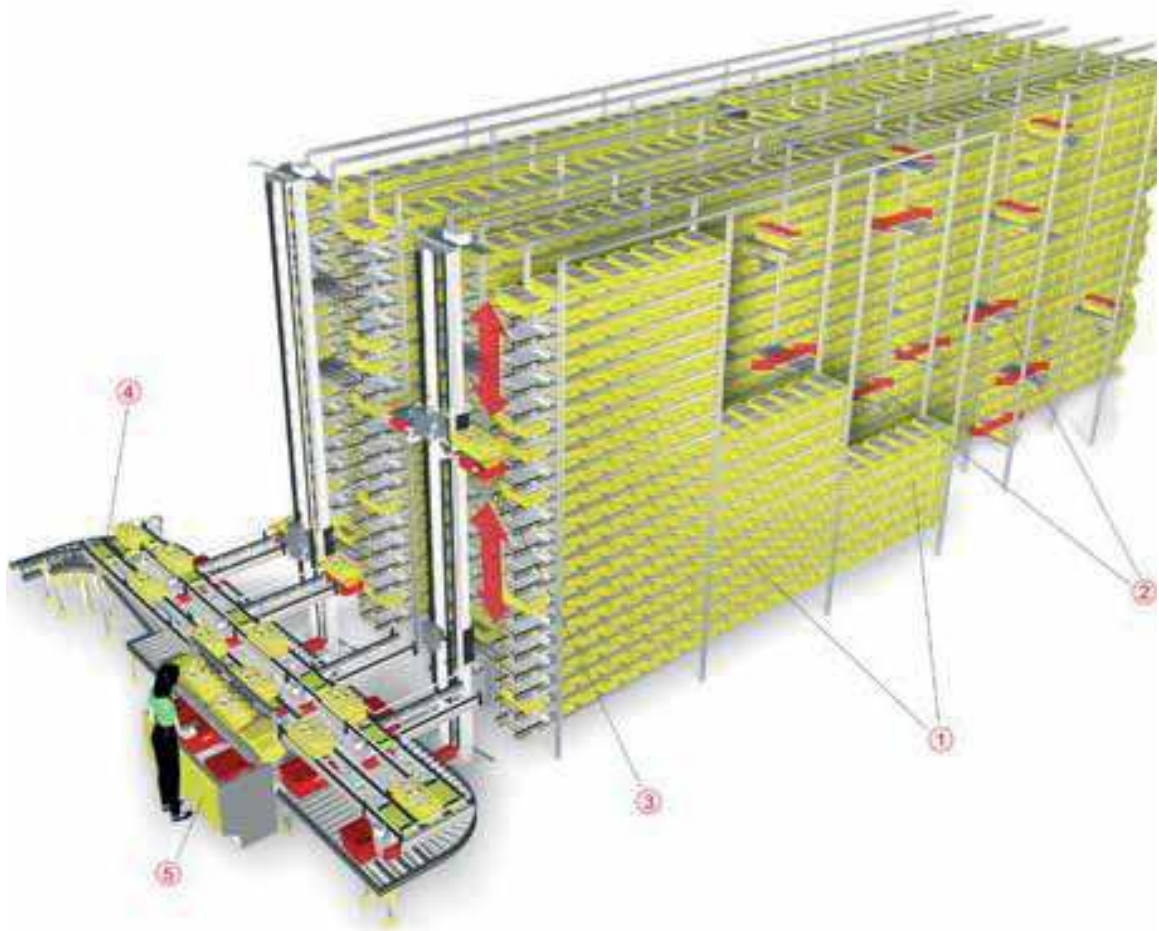


Abbildung 31: OSR Shuttle Grundprinzip<sup>179</sup>

<sup>179</sup> KNAPP-interne Quelle (11)



Die Aufgaben des OSR Shuttle Systems sind folgende:

- Optimale Pufferlösung mit Sortierfunktion, perfekte Auslagerreihenfolge
- Schnellstes Ware-zum-Mann Kommissioniersystem für ein großes Produktportfolio
- Große Artikelanzahl auf minimaler Fläche
- Optische Benutzerführung am Kommissionierplatz mittels Pick-to-Light/Put-to-Light Kombination
- Anpassung an bestehende Gebindegrößen
- Fehlerfreie Kommissionierung und Wareneinlagerung an einem Arbeitsplatz
- Hohe Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit durch paralleles Design

An jeder Regalgasse sind Servicebühnen angebracht, sowohl am vorderen als auch hinteren Ende. An diesen Stellen kann einfach und schnell jede Regal- und Liftposition erreicht werden. Am Kopf jeder Regalgasse ist ein Lift für den vertikalen Transport angebracht. Die eine Seite transportiert einzulagernde Lagerbehälter von der Fördertechnikebene zur jeweiligen Regalebene, die andere Seite bringt die auszulagernden Lagerbehälter von der Regalebene zur Vorzone. Dadurch werden Leerfahrten vermieden und die Kapazität des Liftes voll ausgenutzt. Die Shuttles sorgen für die horizontale Bewegung der Behälter in den Ebenen der Regalgassen. Durch den Einsatz mehrerer Shuttles können gleichzeitig Ein- und Auslagerungen auf verschiedenen Ebenen durchgeführt werden. Ein kontinuierlicher Materialfluss kann durch das Zwischenschalten eines Puffers zwischen Shuttle und Lift ermöglicht werden.

Der Pick-it-Easy Arbeitsplatz (siehe Abbildung 32) ist ergonomisch gestaltet und ermöglicht so eine effizientere und schonendere Kommissionierung. Die Ladeeinheiten gelangen über die Vorzone an den Arbeitsplatz, an dem ein Mitarbeiter circa 800 Zugriffe pro Mannstunde durchführen kann. Dabei wird dem Personal über Pick-by-Light und Put-to-Light angezeigt wo die Kolti entnommen und wohin sie kommissioniert werden müssen.



Abbildung 32: Pick-it-Easy Arbeitsplatz<sup>180</sup>

Das OSR Shuttle gibt es in unterschiedlichen Ausführungen:

- OSR Shuttle<sup>TM</sup> 15 (einfachtiefe Lagerung für OSR-Trays bis zu 15 kg)

<sup>180</sup> KNAPP-interne Quelle (11)



- OSR Shuttle™ 32 (einfachtiefe Lagerung von Behältern bis zu 32 kg)
- OSR Shuttle™ Sorter (Zur Bereitstellung von Ladeeinheiten in Durchlaufkanälen)
- OSR Shuttle™ 35b/50b (ein- oder mehrfachtiefe Lagerung von Trays, Behältern oder Kartons bis zu maximal 35 kg oder 50 kg)

Das System kann bis zu einer Höhe von 18 m und einer Länge von 75 m gebaut werden, auf Anfrage auch höher und länger. Die Ebenenanzahl ist individuell variierbar und abhängig von der Ladeeinheitenhöhe. Die Dimensionen der Gebinde müssen innerhalb folgender Abmessungen liegen:

- Minimum: 300 x 300 x 80 mm
- Maximum: 650 x 450 x 500 mm

Das Liftsystem kann mit einer Beschleunigung von  $7 \text{ m/s}^2$  eine Geschwindigkeit von ca. 5 m/s erreichen. Das Shuttle hingegen mit einer Beschleunigung von  $2 \text{ m/s}^2$  eine Geschwindigkeit von 2 m/s.

Das OSR-Shuttle von KNAPP ist das führende System am Markt und hat allein energie-technisch sehr große Vorteile. Im Vergleich zu einem normalen ASRS verbraucht das OSR nur ca. 5 % der Energie, die für ein ASRS notwendig wäre. Das bietet sowohl auf Kosten- als auch aus Sicht der Umwelt enorme Vorteile. Zusätzlich kann die Leistung von 1.000 Ein- und Auslagerungen in unter 1,5 Stunden durchgeführt werden, bei einem normalen ASRS würde das in etwa 8 Stunden in Anspruch nehmen.

### 7.2.2 PKS und TKS

In Abbildung 33 ist der Aufbau eines Distributionszentrums aus einem Konzept für einen Discounter ersichtlich. Dabei kommen PKS und TKS in Verbindung mit einem OSR-System zum Einsatz.

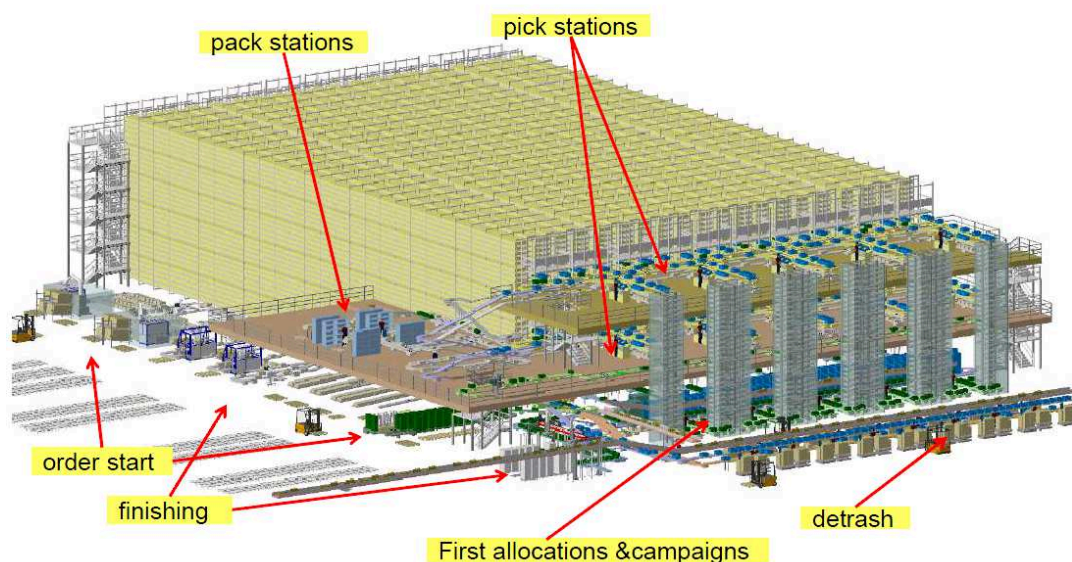


Abbildung 33: Aufbau Gesamtkonzept<sup>181</sup>

<sup>181</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

Ein ausschlaggebender Vorteil der PKS im Vergleich zu vollautomatischen Lösungen ist wie in den folgenden Abbildungen dargestellt, der Wegfall der Zwischenschritte Vereinzeln und Einzellagerung. Wesentliche Volumen werden nicht mehr zweistufig kommissioniert, sondern direkt von der Palette auf die Rollcontainer bzw. Paletten.<sup>182</sup>

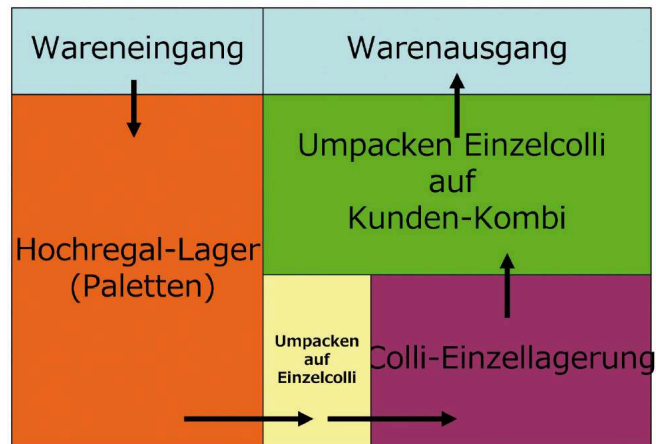


Abbildung 34: Vollautomatische Lösung<sup>183</sup>

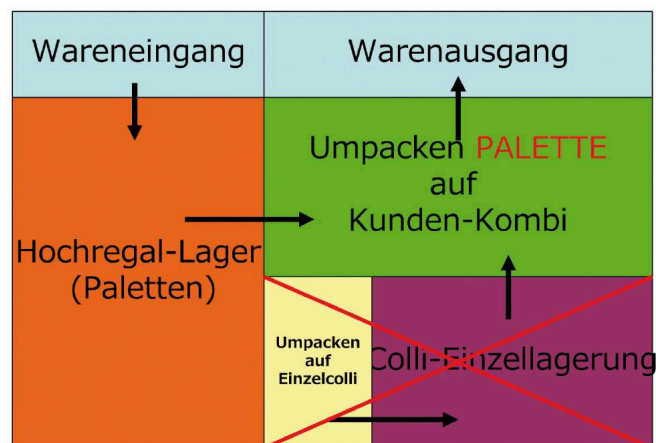


Abbildung 35: PKS Lösung von KNAPP<sup>184</sup>

Bei der PKS und TKS handelt es sich um Ware-zum-Mann Systeme. Sowohl bei der PKS als auch bei der TKS werden dem Kommissionierer die Waren zur Verfügung gestellt. Um die Artikel im System jederzeit lokalisieren zu können wird die Palette im Wareneingang mit einem Routing Barcode versehen. Auch die Behälter und Trays sind mit einem Barcode zur eindeutigen Identifizierung versehen. Für jeden Artikel wird festgelegt, ob er über die PKS oder TKS kommissioniert wird. Es wird für jeden Artikel das zu kommissionierende Volumen berechnet und die volumsstärksten Artikel werden vorrangig im PKS Bereich kommissioniert, z.B. Top 140. Mit der PKS können zwischen 60-100 Filialen versorgt werden, bei einer höheren Anzahl ist der Einsatz aufgrund der Auftragsvielfalt nicht mehr sinnvoll. Mit der PKS Lösung kann eine Leistung von rund 500-600 Kolli pro Stunde pro Station erreicht werden.<sup>185</sup>

<sup>182</sup> Vgl. Gleiss, M. (2011), S. 20 ff.

<sup>183</sup> Quelle: Gleiss, M. (2011), S. 20

<sup>184</sup> Quelle: Gleiss, M. (2011), S. 21

<sup>185</sup> KNAPP-interne Quelle (22)

Nach der Anlieferung wird die artikelreine Palette entweder für die PKS direkt ins Hochregallager oder für die TKS zur automatischen oder manuellen Depalettierung befördert

Bei der automatischen Depalettierung werden immer ganze Lagen entnommen. Nach Aufnehmen und Absetzen einer Lage werden die Behälter/Kartons auf der Fördertechnik vereinzelt und danach automatisch auf ein Tray gesetzt und mit diesem verheiratet. Beim manuellen Depalettieren wird dem Mitarbeiter am Dialog angezeigt, wieviel Stück des auf der Palette befindlichen Artikels zu depalettieren sind. Die Artikel werden auf ein Tray gelegt und der Barcode wird gescannt um den Artikel mit dem Ladehilfsmittel zu verheiraten. Sowohl bei der automatischen als auch manuellen Depalettierung wird die Anbruchpalette wieder ins HRL befördert. Die Trays werden in das OSR System eingelagert. Nach der Einlagerung ins OSR erfolgt die Kommissionierung an der TKS.

Die Kommissionierung an der TKS erfolgt wie nachstehend beschrieben. Um die Erklärung leichter darstellen zu können ist in Abbildung 36 der schematische Aufbau ersichtlich. Links und rechts des Kommissionierers ist je ein Rollcontainer positioniert, auf den kommissioniert wird. Es wird erst der Rollcontainer auf der einen Seite und dann der Rollcontainer auf der anderen Seite kommissioniert. Am Monitor des Arbeitsplatzes wird die Position der Ablage auf dem Rollcontainer angezeigt. Dieser Vorgang wird solange wiederholt bis der Rollcontainer fertiggestellt ist. Wenn ein Rollcontainer fertig ist, wird dieser abgesenkt und zur Wickelstation befördert und durch einen neuen ersetzt. In der Zwischenzeit kommissioniert der Mitarbeiter auf der anderen Seite den zweiten Rollcontainer. Während des Kommissioniervorganges kann der Rollcontainer auf die ergonomisch optimale Höhe abgesenkt werden, so wird der Mitarbeiter entlastet.<sup>186</sup> Mit der TKS kann eine Leistung von ungefähr 600-700 Kolti pro Stunde pro Station erzielt werden.<sup>187</sup>

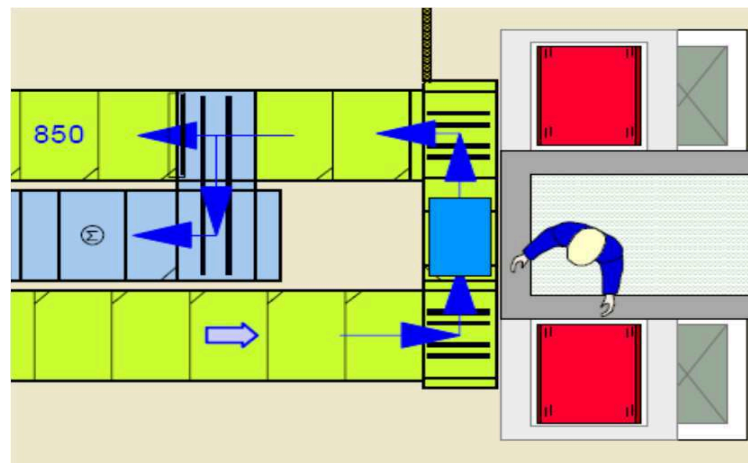


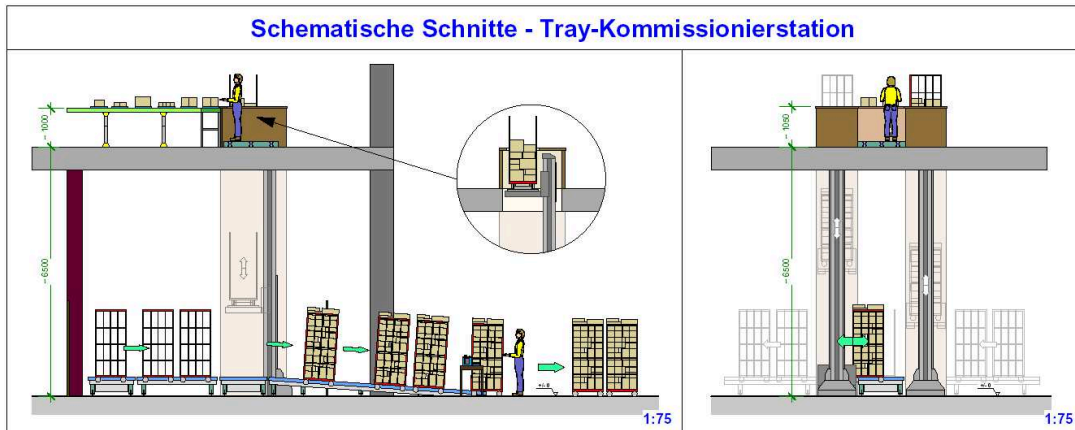
Abbildung 36: TKS Kommissionierplatz<sup>188</sup>

In Abbildung 37 ist der schematische Schnitt der TKS dargestellt, es ist erkennbar, dass die fertigen Rollcontainer abgesenkt und dann zum Warenausgang transportiert werden.

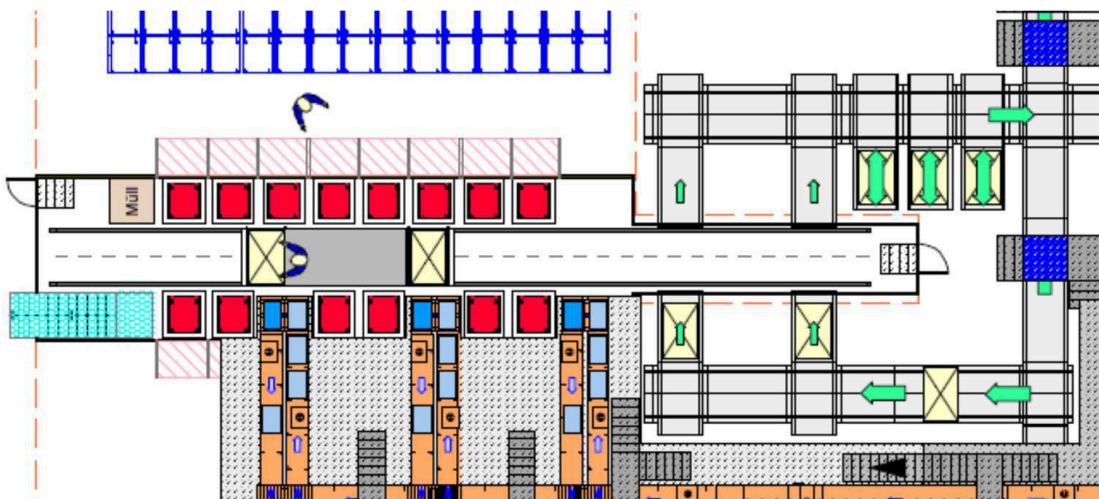
<sup>186</sup> KNAPP-interne Quelle (5)

<sup>187</sup> KNAPP-interne Quelle (21)

<sup>188</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

Abbildung 37: Tray-Kommissionierstation Schnitt<sup>189</sup>

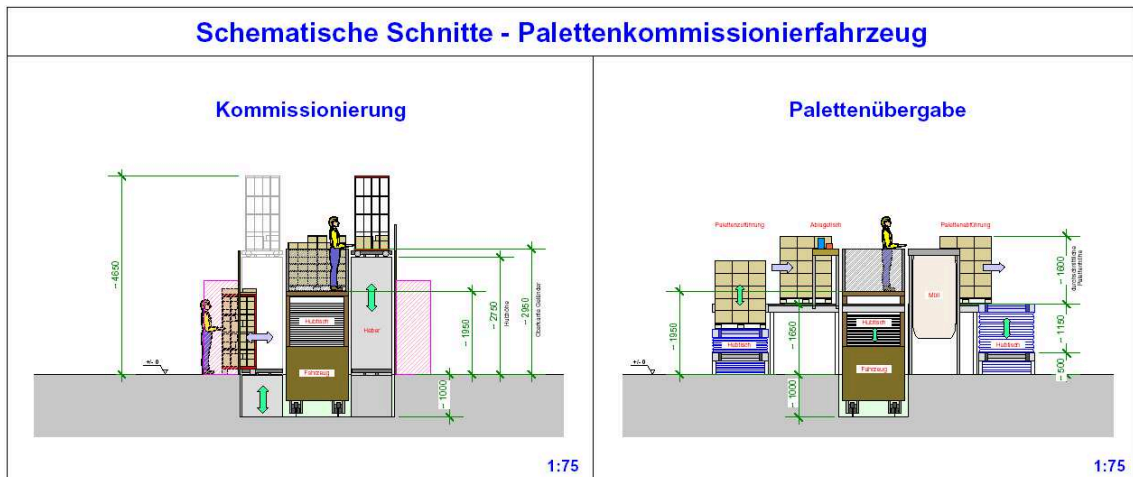
Nach der Beschreibung der TKS folgen nun die Ausführungen zur PKS. Die Abbildung 38 zeigt den Aufbau einer Palettenkommissionierstation. Das Kommissionierfahrzeug ist mit zwei Quellpaletten ausgestattet, von denen der Mitarbeiter auf die Zielpaletten links und rechts des Fahrzeuges kommissioniert. Die Kommissionierstation ist mit Monitoren ausgestattet, die zur Anzeige des Stapelbildes dienen. Bei Beginn der Kommissionierfahrt wird der Wagen mit 2 neuen Paletten ausgestattet. An jeder Seite können je nach Ausführung unterschiedlich viele Zielpaletten und -rollcontainer kommissioniert werden. Dabei werden die Artikel von der Quellpalette auf die Zielpalette geschoben. Die Höhe der Paletten wird ergonomisch angepasst. Dabei werden die Paletten abgesenkt, wie in Abbildung 39 ersichtlich. Nach der Kommissionierung werden die fertigen Paletten mit dem PickCo zur Wickelstation transportiert und nach der Umwicklung im Warenausgang zum Versand bereitgestellt. Dies kann entweder mittels einem Gabelstapler, einem FTS oder Fördertechnik geschehen. Der Vorteil der PKS ist die Kommissionierung von Schnelldrehern direkt von der Palette, gleichzeitig ist die PKS damit aber auch auf Schnelldreher begrenzt.

Abbildung 38: Aufbau PKS<sup>190</sup>

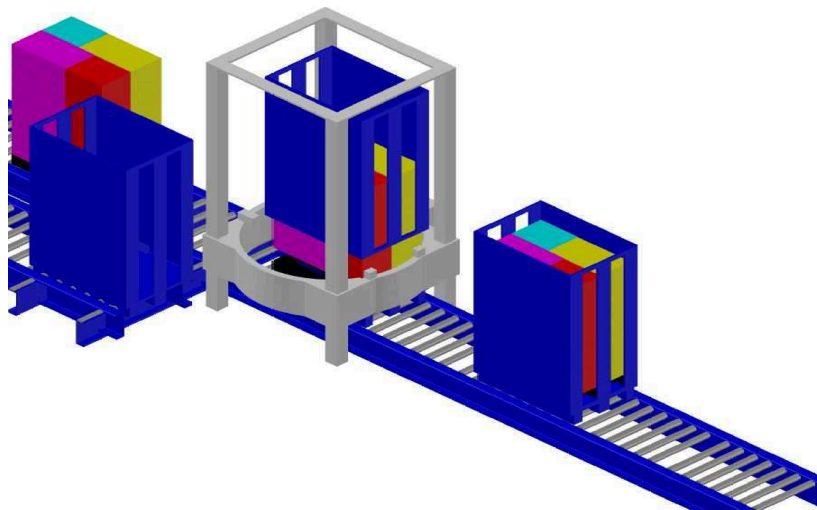
<sup>189</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

<sup>190</sup> KNAPP-interne Quelle (1)



Abbildung 39: PKS Schnitt<sup>191</sup>

Der PickCo ist ein Schacht, der mit zwei Schlitten versehen ist, um die Paletten heben und senken zu können. Dieser PickCo dient zur Stabilisation während der Kommissionierung und ermöglicht zum Beispiel die Kommissionierung zuerst an der PKS für schnelldrehende Artikel und dann an der TKS für etwaige andere Artikel. Durch diese Kombination kann sowohl Platz als auch Zeit gespart werden und flexibel kommissioniert werden. Die Abbildung 40 zeigt den PickCo mit der Wickelstation.

Abbildung 40: Wickelstation mit PickCo<sup>192</sup>

### 7.2.3 KiSoft AUTOMOVE

Manuelle Kommissionierlösungen können leicht durch den Einsatz des KiSoft AUTOMOVE verbessert werden. Beim KiSoft AUTOMOVE handelt es sich um ein fahrerloses Transportsystem (FTS). Dieses bewegt sich mittels Lasernavigation ohne fixe Bodeninstallation selbstständig im Lager, wodurch eine Mehrfachnutzung der Verkehrswege ermöglicht wird. Damit können alle Arten von Waren über Paletten oder Rollcontainer transportiert werden. Durch die deterministischen Transportvorgänge kann der Material- und In-

<sup>191</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

<sup>192</sup> KNAPP-interne Quelle (1)

formationsfluss jederzeit nachvollzogen werden. Ein Optimierungsalgorithmus erzielt eine ideale Zuordnung eines fahrerlosen Transportfahrzeug (FTF) und Auftrags. Der Vorteil beim AUTOMOVE ist, dass jeder gängige Stapler zu einem FTF aufgerüstet werden kann. Es ist somit kein spezielles Fahrzeug notwendig. Der modulare Aufbau von Systemkomponenten und Schnittstellen ermöglicht eine schnelle und einfache Implementierung in vorhandenen Lagersystemen. KiSoft AUTOMOVE kann – abhängig von den projektspezifisch eingesetzten Softwaremodulen – die Aufträge zu Batches zusammenführen, die Transport- bzw. Kommissionierfahrten planen und steuern, die geeigneten Fahrzeuge auswählen und die Fahraufträge an die Fahrzeuge weitergeben. Diese arbeiten die Fahraufträge vollautomatisch ab und werden dabei vom KiSoft AUTOMOVE Steuerungssystem berührungslos und wegoptimiert geführt.

KiSoft AUTOMOVE kann im Rahmen der KNAPP-Lösung im Lebensmittelbereich sowohl für Transport- als auch Kommissionieraufgaben eingesetzt werden.

Beispiele für Transportaufgaben:

- Einlagerung
- Cross Docking
- Versandbereitstellung

Beispiele für Kommissionieraufgaben:

- Kommissionierung von Ganzpaletten
- Kommissionierung von Kolli auf Paletten oder RC

Im Vergleich zu einer rein manuellen Kommissionierlösung kann mit einer KiSoft AUTOMOVE Lösung wertvolle Zeit eingespart werden. In Abbildung 41 wird ersichtlich wieviel Prozent an unterschiedlichen Zeiten eingespart werden kann. Sollte die Steuerung eines FTF ausfallen, hat der modulare Aufbau den Vorteil, dass der Stapler manuell betrieben werden kann und keine direkten Stillstandzeiten entstehen.



Abbildung 41: Einsparungen Manuell vs. Pick-n-Go<sup>193</sup>

Mit der AUTOMOVE LÖSUNG kann im Lebensmittelhandel eine Kommissionierleistung von rund 150-200 Kolli pro Stunde erzielt werden.<sup>194</sup>

Beim Einsatz des AUTOMOVE als Kommissionierlösung kann sich der Kommissionierer auf die Picktätigkeit konzentrieren und muss nicht zusätzlich das Fahrzeug steuern. Dadurch kann der Kommissionierer neben dem FTF hergehen und die entsprechenden Kolli

<sup>193</sup> KNAPP-interne Quelle (18)

<sup>194</sup> KNAPP-interne Quelle (22)

auf der Palette oder dem Rollcontainer positionieren. Dies wird in Abbildung 42 deutlich. In Kombination mit Pick-by-Voice Systemen – Pick & Go – kann hier im Vergleich zu einer rein manuellen Lösung enorm an Effizienz gewonnen werden. Setzt man AUTOMOVE als Transportmittel zwischen Lagerbereichen ein, kann hierbei an Personal gespart bzw. kann das Personal anderweitig eingesetzt werden.



Abbildung 42: KiSoft AUTOMOVE Kommissionierlösung<sup>195</sup>

Aus den beschriebenen Modulen lassen sich unterschiedliche Kombinationen und somit verschiedene Konzepte und Materialflüsse „zusammenbauen“. Dadurch ist die KNAPP Lösung sehr flexibel und im Vergleich zu einer vollautomatischen Lösung für alle Warengruppen einsetzbar. Durch ein angepasstes Konzept, können alle Sortimente berücksichtigt werden. Bei vollautomatischen Lösungen ist der Anteil der Waren, die nicht über die vollautomatische Anlage gefahren werden oft größer als anfänglich geplant, das kann bei dieser teilautomatischen Lösung von KNAPP durch entsprechenden Komponenteneinsatz vermieden werden.

Zusammenfassend lässt sich der Prozess anhand des Modells aus Kapitel 2.5 beschreiben. Die Darstellung ist in Kapitel 8.2 gemeinsam mit den Lösungen der Mitbewerber eingefügt.

---

<sup>195</sup> KNAPP-interne Quelle (10)

### 7.3 Realisierte Projekte

Bei der slowenischen Supermarktkette **TUS in Celje, Slowenien**, hat KNAPP das OSR Shuttle System in Verbindung mit AUTOMOVE installiert. Das OSR Shuttle™ 32 wurde in zwei Temperaturzonen eingesetzt (siehe Abbildung 65 im Anhang). Bei 4°C mit 3.328 Stellplätzen für gekühlte Produkte und bei 12°C für Obst und Gemüse mit 864 Stellplätzen. In dem Zentrallager für Slowenien sind 8 FTF im Einsatz, deren Fahrwege sind im Layout in Abbildung 66 im Anhang eingezeichnet. Durch diese Installationen konnte eine signifikante Steigerung des Durchsatzes im Frische- und Kühlbereich erzielt werden. Des Weiteren eine wichtige Reduzierung der Kommissionierfehler durch diese neue Logistikorganisation und Verwendung von geprüften Standardkomponenten. Mit der nahezu selben Mitarbeiteranzahl konnten 30% mehr Leistung durch effizienten Einsatz der Mitarbeiter erreicht werden. Durch die platzsparende Organisation im OSR ist kein zusätzlicher Platzbedarf für die Volumensteigerung notwendig. Gesamt wurde somit eine signifikante Qualitätssteigerung der ausgelieferten Aufträge erzielt.<sup>196</sup>

Mit dem Projekt eines neuen Zentrallagers für **Spar in Ebergassing, Österreich** hat KNAPP eine erste ganzheitliche hochautomatisierte Lösung für ein Distributionszentrum im Food Retail entwickelt. Hierbei werden für die Kommissionierung die ersten PKS und TKS Systeme installiert. Ein Paletten-HRL und das OSR Shuttle System kommen für die Lagerung und Bereitstellung zum Einsatz. Das Konzept ist sowohl für Trockensortiment als auch für Frischwaren im Einsatz. Das Distributionszentrum hat zwei Ebenen, sowohl im Erdgeschoss als auch im Obergeschoss gibt es Bereiche für Trockensortiment und den Frischdienst. Die Layouts zu den einzelnen Ebenen finden sich im Anhang, Abbildung 67 bis Abbildung 71. Für das Trockensortiment steht eine Gesamtfläche von 12.672 m<sup>2</sup> zur Verfügung, für den Frischdienst 12.096 m<sup>2</sup>. Mit der PKS kann eine Leistung von rund 550 Kolli/Std. pro Station erzielt werden, mit der TKS ca. 650 Kolli/Std. pro Station.<sup>197</sup>

Ein weiteres Projekt ist bei **Migros in Talegg, Schweiz** am Entstehen. Dabei werden Obst und Gemüse in Plastikboxen automatisiert (siehe Abbildung 72 und Abbildung 73 im Anhang). Diese werden automatisch depalettiert, das OSR Shuttle dient als schnelles Kommissioniersystem und die Plastikboxen werden automatisch gestapelt und palettiert. Das Gesamtsystem besteht somit aus einem Depalettierungssystem, einem OSR Shuttle System und einem Palettierungssystem (siehe dazu Layouts im Anhang, Abbildung 74 und Abbildung 75). Das OSR bietet mit 4 Gassen und 10 Ebenen 7.840 Stellplätze. Es kommen Trays zum Einsatz, die die Prozessstabilität und Flexibilität erhöhen und gleichzeitig Schmutz verringern. Ca. 3-5% des Gesamtvolumens werden manuell kommissioniert. Pro Tag werden 45.000 Einheiten umgeschlagen. Mit der KNAPP Lösung können pro Stunde ca. 1.650 Plastikboxen, also rund 55 Paletten kommissioniert werden. Gesamt werden täglich 30.000 Einheiten in 19 Stunden versandfertig bereitgestellt. Mit dieser Variante lässt sich Personal einsparen und gleichzeitig muss das verbleibende Personal weniger Gewicht handhaben. Die Lösung spart Platz und ist flexibler als die manuelle Lösung.<sup>198</sup>

Im nächsten Kapitel werden die Automationslösungen der Mitbewerber und die KNAPP Lösung analysiert und anhand des Kriterienkatalogs der in Kapitel 8.1 erarbeitet wird verglichen.

<sup>196</sup> KNAPP-interne Quelle (20)

<sup>197</sup> KNAPP-interne Quelle (21)

<sup>198</sup> KNAPP-interne Quelle (19)



## 8 KNAPP-Lösung – die Position gegenüber ihren Mitbewerbern

In diesem Kapitel werden die Automationslösungen der Mitbewerber und die KNAPP-Lösung analysiert und bewertet. Die einzelnen Lösungen unterscheiden sich in verschiedenen Punkten. Um eine geeignete Möglichkeit zum Vergleich der Lösungen zu finden, wird sowohl eine qualitative als auch quantitative Bewertung vorgenommen. Die qualitative Bewertung wird anhand der in Kapitel 6 und 7 beschriebenen Lösungen durchgeführt. Dabei wird auf die jeweiligen Vor- und Nachteile eingegangen. Nach der qualitativen Bewertung wird eine quantitative Bewertung durchgeführt. Abhängig von den Daten, die zur Verfügung stehen, werden diese in unterschiedlichen Ausprägungen berechnet und gegenübergestellt. Ziel ist es die KNAPP-Lösung den anderen Lösungen gegenüberzustellen und durch eine qualitative und quantitative Analyse beurteilen zu können, welche Lösungen im Lebensmittelhandel den besseren Einsatz darstellen.

### 8.1 Kriterienkatalog

Um eine Analyse bzw. Bewertung der Lösungen vornehmen zu können wurde ein Kriterienkatalog entwickelt, der einen sinnvollen Vergleich von Automationslösungen im Lebensmittelhandel ermöglicht. Dieser wird auf oberster Ebene in zwei Faktorgruppen unterteilt. Auf der einen Seite die quantitativen Faktoren, die durch Berechnungen anhand entsprechender Daten gewonnen werden, auf der anderen Seite die qualitativen Faktoren, die anhand einer Analyse der Prozessbeschreibungen dargestellt werden. Der folgende Aufbau des Kriterienkatalogs ist im Zuge von Gesprächen mit Verantwortlichen der KSI entstanden. Die Grundstruktur wurde von der Autorin entwickelt und dann erweitert bzw. eingeschränkt. Das Endergebnis wird nun beschrieben.

Die Abbildung 43 zeigt den gesamten Aufbau des Kriterienkataloges. Im Anschluss werden sowohl die qualitativen als auch quantitativen Faktoren mit einer Nutzwertanalyse bewertet. Dies wird durchgeführt, um ein ganzheitliches Bild einer jeden einzelnen Automationslösung anhand aller ausgearbeiteten Kriterien zu erlangen.

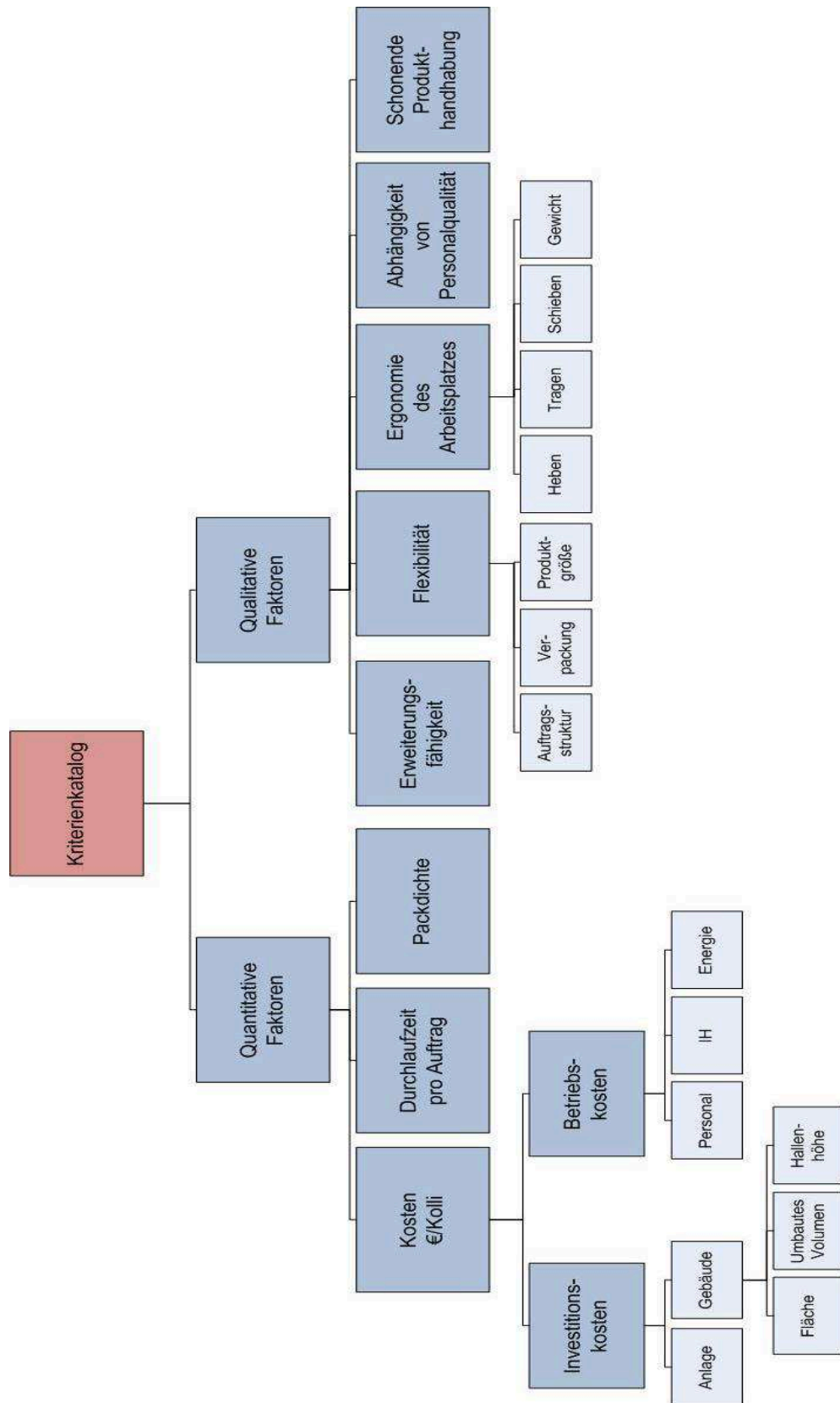


Abbildung 43: Kriterienkatalog<sup>199</sup>

<sup>199</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Die **qualitativen Faktoren**, die hier als wichtig erachtet werden sind, wie aus der Abbildung ersichtlich, die Erweiterungsfähigkeit, die Flexibilität, die Ergonomie des Arbeitsplatzes, die Abhängigkeit von der Personalqualität und die schonende Produkthandhabung.

- Die **Erweiterungsfähigkeit** einer Automationslösung ist vor allem beim Blick in die Zukunft wichtig, Änderungen hinsichtlich des Systems oder der Mengen sollten durchführbar sein. Das heisst es sollte kein Neubau erforderlich sein, sondern die bestehende Lösung mit neuen Konzepten verbessert oder lediglich vergrößert werden.
- Die **Flexibilität** gliedert sich in drei Unterpunkte. Flexibilität bezüglich der Auftragsstruktur, d.h. wieweit kann die bestehende Lösung mit Änderungen hinsichtlich der zu beliefernden Filialen umgehen, ob sich dabei nun die Anzahl oder Größen der Filialen ändern. Der Trend geht dabei zu teilweise vermehrten Belieferungen von kleinen Filialen, wie zum Beispiel die neuen Tankstellenshops, die eine Herausforderung an die Logistik stellen. Des Weiteren können sich die Verpackungen der Artikel ändern und somit Schwierigkeiten bei der Handhabung hervorrufen. Die Artikel können sich bezüglich ihrer Größenstruktur ändern, dies muss auch bedacht werden. Solche Änderungen treten meist dann auf, wenn das Marketing neue Konzepte entwirft und somit die Größe und/oder Verpackung eines Artikels ändert. Bei einer manuellen Kommissionierlösung stellt das nicht so ein gravierendes Problem dar, da ohnehin das Kommissionierpersonal die Artikel auf der Palette oder dem Rollcontainer positioniert.
- Die **Ergonomie** des Arbeitsplatzes wird immer wichtiger, da auch die Gesetze zum Schutze des Mitarbeiters berechtigtermaßen immer schärfer werden. Die aktuelle Situation innerhalb der EU bezüglich ergonomischer Vorgaben und Gesetze ist wie folgt: es gibt europäische Arbeitsschutzrichtlinien, die die Richtung für die nationale Umsetzung vorgeben. Die Richtlinie für Lastenhandhabung, 90/269/EWG, dient somit als Vorlage für die nationalen Arbeitsschutzgesetze. Somit liegt die Regelung zwar in nationaler Hand und wird deshalb in unterschiedlicher Weise vollzogen werden, dennoch gibt es einen gemeinsamen Nenner mit der EU-Richtlinie.<sup>200</sup>  
Heben, Tragen und Schieben stellen unterschiedliche Bewegungen dar. Einen großen Einfluss hat dabei natürlich das Gewicht der zu handhabenden Ware. Deswegen ist der Faktor Ergonomie aufgeteilt in Heben, Tragen, Schieben und Gewicht. Bei manuellen Lösungen ist eine Ergonomie der Arbeitsplätze recht selten gegeben. Bei vollautomatischen Lösungen stellt sich die Frage der Ergonomie nicht, kann also als 100 % angenommen werden. Bei teilautomatischen Lösungen kann man Arbeitsplätze gut adaptieren, so dass Ergonomie bis zu einem gewissen Grad gewährleistet wird. Dies ist aber abhängig von den jeweiligen Ausführungen der einzelnen Lösungen.
- Mit der **Abhängigkeit von der Personalqualität** ist gemeint, dass die Leistung in einem System und die Qualität der Auslieferungen von der Handfertigkeit und der Geschwindigkeit der Mitarbeiter, sowie der vorsichtigen Handhabung der Waren abhängig sind.
- Die **schonende Produkthandhabung** bezieht sich darauf, ob die Produkte inklusive ihrer Verpackung schonend gehandhabt werden. Dabei schneiden vollautoma-

---

<sup>200</sup> Vgl. Ergo-Online (2011)

tische Lösungen am schlechtesten ab, da Roboter und Schiebemechanismen die Verpackung strapazieren. Manuelle Lösungen bieten hierbei die beste Schonung. Teilautomatische Lösungen können durch teilweise automatisierte Prozesse, wie automatische Depalettierung trotz manueller Kommissionierung schlechter abschneiden.

Die **quantitativen Faktoren** teilen sich auf erster Ebene in drei Größen, die Kosten in **Euro pro Kolti**, die **Durchlaufzeit pro Auftrag** und die **Packdichte**. Die Kosten untergliedern sich weiter in zwei wichtige Einflussgrößen, die Investitions- und Betriebskosten.

- Die **Investitionskosten** gliedern sich in Kosten für die **Anlage** und das **Gebäude**. Die Kosten der Anlage setzen sich aus allen Kosten, die für den Bau notwendig sind zusammen. Es sind dabei sowohl Regale, Fördertechnik, Regalbediengeräte, Stapler, Shuttlefahrzeuge, Roboter, IT etc. berücksichtigt. Gebäudekosten sind abhängig vom Standort und von der Größe der Anlage. In die Kosten für das Gebäude fließt der Faktor des Platzbedarfs ein, der hier in drei Kategorien gesplittet wird: Platzbedarf hinsichtlich der Fläche, des umbauten Volumens und der Hallenhöhe. Die Ausnutzung der Hallenhöhe stellt hierbei einen positiven Einfluss dar.
- **Betriebskosten** werden hier für **Personal, Energie** und **Instandhaltung (IH)** angenommen. Speziell Personal- und Energiekosten sind vom Standort stark beeinflusst, da je nach vorherrschenden Bedingungen, Kostenniveau, sowie Infrastruktur unterschiedliche Kosten anfallen. Beim Vergleich in dieser Arbeit wird aber von einem gleichen Standort ausgegangen, damit die Lösungen auf den gleichen Grundbedingungen aufbauen. Der Einfluss des Standortes sollte jedoch bei der Planung nicht unterschätzt werden. Die Instandhaltungskosten setzen sich nach Absprache mit Verantwortlichen der KSI aus den Kosten für die Wartung, Ersatzteile und die Hotline bzw. den Helpdesk zusammen. Die Kosten für die Wartung fallen für die elektronische Wartung – Software und Steuerung – und die mechanische Wartung – Anlage – an. Die Instandhaltungskosten werden hier nur im gesamten bewertet und nicht in ihren einzelnen Teilkosten, da zum momentanen Zeitpunkt keine genaueren Daten zur Verfügung stehen.
- Mit **Durchlaufzeit pro Auftrag** ist die Zeit gemeint, die notwendig ist, um eine Palette oder einen Rollcontainer versandbereit fertigzustellen. Ist also abhängig von der Kommissioniergeschwindigkeit und der Zeitdauer der jeweiligen Teilprozesse.
- Die **Packdichte** einer Palette oder eines Rollcontainers ist ein wichtiges Kriterium, da es sowohl einen Einfluss auf die Anzahl der Ladeeinheiten hat, als auch damit verbunden auf die Transportvolumina bzw. Anzahl der LKW. Je besser die Waren auf die Palette geschichtet werden, desto weniger Volumen wird benötigt und um so größer ist die Packdichte.

Diese Faktoren ermöglichen einen umfangreichen Vergleich der Lösungen, der im Anschluss beschrieben wird.

## 8.2 Analyse – Position von KNAPP

Die Lösungen der Mitbewerber wurden im Kapitel 6 anhand der jeweiligen Datenlage beschrieben. Ebenso die KNAPP Lösung in Kapitel 7. Hier werden die Lösungen orientiert an dem erarbeiteten Lagerprozess (siehe Kapitel 2.5) beschrieben. Da nicht zu allen Lösungen die gleichen Daten bzw. Datentiefe vorhanden sind, werden ausgewählte Lösungen beschrieben und bei anderen darauf verwiesen, dass ein Vergleich nicht zulässig oder möglich ist.

Verglichen werden aufgrund der Relevanz der Lösungen und der jeweiligen Datenlage folgende Lösungen:

- Witron OPM
- Witron ETP
- SSI Schäfer SCP
- KNAPP Lösung (OSR + PKS + TKS)

Da von Dematic nicht genügend aussagekräftige Informationen vorhanden sind, beschränkt sich der Vergleich auf die oben angeführten Lösungen.

In den Abbildung 44 bis Abbildung 47 werden die genannten Lösungen anhand des erarbeiteten Lagerprozesses aus Kapitel 2.5 dargestellt. Dies dient zur Vereinheitlichung und leichten Übersicht der Lösungen, detailliertere Informationen finden sich in Kapitel 6 und 7. Anhand dieser Darstellungen und der Informationen aus den Beschreibungen wird im Unterkapitel 8.2.1 die qualitative Analyse der Lösungen durchgeführt.

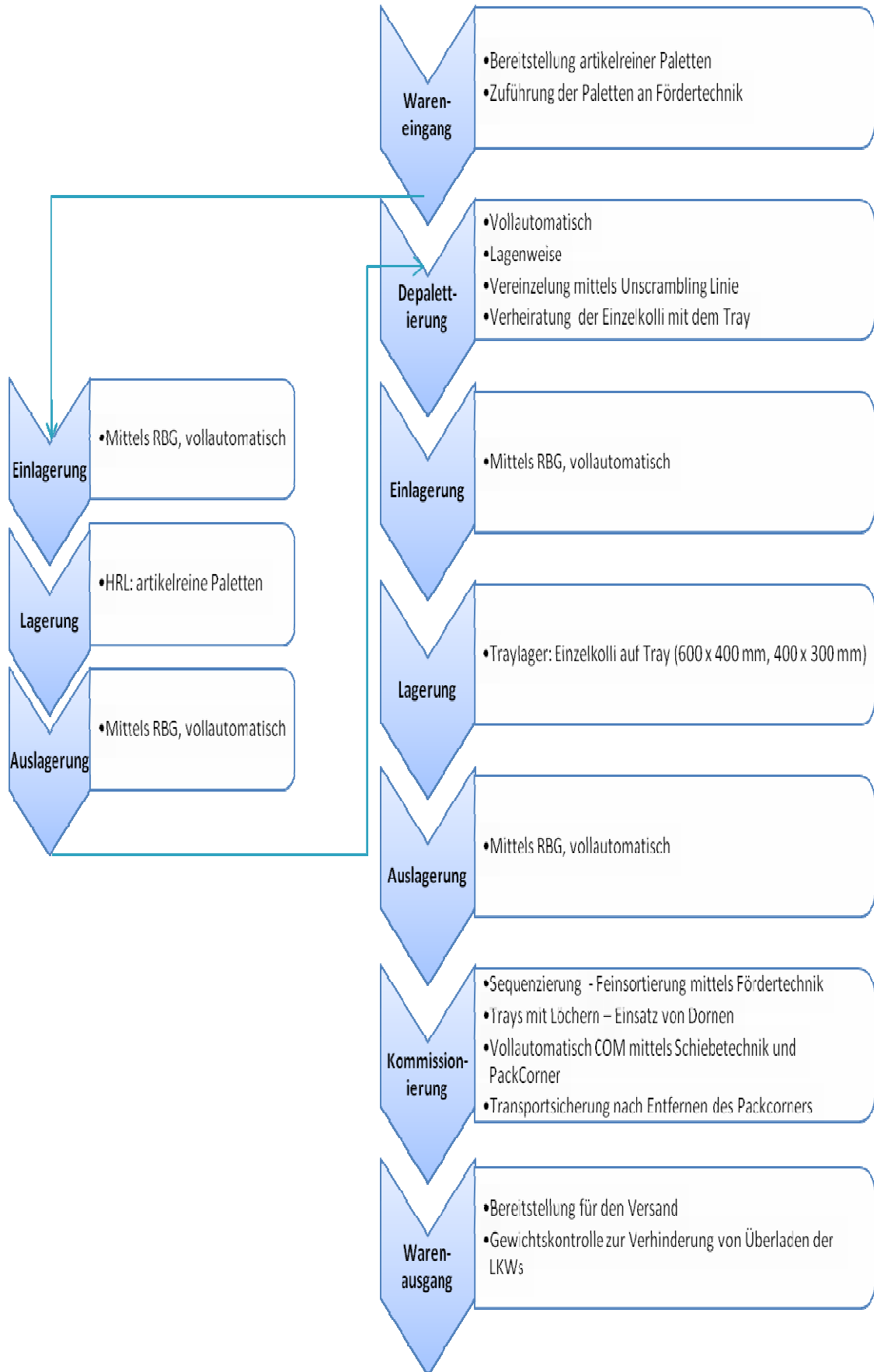


Abbildung 44: Prozessschritte Witron OPM

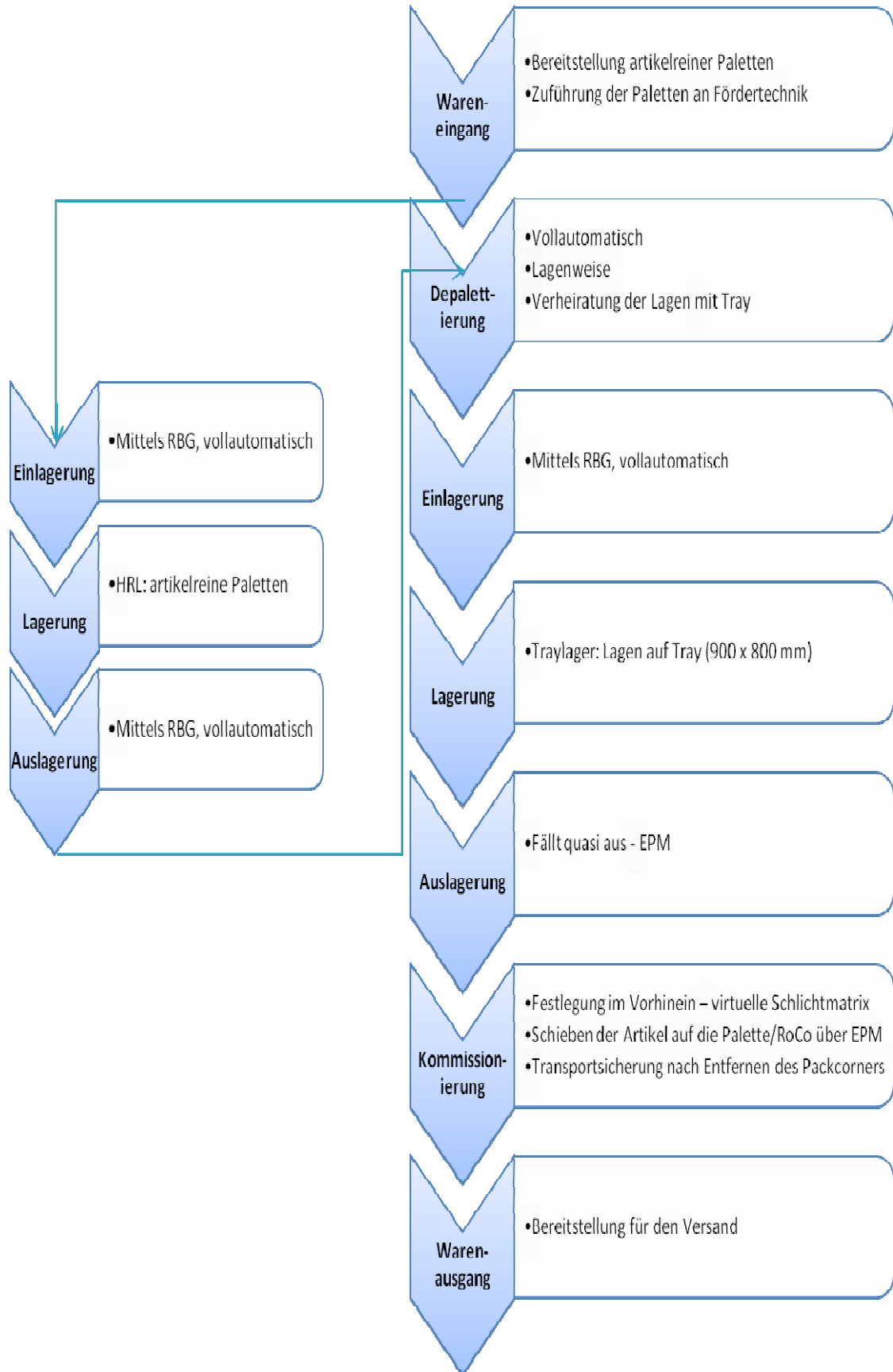


Abbildung 45: Prozessschritte Witron ETP

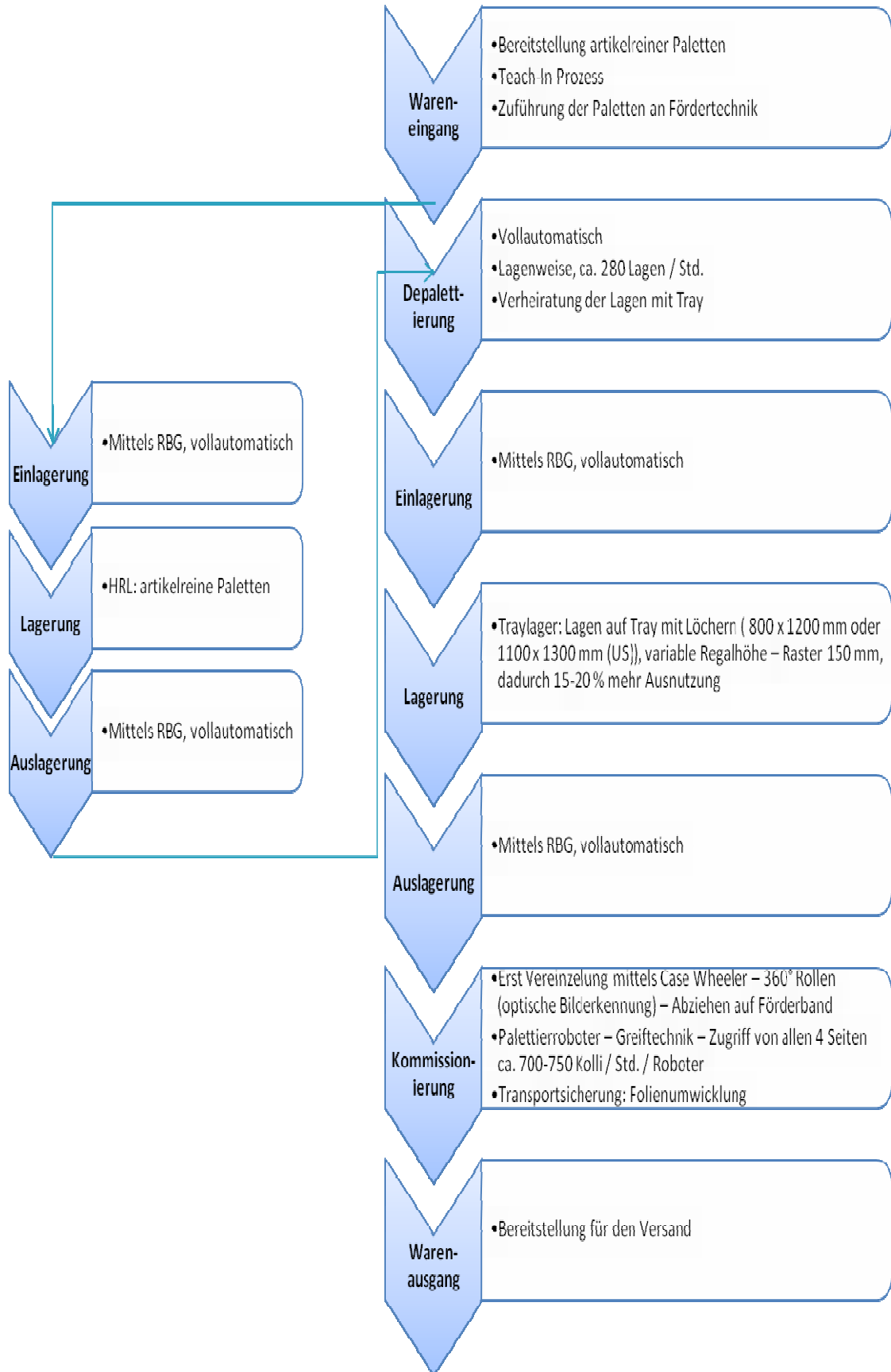


Abbildung 46: Prozessschritte Schärer SCP



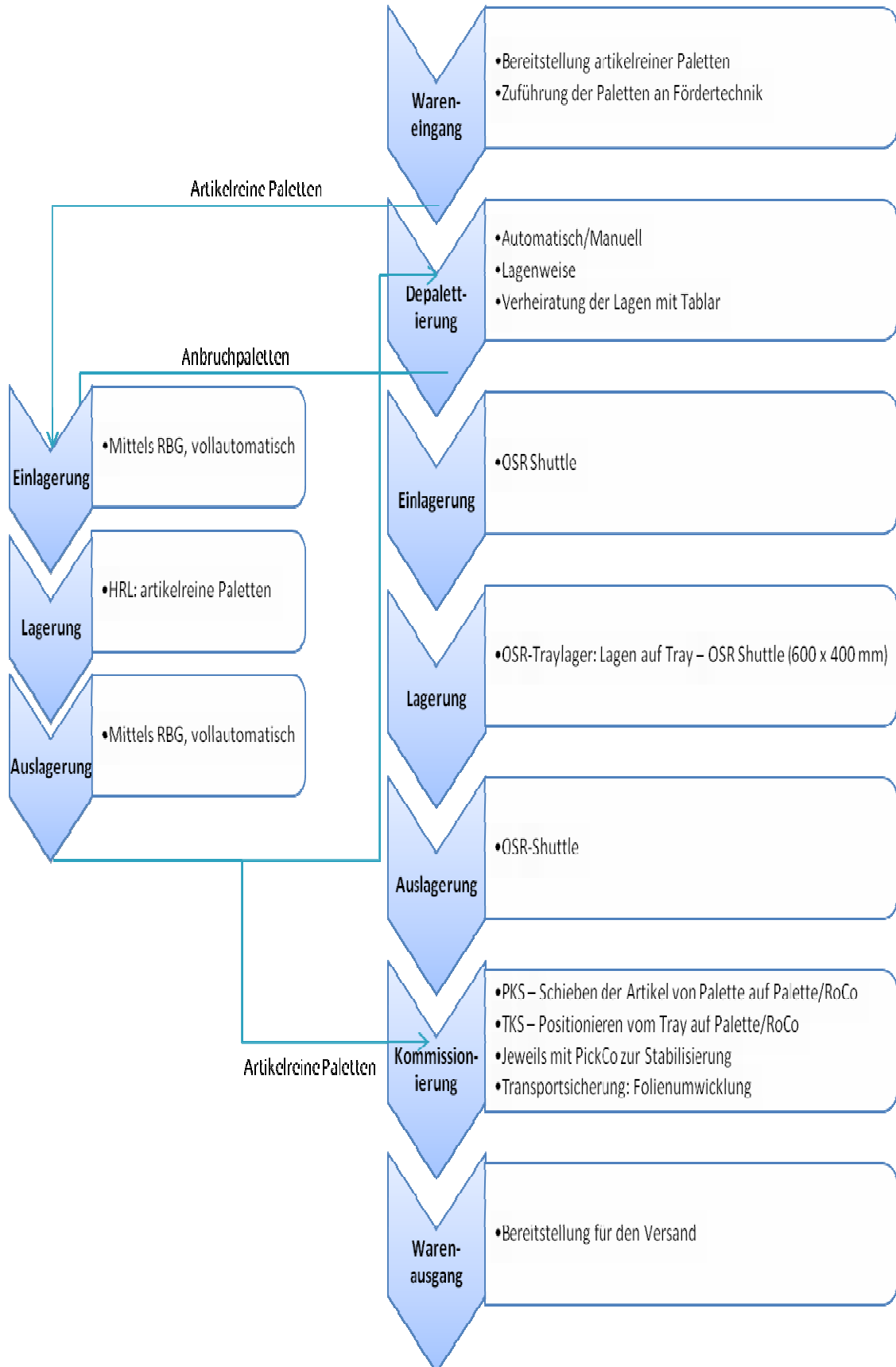


Abbildung 47: Prozessschritte KNAPP Lösung

In Abbildung 44 wird die Lösung OPM von Witron dargestellt. Wie bereits in Kapitel 6.1.1 beschrieben, werden die artikelreinen Paletten entweder direkt ins HRL transportiert oder depalettiert. Die Besonderheit dabei ist die lagenweise Depalettierung und die anschließende Vereinzelung mittels unterschiedlicher Geschwindigkeiten. Danach werden die einzelnen Kolli auf je einem Tray gelagert und im System gehandhabt. Die Kommissionierung erfolgt mittels Schiebetechnik und dem PackCorner von Witron. Nach der Umwicklung mit Folie werden die Paletten und Rollcontainer im Warenausgang bereitgestellt.

In Abbildung 45 wird die Lösung ETP – Ergonomic Tray Picking – von Witron dargestellt. Wie bereits in Kapitel 6.1.2 beschrieben, werden die artikelreinen Paletten entweder direkt ins HRL transportiert oder depalettiert. Die Depalettierung erfolgt lagenweise, somit auch die Speicherung einer Lage auf einem großen Tray mit 900 x 800 mm. Die Kommissionierung erfolgt durch einen Kommissionierer im EPM – Ergonomic Picking Mobile – und dem PackCorner von Witron. Nach der Umwicklung mit Folie werden die Paletten und Rollcontainer im Warenausgang bereitgestellt.

In Abbildung 46 wird die Lösung SCP – Schäfer Case Picking – von SSI Schäfer dargestellt. Wie bereits in Kapitel 6.2.1 beschrieben, werden die artikelreinen Paletten entweder direkt ins HRL transportiert oder depalettiert. Die Besonderheit dabei ist die lagenweise Depalettierung und die anschließende Speicherung der Lagen auf großen Trays mit 800 x 1200 mm. Die Kommissionierung erfolgt dem CaseWheeler und mittels Greiftechnik. Nach der Umwicklung mit Folie werden die Paletten und Rollcontainer im Warenausgang bereitgestellt.

In Abbildung 47 wird die Lösung von KNAPP mit OSR, TKS und PKS dargestellt. Wie bereits in Kapitel 7 beschrieben, werden die artikelreinen Paletten entweder direkt ins HRL transportiert oder depalettiert. Die Besonderheit dabei ist die lagenweise Depalettierung und die anschließende Speicherung der Lagen auf OSR-Trays mit 600 x 400 mm. Die Anbruchpaletten werden wieder ins Hochregallager eingelagert. Die Kommissionierung erfolgt mittels Schieben der Kolli durch einen Kommissionierer und dem PickCo von KNAPP. Nach der Umwicklung mit Folie werden die Paletten und Rollcontainer im Warenausgang bereitgestellt.

Um die verschiedenen Automationslösungen einander gegenüberstellen und leichter vergleichen zu können werden diverse Ausprägungen in einem morphologischen Kasten dargestellt. Dieser wurde bereits in Kapitel 3.3 erstellt. In Abbildung 48 werden die Ausprägungen der verschiedenen Lösungen eingezeichnet. Anhand der Legende wird ersichtlich welche Farbe welche Lösung zeichnet.

Automatisierungsgrad	Manuell	Mechanisiert	Teilautomatisch	Vollautomatisch
Software – Packalgorithmus	Zukauf	Weiterentwickelter Zukauf	Eigenentwicklung	
Handhabung der Kollis	Greifen	Schieben	Ansagen	
Förderhilfsmittel im System	Tray	Palette	Behälter	Kisten
Identifikation	Barcode	Optische Bilderkennung	Sensoren	RFID
Depaletterung	Manuell	Roboter Einzelkollis	Roboter Lagenweise	
Lagen-Vereinzelung	Manuell	Förderband – unterschiedliche Geschwindigkeiten	Eingreifen eines Roboters	
Tray-Entladung	Manuell	Roboter	Mittels Rollen	Mittels Dornen
Kommissioniersystem	Ware-zum-Mann	Mann-zur-Ware		
Ergonomie	nicht gegeben	gegeben	nicht relevant – vollautomatisch	
Stabilisation bei Palettierung	keine	2-seitige Packcorner	3-seitige Packcorner	4-seitige Packcorner
Transportsicherung	Bänder (RC)	Umfreifen	Stretchen (Umwickeln)	Schrumpfen

● SCP ● KNAPP ● OPM ● ETP

Abbildung 48: Morphologischer Kasten – Übersicht der Automationslösungen<sup>201</sup>

<sup>201</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 8.2.1 Qualitative Analyse

In diesem Unterkapitel werden die Lösungen, welche obenstehend angeführt sind hinsichtlich ihrer qualitativen Merkmale analysiert und ihre Vor- und Nachteile dargestellt. Des Weiteren werden die Lösungen in einem morphologischen Kasten dargestellt und anhand des Kriterienkatalogs mit einer Nutzwertanalyse verglichen.

Um die einzelnen Lösungen vergleichen zu können werden erst die Vor- und Nachteile der manuellen, teilautomatischen und vollautomatischen Lösungen besprochen.

### Manuelle Lösungen

Im Wesentlichen bieten manuelle Lösungen vor allem hinsichtlich der Flexibilität große Vorteile. Die Abhängigkeit von einer technischen Einrichtung ist nicht gegeben, dadurch können Artikel jeglicher Größe, Form und Verpackung kommissioniert werden. Ein Kommissionierer weiß aus Erfahrung, sofern er diese hat, welcher Artikel wie positioniert werden muss um ein geeignetes Packbild zu erreichen. Sollten neue Änderungen hinsichtlich der Größe, Form oder Verpackung an dem Produkt vorgenommen werden, können dabei eventuell anfangs Schwierigkeiten bzw. Eingewöhnungsphasen auftreten, aber das Personal weiß nach einer gewissen Zeit und durch Ausprobieren, wie die Artikel am besten positioniert werden. Die Flexibilität hinsichtlich der Auftragsstruktur ist gegeben, aber dennoch als eingeschränkt zu beurteilen. Ein weiterer Vorteil von manuellen Lösungen sind die niedrigen Investitionskosten. Man braucht keine hochkomplexen Anlagen oder ähnliches. Einfache Regale, ein paar Stapler und gute Kommissionierer reichen aus, um den Betrieb zu ermöglichen. Die Kosten für Energie und Instandhaltung sind ebenso sehr niedrig. Es kann durch eine bestmögliche Planung der logistischen Abläufe eine Skalierbarkeit im Bezug auf das Kommissioniervolumen erzielt werden. Die schonende Produkthandhabung ist eindeutig ein ausschlaggebender Vorteil. Die Packdichte kann bei der manuellen Lösung als optimal angenommen werden bzw. im Vergleich zu einer teil- oder vollautomatischen am besten bewertet werden.

Tabelle 6: Vorteile manueller Lösungen

Vorteile
Flexibler Personaleinsatz
Unabhängig von Produktgröße, -form, und -verpackung etc.
Niedrige Investitions- sowie Energie- und Instandhaltungskosten
Schonende Produkthandhabung
Hohe Packdichte
Skalierbarkeit im Bezug auf Kommissioniervolumen

Manuelle Lösungen haben aber auch einige gravierende Nachteile. Einerseits verursachen sie hohe Personalkosten und es ist ein großer Platzbedarf notwendig. Andererseits treten ergonomische Probleme für Mitarbeiter auf. Durch ein ständiges Bücken, Heben und Tragen ist eine sehr hohe physische Beanspruchung vorhanden. Dies kann wiederum zu einer hohen Krankenstandsrate und zu einer hohen Fluktuationsrate der Mitarbeiter führen. Ab-

gesehen davon werden die Gesetze hinsichtlich maximal erlaubten Gewichts pro Mitarbeiter immer strenger. Ein weiterer sehr schwerwiegender Nachteil ist die niedrige Kommissionierleistung des Personals im Vergleich zu einer automatisierten Lösung. Die Erweiterung der Lösung ist prinzipiell möglich, jedoch wird ab einer gewissen Größe keine ökonomische Lösung möglich sein. Die Durchlaufzeit pro Auftrag ist hier sehr hoch, da oft sehr weite Wege zurückgelegt werden und die Abhängigkeit von der Personalqualität ebenso als sehr hoch angenommen werden kann.

Tabelle 7: Nachteile manueller Lösungen

Nachteile
Hohe Personalkosten
Großer Platzbedarf
Ergonomische Probleme
Niedrige Kommissionierleistung
Abhängigkeit von der Personalqualität
Hohe Durchlaufzeit pro Auftrag

### Teilautomatische Lösungen

Teilautomatische Lösungen sind hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile nicht so einfach zu beschreiben, da es dabei sehr viele verschiedene Ausprägungen geben kann. Dennoch wird hier versucht die positiven und negativen Aspekte zu betrachten. Der Vorteil einer teilautomatischen Lösung ist die Kombination von automatisierten Modulen mit einer manuellen Lösung. Dadurch können diverse Nachteile der einzelnen Lösungen minimiert werden. Man kann manuelle Lösungen durch automatisierte Module zum Beispiel ergonomischer gestalten und hat trotzdem eine geringe Komplexität und erhält die Flexibilität. Die Erweiterungsfähigkeit ist bei teilautomatischen Lösungen in den meisten Fällen gegeben, da man die Vorgänge zusätzlich durch weitere Automationen optimieren kann. Die Kombination von Mensch und Maschine kann in den unterschiedlichen Fällen Vorteile bringen, die eine rein automatische Lösung nicht bieten kann. Die Ergonomie der Arbeitsplätze kann in vielen Fällen als gegeben angenommen werden und vor allem hinsichtlich Heben oder Tragen kann hier viel optimiert werden. Die Abhängigkeit von der Personalqualität ist hier nicht so stark gegeben, dennoch können bei manuellen Kommissionierungen Geschwindigkeits- und Geschicklichkeitsfaktoren der Mitarbeiter einfließen. Die Durchlaufzeit pro Auftrag, die Packdichte als auch die schonende Produkthandhabung können als mittelmäßig eingestuft werden. Hier muss auf die einzelnen Lösungen im speziellen eingegangen werden, um eine aussagekräftige Bewertung vornehmen zu können.

Tabelle 8: Vorteile teilautomatischer Lösungen

Vorteile
Erweiterungsfähigkeit gegeben
Eingreifen der MA möglich – menschliches Auge sieht mehr
Geringe Komplexität – hohe Flexibilität
Manuelle Vorgänge bestmöglich optimiert
Geringe Abhängigkeit von der Personalqualität
Schonende Produkthandhabung
Gute Packdichte
Mittlere Durchlaufzeit pro Auftrag

Vor allem die Nachteile von teilautomatischen Ansätzen können hier schlecht aufgezeigt werden, da auf spezifische Ausführungen eingegangen werden müsste. Im Normalfall bringt eine teilautomatische Lösung jedoch mittlere Investitionskosten mit sich. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Lösung abhängig von Produktgröße, -form, und -verpackung sein kann.

Tabelle 9: Nachteile teilautomatischer Lösungen

Nachteile
Mittlere Investitionskosten
Lösung kann von Produktgröße, -form, und -verpackung etc. abhängig sein

### Vollautomatische Lösungen

Vollautomatische Lösungen bieten zwar Vorteile, aber im Gegensatz auch einige Nachteile. Um eine Vollautomation zu realisieren ist, wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, ein Packalgorithmus notwendig. Dieser ermöglicht je nach Artikelstruktur ein besseres Packbild und damit verbunden eine geringere Anzahl an Paletten/RC sowie niedrigere Transportvolumina. Das Personal und die Personalkosten werden zwar reduziert, dadurch wird aber auch viel Flexibilität geraubt. Es kann durch eine Vollautomation zwar die Genauigkeit erhöht werden, sowohl hinsichtlich Fehlern als auch der Positionierung auf der Palette oder dem Rollcontainer, dennoch ergibt sich eine hohe Komplexität des Gesamtsystems. Die Ergonomie des Arbeitsplatzes einer vollautomatischen Lösung wird mit 100% als erfüllt angenommen, da im Normalfall keine Mitarbeiter Waren handhaben. Durch die Automation kann die Hallenhöhe voll ausgenutzt werden und die Lösung ist somit bis zu einem gewissen Grad platzsparend. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Lösung nicht abhängig von der Personalqualität ist. Die Durchlaufzeit pro Auftrag kann ebenso als gering angenommen werden.

Tabelle 10: Vorteile vollautomatischer Lösungen

Vorteile
Personalreduktion
Ergonomie zu 100%
Hohe Genauigkeit
Niedrigere Transportvolumina
Platzsparend durch Ausnutzen der Hallenhöhe
Keine Abhängigkeit von der Personalqualität
Durchlaufzeit pro Auftrag gering

Durch den Einsatz von Robotern zur Kommissionierung ist die Lösung abhängig von Produktgröße, -form und -verpackung, wodurch der manuell zu kommissionierende Anteil oft höher ist als anfangs vermutet wird. Es muss wirklich genau projiziert werden, um diesen Anteil möglichst realistisch abschätzen zu können, damit sich die Investition in eine vollautomatische Lösung rentiert. Hiermit sind wir schon bei einem entscheidenden Nachteil angelangt, den hohen Investitionskosten. Des Weiteren fallen sehr hohe Instandhaltungskosten an. Noch dazu kann man die technische Entwicklung in den kommenden Jahren nicht voraussehen und dadurch ist es schwer für eine so hohe Investition zu argumentieren. Das Eingreifen der Mitarbeiter in die Vorgänge ist nicht möglich, damit ist eine vollständige Abhängigkeit vom System gegeben und die Vorteile einer manuellen oder teilautomatischen Lösung durch das Handhaben der Mitarbeiter werden vollkommen vernichtet. Durch die automatische Handhabung ist auch keine schonende Produkthandhabung garantiert.

Tabelle 11: Nachteile vollautomatischer Lösungen

Nachteile
Hohe Investitions- und Instandhaltungskosten
Fehlende Flexibilität
Lösung ist abhängig von Produktgröße,-form, und -verpackung etc., dadurch manuelle Anteil oft höher als gedacht
Vollständige Abhängigkeit vom System
Kein Eingreifen der MA möglich
Keine schonende Produkthandhabung
Hohe Komplexität



**Witron – OPM**

Die vollautomatische Lösung von Witron – OPM mit COM – hat im Wesentlichen die Vor- und Nachteile einer vollautomatischen Lösung wie sie obenstehend beschrieben sind. Um aber auf diese Lösung genauer einzugehen, werden nun spezifische Vor- und Nachteile der OPM zusammengefasst. Ein spezielles Merkmal der OPM ist die Vereinzelung der Kolli mittels unterschiedlicher Geschwindigkeiten am Förderband. Dadurch ist kein zusätzliches Greifen oder Positionieren auf dem Tray notwendig. Die Lagerung von Einzelkolli am Tray erleichtert zwar die Kommissionierung, benötigt aber auch viel Lagerplatz. Durch das Lochmuster des Trays können die Artikel durch Anheben mit Dornen vom Tray heruntergenommen werden, dies geschieht einfach und schnell. Einerseits entfallen durch das Schieben etwaiges Heben und Greifen und mit Hilfe des PackCorners können die Artikel direkt auf die Zielpalette geschoben werden. Andererseits lassen sich nicht alle Artikel so einfach schieben, zum Beispiel Getränkeflaschen in Kunststoffverpackungen „kleben“ auf der Auflage wenn diese geschoben werden. Die Kommissionierleistung kann als hoch eingestuft werden, jedoch muss bedacht werden, dass nicht alle Artikel über die vollautomatische Anlage gefahren werden, was wieder einen Einschnitt darstellt. Die Erweiterungsfähigkeit einer solchen Lösung wird als mittelmäßig eingestuft, ist aber stark abhängig von den Gegebenheiten einer Einzellösung. Generell sollte die Lösung aber erweiterbar sein. Hinsichtlich der Flexibilität lässt sich keine genaue Aussage treffen, dennoch kann angenommen werden, dass die Schiebetechnik einen Vorteil hinsichtlich neuer Produktgrößen, -formen oder -verpackungen darstellt, da diese im Vergleich zu einer Greiftechnik einfacher damit umgehen kann. Beim Schieben stellt zwar etwaiges „Festkleben“ an der Oberfläche ein Problem dar, aber es muss nicht speziell angegriffen werden.

Tabelle 12: Vorteile der Witron OPM Lösung

Vorteile	
Allgemeine Vorteile vollautomatischer Lösungen:	Lochmuster der Trays
Personalreduktion	Schiebetechnik
Ergonomie zu 100%	Vereinzelung mittels unterschiedlicher Geschwindigkeiten
Hohe Genauigkeit	PackCorner, sorgt für Stabilität während der Palettierung
Niedrigere Transportvolumina	
Platzsparend durch Ausnutzen der Hallenhöhe	
Keine Abhängigkeit von der Personalqualität	
Durchlaufzeit pro Auftrag gering	

Tabelle 13: Nachteile der Witron OPM Lösung

Nachteile	
Allgemeine Nachteile vollautomatischer Lösungen:	Lagerung von Einzelkolli auf Tray braucht viel Platz
Hohe Investitions- und Instandhaltungskosten	Nicht alle Artikel lassen sich so einfach schieben (z.B. Getränkeflaschen in Kunststoffverpackung „kleben“)
Fehlende Flexibilität	
Lösung ist abhängig von Produktgröße,-form, und -verpackung etc., dadurch manuelle Anteil oft höher als gedacht	
vollständige Abhängigkeit vom System	
Kein Eingreifen der MA möglich	
Keine schonende Produkthandhabung	
Hohe Komplexität	

### Witron – ETP

Die Vor- und Nachteile von teilautomatischen Lösungen passen auf das **ETP von Witron**. Dennoch gehören hierbei noch weitere Punkte erwähnt. Wie in Kapitel 6 beschrieben, wird für die Kommissionierung ein Pickmobil, das sogenannte EPM, verwendet. Dabei lässt sich die ergonomische Höhe einstellen und diese ist zu jeder Zeit gegeben. Dennoch entstehen beim Schieben ergonomische Nachteile, es wird zwar ein Heben und Bücken vermieden, da aber beim Schieben ein gewisser Winkel entsteht in dem geschoben werden muss, entstehen durchaus starke Belastungen für den Körper. Außerdem wird dem Kommissionierer mittels Beamer angezeigt auf welche Position er den Artikel schieben soll. Durch die Verwendung eines Packalgorithmus, wie bei einem vollautomatischen Ansatz, kann ein Schlichtmuster im Vorhinein bestimmt werden. Durch optimierte Schlichtungen in Verbindung mit manuellem Ausbessern, sollte ein Kommissionierer sehen, dass eine andere Position geeigneter ist, kann ein optimaleres Packbild geschaffen werden als mit der Software allein. Ein weiterer Vorteil des ETP ist, dass in jeder Gasse der Zugriff auf alle Artikel möglich ist und die EPM unabhängig voneinander arbeiten können. Der Platzbedarf der Lösung ist einerseits hinsichtlich der Fläche nicht hoch, jedoch müssen in den Gassen die Pickmobile Platz haben. Die Hallenhöhe kann dabei ausgenutzt werden, aber nicht ganz so stark wie bei einer Lösung ohne Pickmobil. Die Flexibilität der Lösung hinsichtlich Verpackungs- und Größenänderungen kann als mittelmäßig eingestuft werden. Sollten Änderungen in der Auftragsstruktur auftreten, ist das System nicht ganz so flexibel, da die Kommissionierung von kleineren Mengen mit dem Pickmobil nicht ökonomisch wäre, andererseits kann die Lösung um einzelne Gassen mit Pickmobilen erweitert werden, um so eine größere Leistung zu erhalten.

Tabelle 14: Vorteile der Witron ETP Lösung

Vorteile	
Allgemeine Vorteile teilautomatischer Lösungen:	Lochmuster der Trays
Erweiterungsfähigkeit gegeben	Ergonomische Höhe des Pickmobils EPM
Eingreifen der MA möglich – menschliches Auge sieht mehr	PackCorner, sorgt für Stabilität während der Palettierung
Geringe Komplexität – hohe Flexibilität	In einer Gasse Zugriff auf alle Artikel
Manuelle Vorgänge bestmöglich optimiert	
Geringe Abhängigkeit von der Personalqualität	
Schonende Produkthandhabung	
Gute Packdichte	
Mittlere Durchlaufzeit pro Auftrag	

Tabelle 15: Nachteile der Witron ETP Lösung

Nachteile	
Allgemeine Nachteile teilautomatischer Lösungen:	Drehung beim Schieben
Mittlere Investitionskosten	Nicht alle Artikel lassen sich so einfach schieben (z.B. Getränkeflaschen in Kunststoffverpackung „kleben“)
Lösung kann von Produktgröße, -form, und -verpackung etc. abhängig sein	

### Schäfer – SCP Lösung

Die SCP Lösung von SSI Schäfer bringt wie auch Witron's OPM die Vor- und Nachteile von vollautomatischen Lösungen mit sich. Auch die Trays von Schäfer sind mit Löchern versehen, dabei werden die Kollis aber mit einem speziellen System, dem CaseWheeler vom Tray befördert. Die Funktionsweise ist in Kapitel 6.2.1 genauer beschrieben und stellt gemeinsam mit der optischen Bilderkennung einen klaren Vorteil dar. Des Weiteren hat Schäfer mit seinem speziellen Greifsystem Zugriff von allen vier Seiten und ist dadurch flexibler. Schäfer hat über Jahre hinweg einen eigenen Packalgorithmus entwickelt und getestet. Im Gegensatz zu den meisten zugekauften Versionen werden hier mehr Aspekte berücksichtigt, die durch diverse Erfahrungswerte erreicht wurden. Hinsichtlich der Flexibilität lässt sich das SCP eher als gering einschätzen, da das Greifsystem abhängiger von der Produktgestaltung ist. Die Flexibilität bezüglich der Auftragsstruktur kann als gegeben angenommen werden, ist dennoch als gering zu bewerten. Da die Kollis lagenweise auf den Trays gespeichert werden, wird dadurch Platz gespart und es sind weniger Tray-Stellplätze notwendig. Die Erweiterungsfähigkeit der SCP Lösung ist gegeben und kann durch den Einsatz zusätzlicher Roboter ermöglicht werden.

Tabelle 16: Vorteile der Schäfer SCP Lösung

<b>Vorteile</b>	
Allgemeine Vorteile vollautomatischer Lösungen:	Greifsystem – Zugriff von allen 4 Seiten
Personalreduktion	Lochmuster der Trays
Ergonomie zu 100%	SPPG Eigenentwicklung über Jahre hinweg
Hohe Genauigkeit	CaseWheeler – 360° Drehung der Rollen
Niedrigere Transportvolumina	Optische Bilderkennung
Platzsparend durch Ausnutzen der Hallenhöhe	
Keine Abhängigkeit von der Personalqualität	
Durchlaufzeit pro Auftrag gering	

Tabelle 17: Nachteile der Schäfer SCP Lösung

<b>Nachteile</b>
Allgemeine Nachteile vollautomatischer Lösungen:
Hohe Investitions- und Instandhaltungskosten
Fehlende Flexibilität
Lösung ist abhängig von Produktgröße,-form, und -verpackung etc., dadurch manueller Anteil oft höher als gedacht
Vollständige Abhängigkeit vom System
Kein Eingreifen der MA möglich
Keine schonende Produkthandhabung
Hohe Komplexität

### **KNAPP Lösung**

Die KNAPP Lösung mit ihrer PKS, TKS und ihrem OSR-Shuttle System hat ebenso die oben beschriebenen Vor- und Nachteile einer teilautomatischen Variante. Spezifische Aspekte werden hier noch genauer ausgeführt. Die ergonomische Anpassung der Arbeitsplätze ist sowohl bei der PKS als auch TKS Ausführung durch Höhenverstellung gegeben. Dennoch gibt es den ergonomischen Nachteil der Drehung beim Schieben der Kollis auf die Zielpalette. Durch das Schieben sind die Lösungen jedoch wieder abhängig von der Produktform und -verpackung. Die Systeme sind für alle Temperaturbereiche geeignet und erfordern lediglich ein einmaliges Greifen der Artikel. Des Weiteren ist auch die gleichzeitige Kommissionierung auf mehrere Paletten oder Rollcontainer möglich. Der Vorteil und

gleichzeitige Nachteil der PKS ist die ausschließliche Eignung für Schnelldreher. Einerseits ist dadurch ein schnelles Kommissionieren möglich, andererseits ist die Flexibilität hinsichtlich der Auftragsstruktur dadurch eigentlich nicht gegeben. Die Kombination der PKS und TKS durch beispielsweise fahrerlose Transportsysteme – KiSoft AUTOMOVE – bietet hierbei jedoch wieder flexiblere Strukturen. Die Flexibilität hinsichtlich der Auftragsstruktur und der Verpackungsänderungen ist nicht optimal, da die Systemkomponenten wie zum Beispiel die PKS für eine größere Anzahl als 60-100 Filialen und für kleinvolumige Lieferungen nicht einsetzbar ist. Änderungen der Produktgrößen sollten hierbei jedoch keine großen Schwierigkeiten mit sich bringen. Der Platzbedarf der Lösung ist als relativ gut einzustufen, das heißt, dass die Ausnutzung der Hallenhöhe durch das OSR-Shuttle gegeben ist. Hinsichtlich der Fläche braucht die PKS als auch TKS zwar Platz, durch die 2-Ebenen Lösung wird jedoch das Volumen der Lagerhalle besser ausgenutzt. Die Erweiterungsfähigkeit der KNAPP Lösung wird als sehr gut eingestuft, da die einzelnen Komponenten gut miteinander verknüpft werden können und dadurch auch leicht erweitert und vergrößert werden kann. Die Lösung bedingt mittlere Investitions- sowie Betriebskosten.

Tabelle 18: Vorteile der KNAPP Lösung

Vorteile	
Allgemeine Vorteile teilautomatischer Lösungen:	Ergonomische Anpassbarkeit
Erweiterungsfähigkeit gegeben	Eignung für alle Temperaturbereiche
Eingreifen der MA möglich – menschliches Auge sieht mehr	Artikel nur 1x greifen
Geringe Komplexität – hohe Flexibilität	Gleichzeitige Kommissionierung auf mehrere Paletten / Rollcontainer
Manuelle Vorgänge bestmöglich optimiert	
Geringe Abhängigkeit von der Personalqualität	
Schonende Produkthandhabung	
Gute Packdichte	
Mittlere Durchlaufzeit pro Auftrag	

Tabelle 19: Nachteile der KNAPP Lösung

Nachteile	
Allgemeine Nachteile teilautomatischer Lösungen	Drehung des Oberkörpers beim Schieben
Mittlere Investitionskosten	Nicht alle Artikel lassen sich so einfach schieben (z.B. Getränkeflaschen in Kunststoffverpackung „kleben“)
Lösung kann von Produktgröße, -form, und -verpackung etc. abhängig sein	PKS nur für Schnelldreher geeignet

Bis hierhin wurden die Lösungen hinsichtlich ihrer Ausprägungen beschrieben. Im Folgenden wird eine Bewertung der einzelnen Faktoren vorgenommen. Die Bewertung wird mit einem Punktesystem von 1 bis 5 Punkten durchgeführt. Dabei ist die Vergabe von fünf Punkten am besten, die Vergabe von nur einem Punkt am schlechtesten, bzw. bei Kosten steht ein Punkt für sehr hohe Kosten und fünf Punkte für sehr niedrige Kosten.

Die Bewertung entspricht einer Nutzwertanalyse, einem analytischen Bewertungsverfahren, das mittels verschiedener Zielfaktoren unter Einbeziehung einer Gewichtung den Vergleich von Alternativen zulässt. Dazu werden erst die Zielkriterien bestimmt, eine Gewichtung festgelegt und eine Teilnutzenbestimmung durchgeführt. Aus den einzelnen Teilnutzen ergibt sich dann der Gesamtnutzen der jeweiligen Lösung.<sup>202</sup>

In Tabelle 20 sind sowohl die allgemeinen Lösungen als auch die spezifischen angeführt. Anhand der bisher durchgeführten Analyse werden den einzelnen Faktoren Punkte zugewiesen. Somit beruht die gesamte Bewertung auf den Prozessbeschreibungen und Einschätzungen hinsichtlich ihres Einsatzes, sowie Gesprächen mit Experten. Bei dieser Bewertung werden auch die quantitativen Faktoren qualitativ bewertet, um eine ganzheitliche Bewertung durchzuführen und alle Teilaspekte einfließen zu lassen. Die Gewichtung der einzelnen Faktoren, sowie die Vergabe der Punkte wurden in Zusammenarbeit mit Verantwortlichen der KSI festgelegt. In der Tabelle sind die Punkte mittels Sternsymbolen dargestellt. Die einzelnen Faktoren werden hier gewichtet um den jeweiligen Einfluss zu relativieren.

Anhand der durchgeführten Nutzwertanalyse in Tabelle 20 können die unterschiedlichen Gesamtnutzen errechnet werden. In Abbildung 49 ist das Gesamtergebnis der qualitativen Analyse eingezeichnet. Es ist klar ersichtlich, dass die manuelle Lösung am schlechtesten abschneidet. Die teilautomatischen Lösungen sind im Vergleich zu vollautomatischen Lösungen besser bewertet, da diese flexibler eingesetzt werden können und hier klar der Vorteil des menschlichen Eingreifens eine wichtige Rolle spielt.

---

<sup>202</sup> Vgl. Jung, H. (2007), S.134 f.

Tabelle 20: Bewertung – Nutzwertanalyse<sup>203</sup>

Gew.	Gew.	Kriterien	Einzel-gew.	Manuelle Lösung	Teilautomatische Lösung	Vollautomatische Lösung	Würon OPM	Würon ETP	Schäfer SCP	KNAPP Lösung		
											Investitions-kosten	Betriebs-kosten
52 %	40 %	Anlage	18%	★★★★	★★★	★	★	★★★	★	★★★★		
		Gebäude: - Fläche - Umbautes Volumen - Hallenhöhe	3%	★★	★★★★	★★★	★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	
			2%	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	
			2%	★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	
				Personal	7%	★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
				Instandhaltung	5%	★★★★★	★★★	★	★★	★★★	★★★★	★★★★
				Energie	3%	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
			10%	Durchlaufzeit pro Auftrag	10%	★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
			2%	Packdichte	2%	★★★★★	★★★	★★	★★	★★★	★★★★	★★★★
			5%	Erweiterungsfähigkeit	5%	★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★
48 %	17 %	Flexibilität	Auftragsstruktur	10%	★★★	★★★	★★	★★	★★★	★★★★	★★★★	
			Verpackungsveränderungen	4%	★★★★★	★★★	★	★★	★★★	★★★★	★★★★	
		Ergonomie des Arbeitsplatzes	Produktgröße	3%	★★★★★	★★★	★★	★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★
			Heben	2%	★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
			Tragen	2%	★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
			Schieben	2%	★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
				Gewicht	7%	★	★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
			5%	Abhängigkeit von Personalqualität	5%	★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
			8%	Schonende Produkthandhabung	8%	★★★★★	★★★★	★	★	★★★	★★★★	★★★★

<sup>203</sup> Quelle: Eigene Darstellung



Die beiden Spitzenreiter sind die ETP Lösung von Witron und die KNAPP Lösung. Die KNAPP Lösung hat gegenüber der Witron Lösung den Vorteil, dass sie mehrere Komponenten zum flexiblen Einsatz anbietet und nicht an eine starre Lösung gebunden ist.

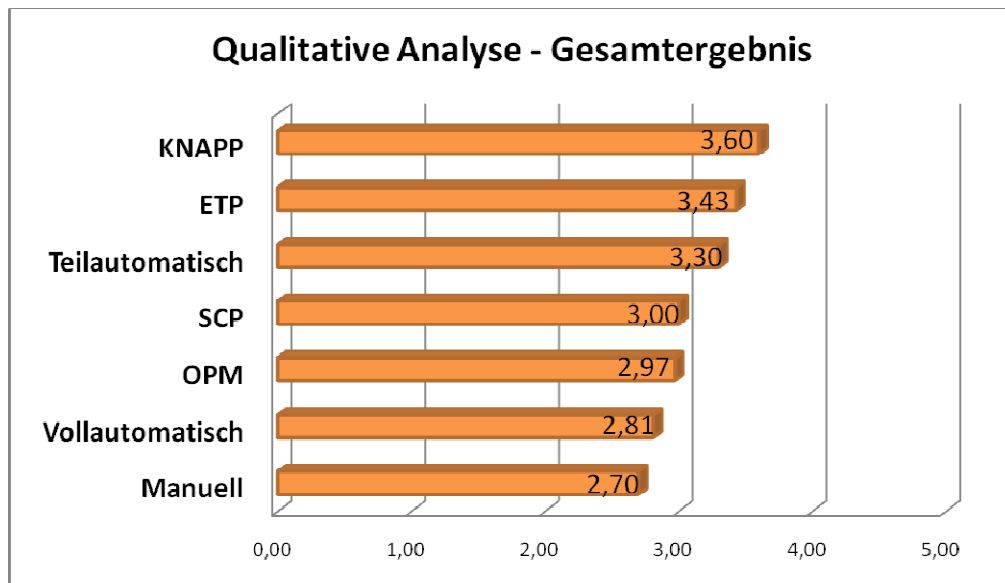


Abbildung 49: Qualitative Analyse - Gesamtergebnis<sup>204</sup>

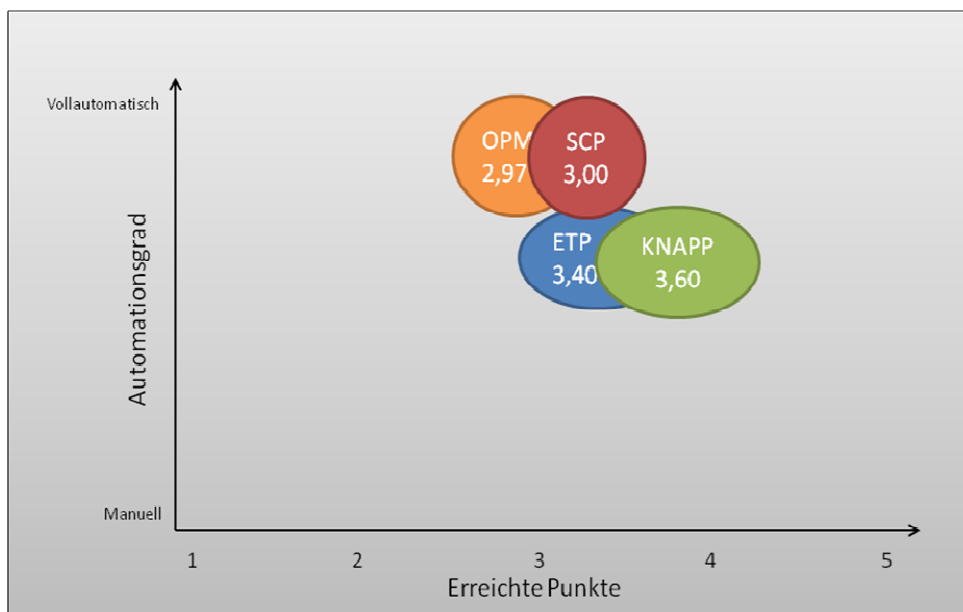


Abbildung 50: Positionierung der Lösungen<sup>205</sup>

Anhand der durchgeführten qualitativen Analyse und der Bewertungstabelle können die Lösungen der Mitbewerber und die KNAPP Lösung positioniert werden. Dies wird in Abbildung 50 graphisch dargestellt. Entlang der Y-Achse ist der Automationsgrad eingezeichnet, der die Lösungen unterscheidet. Auf der X-Achse sind die gewichteten erreichten Punkte aus der Nutzwertanalyse aufgetragen. KNAPP liegt mit 3,60 Punkten vor der ETP Lösung und auch vor den beiden vollautomatischen Lösungen – OPM und SCP.

<sup>204</sup> Quelle: Eigene Darstellung

<sup>205</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 8.2.2 Quantitative Analyse

In diesem Abschnitt der Arbeit werden aufgrund der vorhandenen Daten nur die SCP Lösung von SSI Schäfer und die KNAPP Lösung miteinander verglichen. Die beiden Lösungen werden einander anhand der Investitions- und Betriebskosten, als auch der Kommissionierleistung gegenübergestellt.

Um die beiden Lösungen vergleichen zu können, werden die Kosten einander anhand einer Investitionsrechnung gegenübergestellt. Es gibt verschiedenen Methoden der Investitionsrechnung. In erster Linie kann zwischen statischer und dynamischer Investitionsrechnung unterschieden werden. Bei statischen Modellen wird ein Zeitabschnitt, eine bestimmte Periode der Nutzungsdauer bzw. Laufzeit berücksichtigt, eine sogenannte hypothetische „Durchschnittsperiode“. Die Daten die die Durchschnittsperiode charakterisieren, werden aus den Daten für den gesamten Planungszeitraum abgeleitet.<sup>206</sup> Dynamische Modelle berücksichtigen mehrere Perioden. Die Ein- und Auszahlungen, die erwartet werden, charakterisieren die Investitionen.<sup>207</sup> Für diese Arbeit wird eine statische Methode ausgewählt. Bei den statischen Modellen kann zwischen folgenden unterschieden werden:<sup>208</sup>

- Kostenvergleichsrechnung
- Gewinnvergleichsrechnung
- Rentabilitätsvergleichsrechnung
- Statische Amortisationsrechnung

Für diesen Vergleich wird aufgrund der vorhandenen Daten die Kostenvergleichsrechnung angewandt. Das Kostenziel stellt ein Unterziel des Gewinns dar, weswegen bei dieser Methode von identischen Erlösen bei beiden Alternativen ausgegangen wird. Als Kostenarten sind hierbei vor allem die folgenden zu berücksichtigen:<sup>209</sup>

- Personalkosten
- Materialkosten
- Abschreibungen
- Zinsen
- Steuern, Gebühren, Beiträge
- Kosten für Fremdleistungen.

Bei den vorliegenden Automationslösungen sind folgende Aspekte ebenso zu bedenken:

- Energiekosten
- Mengenentwicklung
- Personalentwicklung
- Produktivitätssteigerung

---

<sup>206</sup> Vgl. Götze, U. (2008), S. 50

<sup>207</sup> Vgl. Götze, U. (2008), S. 66

<sup>208</sup> Vgl. Götze, U. (2008), S. 50

<sup>209</sup> Vgl. Götze, U. (2008), S. 51

Um die Berechnung bestmöglich durchführen zu können sind so viele Aspekte wie möglich einzubeziehen. Aufgrund der vorherrschenden Datenlage sind diese zum momentanen Zeitpunkt sehr begrenzt. Aus diesem Grund können Energiekosten, sonstige Kosten, die Mengen- und Personalentwicklung sowie die Produktivitätssteigerung nicht in die Analyse einfließen. In Tabelle 21 und Tabelle 22 sind die Daten angeführt, auf denen die Berechnung beruht. Zusätzlich wird von einer Inflationsrate von 2,5% ausgegangen. Die Investitionskosten sollten sich wie in Kapitel 8.1 beschrieben, aus den Kosten für die Anlage und das Gebäude zusammensetzen, die Betriebskosten aus Energie-, Personal- und Instandhaltungskosten. Die Berechnung geht von einer Nutzungsdauer von 10 Jahren und einem Zinssatz von 4,75% aus, womit sich die kalkulatorischen Zinsen berechnen lassen.

Formel 10: Durchschnittlich gebundenes Kapital<sup>210</sup>

$$\text{Durchschnittlich gebundenes Kapital} = \frac{\text{Anschaffungswert} + \text{Liquiditätserlös}}{2}$$

Formel 11: Kalkulatorische Zinsen<sup>211</sup>

$$\text{Kalkulatorische Zinsen} = \text{Durchschnittlich gebundenes Kapital} * \text{Zinssatz}$$

Für die SCP Lösung stehen folgenden Daten zur Verfügung:

Tabelle 21: Kosten SCP<sup>212</sup>

Lösung	SCP 3.000 Kolli/Std.	SCP 5.000 Kolli/Std.
<b>Investitionskosten (Anlage)</b>	€ 16,2 Millionen	€ 30 Millionen
<b>Mitarbeiter</b>	9 pro Schicht	17 pro Schicht
<b>Servicekosten</b>	€ 250.000	€ 500.000

Für die KNAPP Lösung (Basisvariante) stehen folgenden Daten zur Verfügung:

Tabelle 22: Kosten KNAPP<sup>213</sup>

Lösung	KNAPP 3.000 Kolli/Std.	KNAPP 5.000 Kolli/Std.
<b>Investitionskosten (Anlage)</b>	€ 8 Millionen	€ 15 Millionen
<b>Mitarbeiter</b>	16 pro Schicht	30 pro Schicht
<b>Servicekosten</b>	€ 150.000	€ 300.000

<sup>210</sup> Quelle: Götze, U. (2008), S. 51

<sup>211</sup> Quelle: Götze, U. (2008), S. 51

<sup>212</sup> KNAPP-interne Quelle (13)

<sup>213</sup> KNAPP-interne Quelle (15)

Annahmen die für die vorliegende Berechnung getroffen wurden:

- Produktive Tage: 270 pro Jahr
- 3 Schichten pro Tag
- Kosten pro Mitarbeiter pro Jahr: 32.000 €

In die Gesamtkosten fließen für diesen Vergleich folgende Kosten ein:

- Investitionskosten (Anlage, Gebäude)
- Abschreibungen
- Zinsen
- Betriebskosten (Personalkosten, Energiekosten, Instandhaltung bzw. Servicekosten)

Aufgrund der vorliegenden Daten werden die Investitionskosten hier nur für die Anlage berücksichtigt und die Betriebskosten setzen sich aus Personal- und Instandhaltungs- bzw. Servicekosten zusammen.

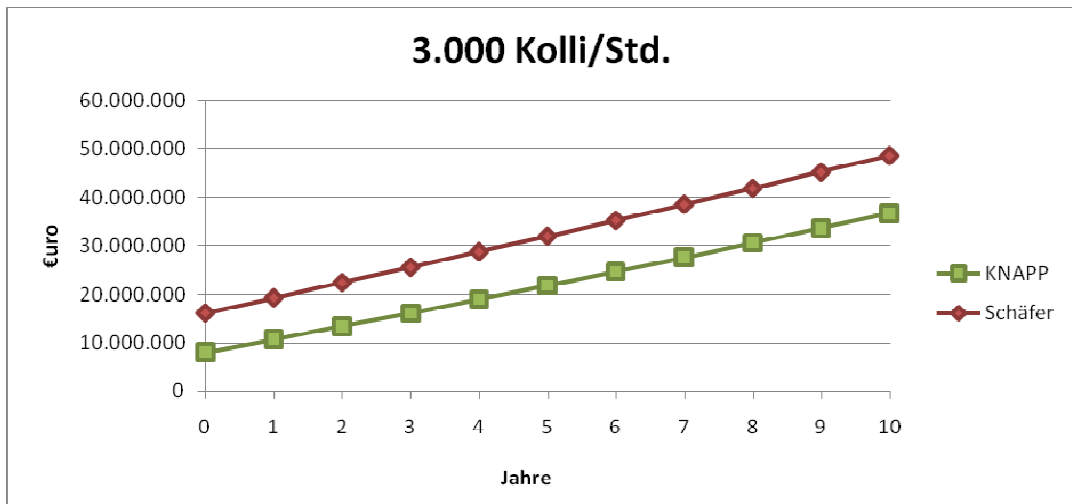


Abbildung 51: Gesamtkosten Vergleich 3.000 Kolli/Std.

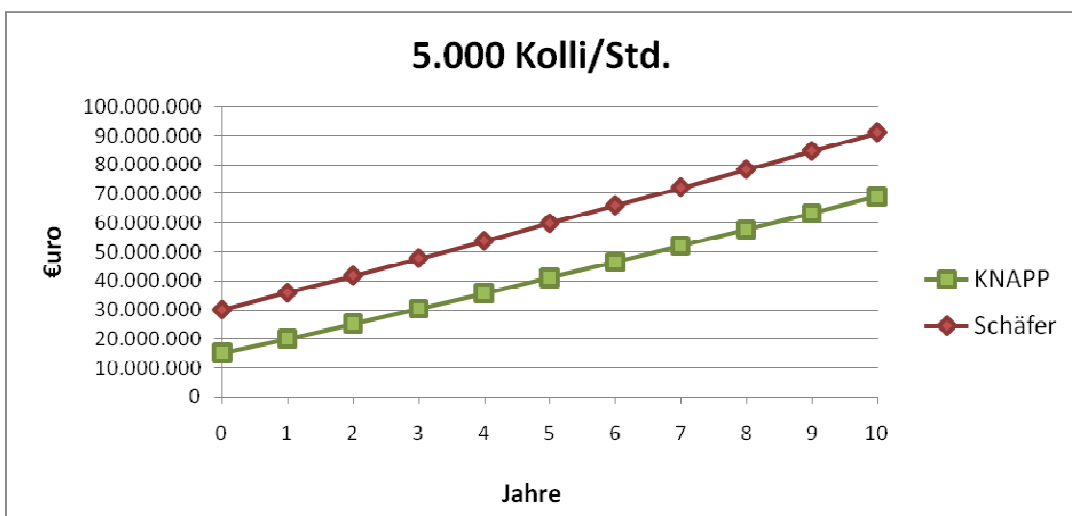


Abbildung 52: Gesamtkosten Vergleich 5.000 Kolli/Std.

Die Berechnungen wurden für jeweils zwei Lösungen durchgeführt. Einmal für die Lösung mit einer Leistung von 3.000 Koli/Std. und einmal für 5.000 Koli/Std. In Abbildung 51 ist der Kostenverlauf über 10 Jahre für die 3.000er Lösung graphisch eingezeichnet. Es ist klar ersichtlich, dass die SCP Lösung die kostenintensivere ist und somit die KNAPP Lösung die bessere Variante wäre. Der gleiche Verlauf zeichnet sich auch bei der 5.000er Lösung ab, die in Abbildung 52 dargestellt ist. In Abbildung 53 sind die **Gesamtkosten** der beiden Lösungen für beide Leistungen zusammengefasst:

- KNAPP für 3.000 Koli/Std.: ca. € 36,8 Millionen
- SCP für 3.000 Koli/Std.: ca. € 48,7 Millionen
- KNAPP für 5.000 Koli/Std.: ca. € 69,2 Millionen
- SCP für 5.000 Koli/Std.: ca. € 91 Millionen

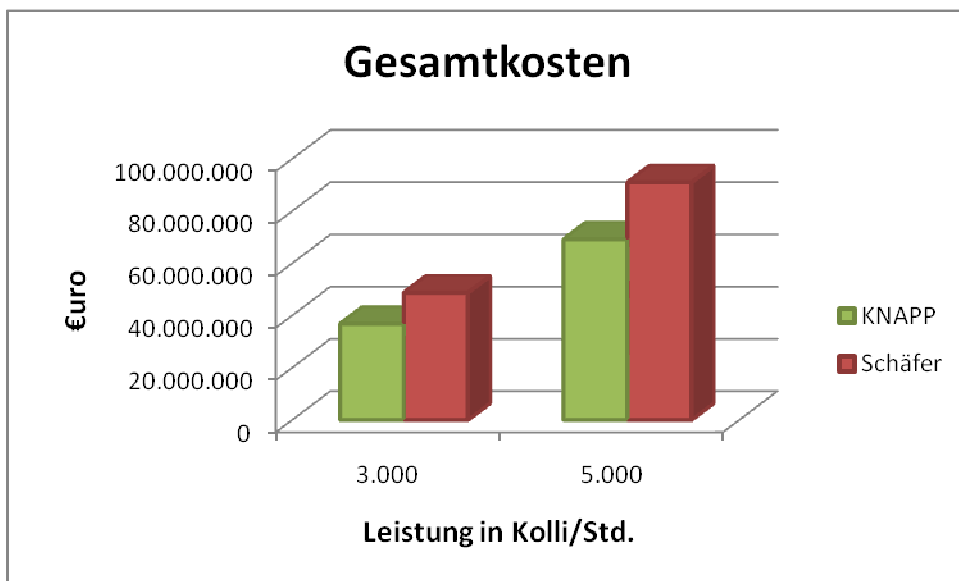


Abbildung 53: Gesamtkosten Vergleich

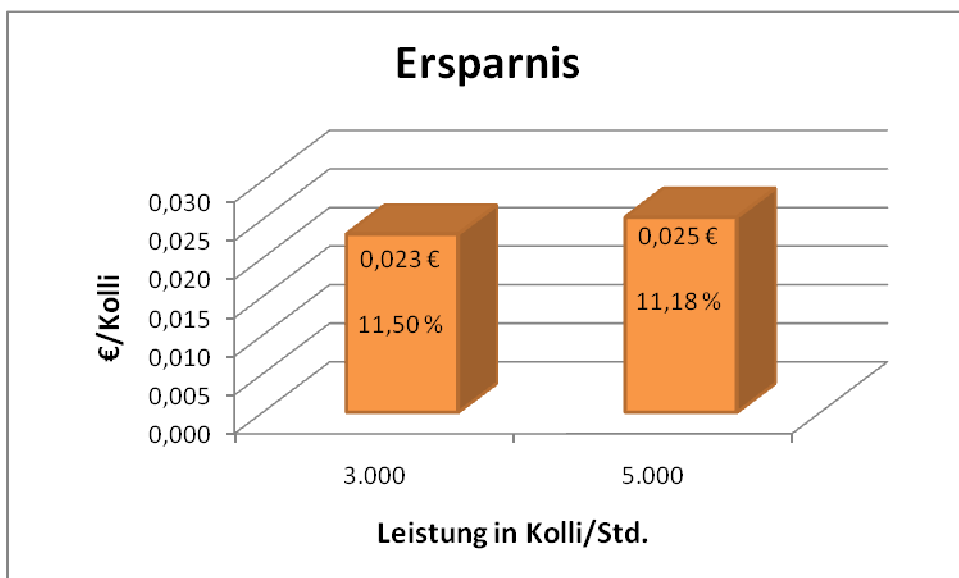


Abbildung 54: Ersparnis bei KNAPP Lösung

Nach der Berechnung der Kosten pro Kolti wird mit Abbildung 54 deutlich, dass die KNAPP Lösung bei beiden Leistungsvarianten einen starken Kostenvorteil bietet. Bei der 3.000 Kolti/Std. Lösung sind es 11,50% Ersparnis, bei der 5.000 Kolti/Std. Ausführung etwas weniger, nämlich 11,18%. Dies lässt vermuten, dass sich die SCP Lösung bei einer Leistungssteigerung aufgrund dieser einfachen Berechnung im Vergleich zur KNAPP Lösung nicht rentieren würde. Selbst mit einer enorme Leistungssteigerung und einer somit wesentlich größeren Anlage, kann angenommen werden dass, die SCP Lösung die kostenintensivere Lösung bleibt.

## 9 Conclusio

Die Ziele der Arbeit bzw. die Forschungsfragen, die in der Einleitung gestellt wurden, galt es zu bearbeiten. Um die erste Frage „Welche Kriterien sind bei der Automation von Lebensmittellagern ausschlaggebend und lassen einen Vergleich unterschiedlicher Automationslösungen zu?“ zu beantworten, wurden aufbauend auf der theoretischen Basis aus den Kapiteln 2 bis 5 entsprechende Kriterien herausgearbeitet.

In Kapitel 8 hat die Autorin den Kriterienkatalog erstellt und somit die Grundlage für den Vergleich der Lösungen geschaffen. Die Einteilung in quantitative und qualitative Faktoren ermöglicht eine breite Einschätzung der Lösungen im Lebensmittelhandel. Dadurch werden sowohl harte Faktoren wie Kosten, als auch weiche Faktoren wie Flexibilität und Ergonomie berücksichtigt. Damit der Vergleich der Lösungen der wichtigsten Mitbewerber von KNAPP durchgeführt werden konnte, hat die Autorin im Kapitel 6 die Lösungen beschrieben. Als die wichtigsten Lösungen für Distributionszentren im Lebensmittelhandel zeichneten sich folgende ab:

- OPM von Witron,
- ETP von Witron und
- SCP von Schäfer.

Die KNAPP Lösung hat die Autorin anhand ihrer Basisvariante und ihren einzelnen Lösungskomponenten beschrieben. Dabei wurde deutlich, dass diese sehr flexibel und mit ihren unterschiedlichen Komponenten für alle Warengruppen einsetzbar ist. Die Einsetzbarkeit der Komponenten für alle Sortimente bietet den Vorteil von Redundanz im Gesamtsystem und somit einfacher Wartung und geringer Komplexität des Systems.

Damit wurden zwei vollautomatische - OPM und SCP - und zwei teilautomatische Lösungen - ETP und die KNAPP Lösung - verglichen. In die qualitative Analyse der Kriterien fließt eine Gewichtung der einzelnen Faktoren ein, die somit ein aussagekräftigeres Ergebnis liefert. Die Bewertung der einzelnen Faktoren baut auf der vorhergehenden qualitativen Beschreibung der Lösungen auf. Dabei wurden die Vor- und Nachteile der Lösungen diskutiert, die aufbauend auf den allgemeinen Vor- und Nachteilen von teilautomatischen und vollautomatischen Lösungen beruhen. Fazit der Analysen im Allgemeinen lässt sich folgendes ziehen. Manuelle Lösungen bieten bis auf ergonomische Einschränkungen und eine geringe Kommissionierleistung viele Vorteile, die Lösungen sind flexibel und kostengünstig. Dennoch erfordert der Markt eine immer stärkere Leistung, die mit manuellen Lösungen nicht erzielt werden kann, vor allem nicht unter Berücksichtigung ergonomischer Arbeitsplätze für Mitarbeiter. Vollautomatische Lösungen können im Vergleich dazu hohe Leistungen erzielen, sind aber sehr stark abhängig von der Produktgröße, -verpackung, und -form. Deswegen können nicht alle Waren über eine vollautomatische Anlage kommissioniert werden. Diese Diskussionen ziehen somit folgendes Fazit nach sich: teilautomatische Lösungen verbinden die Vorteile der manuellen und vollautomatischen Lösung und bieten somit eine bessere Variante für Distributionszentren im Lebensmittelhandel.

Als Ergebnis der qualitativen Analyse war klar ersichtlich, dass die KNAPP Lösung, ausgehend von den festgelegten Kriterien mit ihrer jeweiligen Gewichtung, die beste Variante darstellt.

Im Weiteren folgte die quantitative Analyse, bei der einander allerdings nur die SCP und KNAPP Lösung gegenübergestellt wurden, da zum Zeitpunkt des Abschlusses der vorliegenden Arbeit nicht mehr Daten vorhanden waren. Die vorliegenden Kosten wurden mit-

tels einer Kostenvergleichsrechnung, also einer Methode der statischen Investitionsrechnung, verglichen. Dies wurde sowohl für eine Lösung mit einer Leistung von 3.000 Kolli/Std., als auch 5.000 Kolli/Std. berechnet. Der Vergleich der Ergebnisse der jeweiligen Berechnungen ergab sowohl für die 3.000 Kolli/Std. und die 5.000 Kolli/Std. Variante, dass die SCP Lösung die kostenintensivere ist. Für die Anlage mit einer Leistung von 5.000 Kolli/Std. zeigt sich bei der KNAPP Lösung eine Einsparung von 11,18%, im Vergleich zur 3.000 Kolli/Std. Lösung mit 11,50% Ersparnis. Deshalb kann angenommen werden, dass sich die SCP Lösung auch bei der Installation einer wesentlich größeren Anlage langfristig nicht rentiert. Die KNAPP Lösung wird vermutlich sowohl günstiger als auch flexibler sein.

Anhand der Ergebnisse aus der qualitativen und quantitativen Analyse kann die Frage „Welche Position nehmen die von KNAPP angebotenen Lösungen am Markt ein?“ beantwortet werden. Trotz Einsteigerrolle im Bereich des Lebensmittelhandels bietet KNAPP eine flexible und modulare Lösung an. Diese ist kostengünstiger als eine vollautomatische Lösung und verbindet die Vorteile einer manuellen und vollautomatischen Lösung. Im Vergleich zu einer rein manuellen Lösung sind die Investitionskosten natürlich höher, dennoch kann eine höhere Leistung erzielt werden, welches ein wichtiges Kriterium darstellt.

Es kann die Annahme getroffen werden, dass teilautomatische Lösungen mit flexiblen Modulen und erweiterungsfähigen Komponenten momentan den besten Einsatz für Distributionszentren im Lebensmittelhandel darstellen. Aufgrund der oft nicht standardisierten Kolli ist der Einsatz einer vollautomatischen Lösung zum aktuellen Stand der Technik nicht vorteilhaft. Ein Ausblick lässt vermuten, dass vollautomatische Anlagen im Lebensmittelhandel in Zukunft besser als teilautomatische sein können. Voraussetzung dafür ist sowohl eine Weiterentwicklung der Technik, als auch eine Standardisierung der Verpackungen. Hierbei herrscht aber wie bereits im Hauptteil der Arbeit erwähnt ein Zielkonflikt zwischen dem Marketing und der Logistik. Für Marketing-Experten steht das Design der Verpackungen im Vordergrund, für Logistiker die leichte und standardisierte Handhabung. Die Autorin hofft aus Sicht einer Logistikerin, dass für die Logistik und das Marketing in Zukunft ein geeigneter Kompromiss gefunden werden kann.



## Literaturverzeichnis

- AMCAP Broschüre (2008): Automated Mixed Case Palletizing, Dematic GmbH
- Arnold, D. et al. (2006): „Intralogistik Potentiale, Perspektiven, Prognosen“, Springer Verlag Berlin Heidelberg, ISBN: 3-540-29657-3
- Arnold, D. et al. (2008): „Handbuch Logistik“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-540-72928-0
- Arnold, D., Furmans, K. (2009): „Materialfluss in Logistiksystemen“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-642-01404-8
- Automation Broschüre (2011): „Automatisierte Systeme“, SSI Schäfer Giebelstadt
- Baumgarten, H. et al. (2004): „Logistik-Management“ Band 1, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 3-540-20660-4
- Becker, J. et al. (2000): „Integrierte Informationssysteme in Handelsunternehmen auf der Basis von SAP-Systemen“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-540-65536-7
- Becker, T. (2008): „Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-540-77555-3
- Bichler, K., Krohn, R. (2001): „Beschaffungs- und Lagerwirtschaft“, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, ISBN: 3-409-30768-0
- Bleisch, G., Weiss, U. (2009): „Verpackungstechnische Prozesse“, Behr's Verlag, ISBN: 978-3-899-47281-3
- Dematic (2011a): Homepage Dematic, URL: <http://www.dematic.com/com/Produkte/Palettiersysteme/AMCAP/page31491.htm>, (Zugriff MEZ 16:00 Uhr, 21.09.2011)
- Dematic (2011b): Homepage Dematic, URL: <http://www.dematic.com/com/Produkte/Lagertechnik/Dematic-Multishuttle/page30931.htm>, (Zugriff MEZ 17:00 Uhr, 20.09.2011)
- Dematic (2011c): Homepage Dematic, URL: <http://www.dematic.com/unternehmen> (Zugriff MEZ 15:00 Uhr, 09.12.2011)
- Dietrich, E. et al. (2007): „Kennzahlensystem für die Qualitätsbeurteilung in der industriellen Produktion“, Hanser Verlag, ISBN: 978-3-446-41053-4
- dispo (2010): „dispo – das österreichische Logistikmagazin für Industrie & Handel“, Weka Verlag, Ausgabe 1-2/2010, S. 16-18
- DLS Broschüre (2011): Distribution Logistics Solutions, Dematic GmbH
- EDEKA (2011): <http://www.edeka.de/RHEINRUHR/Content/de/Aktuelles/News/LogistikzentrumFunktionweise.html>, (Zugriff MEZ 11:19 Uhr, 30.08.2011)
- Ehrmann, H. (1997): „Logistik“, Friedrich Kiehl Verlag GmbH, ISBN: 3-470-47591-1
- Ehrmann, H. (2001): „Logistik“, Friedrich Kiehl Verlag GmbH, ISBN: 3-470-47593-8

- Ergo-Online (2011): Website von Gesellschaft Arbeit und Ergonomie - online e.V., URL: [http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/rechtsgrundlagen/ueberblick/europaeisches\\_arbeitsschutzre.htm](http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/rechtsgrundlagen/ueberblick/europaeisches_arbeitsschutzre.htm) (Zugriff 11.02.2012, MEZ 17:30 Uhr)
- Fischer, W., Dittrich, L. (2004): „Materialfluss und Logistik“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-540-40187-2
- Frazelle, E. (2002): „World-class warehousing and material handling“, Verlag McGraw-Hill Professional, ISBN: 978-0-071-37600-6
- Gabler (2007): „Gabler Kompaktlexikon Logistik“, Springer Verlag, ISBN: 978-3-834-90139-2
- Gladen, W. (2008): „Performance Measurement: Controlling mit Kennzahlen“, Gabler Verlag, ISBN: 3834908271
- Gleißner, H., Femerling J.C. (2008): „Logistik“, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, ISBN: 978-3-8349-0296-2
- Gleiss, M. (2011): „Konzeption eines neuen Verteilzentrums – Aspekte der Nachhaltigkeit“, Leobner Logistik Sommer 2011, Tagungsband
- Gleißner, H., Femerling J.C. (2007): „Logistik“, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, ISBN: 978-3-8349-0296-2
- Global Dematic Logistics Review (2011): Global Dematic Logistics Review, Issue 2, Dematic GmbH
- Götze, U. (2008): „Investitionsrechnung: Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben“, Springer Verlag, ISBN: 978-3-540-78872-0
- Gudehus, T. (2000a): „Logistik 1 – Grundlagen, Verfahren und Strategien“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 3-540-66849-7
- Gudehus, T. (2000b): „Logistik 2 – Netzwerke, Systeme und Lieferketten“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 3-540-66850-0
- Homepage Edeka (2012): URL: [http://www.edeka-gruppe.de/Unternehmen/de/edeka\\_gruppe/gruppenprofil/gruppenstruktur/gruppenstruktur.jsp](http://www.edeka-gruppe.de/Unternehmen/de/edeka_gruppe/gruppenprofil/gruppenstruktur/gruppenstruktur.jsp) (Zugriff 15.01.2012, MEZ 17:00 Uhr)
- Homepage Mercadona (2012): URL: <http://www.mercadona.es/corp/esp-html/empresa.html> (Zugriff: 15.01.2012, MEZ 16:54 Uhr)
- IT Broschüre (2008): IT Systeme: Global Logistics System Partner, SSI Schäfer Noell GmbH
- Jung, H. (2007): „Controlling“, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, ISBN: 978-3-486-58500-1
- Koether, R. (2001): „Technische Logistik“, Carl Hanser Verlag München Wien, ISBN: 3-446-21759-2
- KPMG (2006): „Trends im Handel 2010“, KPMG Deutsche Treuhand-Gesellschaft Aktiengesellschaftgesellschaft
- Krämer, K. (2002): „Automatisierung in Materialfluss und Logistik“, Deutscher Universitäts-Verlag GmbH, ISBN: 3-8244-2152-6

- Logistics (2011): URL: <http://logistics.de/e-logistik-systeme/4-WITRON-Logistiktag-Wettbewerbsfaktor-Kommissionierung>, (Zugriff MEZ 18:00, 02.09.2011)
- Logistik Journal (2011): Logistik Journal, URL: <http://www.logistik-journal.de/index.cfm?pid=1408&pk=92693&img=94952&p=1> (Zugriff MEZ 8:12 Uhr, 04.11.2011)
- Logistik für Unternehmen (2010): Logistik für Unternehmen, Zeitschrift, Springer VDI Verlag, ISSN: 0930-7834, Ausgabe 3/4-2010, Seite 6-9
- Luczak, H., Wiendahl, H.-P. (2003): „Logistik-Benchmarking: Praxisleitfaden mit Logi-BEST“ Springer Verlag, ISBN: 978-3-540-40303-6
- Martin, H. (2006): „Transport- und Lagerlogistik“, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, ISBN: 3-8348-0168-2
- Multishuttle Dematic (2010): Dematic Multishuttle Solutions Broschüre, Dematic GmbH
- Nikles, B.W. (2007): „Methodenhandbuch für den Studien- und Berufsalltag“, LIT Verlag Münster, ISBN: 978-3-825-80417-6
- Osterloh, M., Frost, J. (2006): „Prozessmanagement als Kernkompetenz: Wie Sie Business Reengineering strategisch nutzen können“, Gabler Verlag, ISBN: 978-3-834-90232-0
- Pfohl, H.C. (2009): „Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-642-04161-7
- Planet Retail (2011): Retail Technology Trends 2011, Planet Retail Limited, [www.planetretail.net](http://www.planetretail.net)
- PPS Broschüre (2010): Parallel Picking System, SSI Schäfer Peem GmbH
- PRWeb (2011): Homepage PRWeb, URL: <http://uk.prweb.com/releases/Logistics/Retail/prweb2381934.htm> (Zugriff: 10.10.2011, MEZ 16:00 Uhr)
- RGB Broschüre (2009): Die Familie der Regalbediengeräte, SSI Schäfer Noell GmbH
- Rupper, P., Scheuchzer, R. (1980): „Lagerlogistik“, Verlag industrielle Organisation des Betriebswissenschaftlichen Instituts der ETH Zürich, ISBN: 3-85743-499-6
- SCP Broschüre (2009): Schäfer Case Picking – Vollautomatisches Kommissionieren, SSI Schäfer Noell GmbH
- SCS Broschüre (2009): SCS – Modulares Hochleistungssystem, SSI Schäfer Noell GmbH
- SSI Schäfer (2011a): Homepage SSI Schäfer, URL: <http://www.ssi-schaefer.de/logistiksysteme/sortiersysteme/tourenbereitstellung/konsolidierungssystem-mercury.html> (Zugriff: MEZ 16:04 Uhr, 10.09.2011)
- SSI Schäfer (2011b): Homepage SSI Schäfer, URL: <http://www.ssi-schaefer.de/ssi-schaefer/wir-ueber-uns.html> (Zugriff: MEZ 22:00 Uhr, 08.12.2011)
- SSI Schäfer (2011c): Homepage SSI Schäfer, URL: <http://ssi-schaefer.my/Aktuelles-Detailseite.502+M58a97541690.0.html> (Zugriff MEZ 21:00 Uhr, 02.01.2012)
- SSI Schäfer (2011d): Homepage SSI Schäfer, URL: <http://www.ssi-schaefer.de/logistiksysteme/handlungssysteme/robotik/depalettierung.html> (Zugriff MEZ 21:00 Uhr, 02.01.2012)

- Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2005): „Warehouse Management: Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 3-540-22509-9
- Ten Hompel, M. et al. (2007): „Materialflusssysteme: Förder- und Lagertechnik“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-540-73235-8
- Ten Hompel, M., Schmidt, T. (2008): „Warehouse Management: Organisation und Steuerung von Lager- und Kommissioniersystemen“, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-540-74875-5
- Vahrenkamp, R. (1998): „Logistikmanagement“, R. Oldenbourg Verlag, ISBN: 3-486-24517-1
- VNL (2011): Verein Netzwerk Logistik, URL: <http://www.vnl.at/Sicherheitsbestand.498.0.html> (Zugriff MEZ 12:04 Uhr, 09.11.2011)
- WAMAS Broschüre (2009): WAMAS Logistiksoftware, Salomon Automation GmbH
- Warschun, M., Stratmann, J. (2009): „Discounter als Vorbild? Lernen von Aldi & Co“, Studie A.T. Kearney GmbH
- Wirtschaftslexikon (2011): Gabler Wirtschaftslexikon, URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/lager.html> (Zugriff MEZ 10:53 Uhr, 09.11.2011)
- Wirtschaftslexikon24net (2010): Wirtschaftslexikon24net, URL: <http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/kennzahlensysteme/kennzahlensysteme.htm> (Zugriff: 16.01.2012, MEZ 12:48 Uhr)
- Witron (2010): Newsletter Witron GmbH, Ausgabe März 2010
- Witron (2011a): Homepage Witron GmbH, URL: <http://www.witron.de/weltneuheit-com/enthuellung.php> (Zugriff MEZ 12:04 Uhr, 30.08.2011)
- Witron (2011b): Homepage Witron GmbH, URL: <http://www.witron.de/php/detail.php?bereichid=2&artikelid=425> (Zugriff MEZ 13:30 Uhr, 30.08.2011)
- Witron (2011c): Homepage Witron GmbH, URL: <http://www.witron.de/php/detail.php?bereichid=2&artikelid=427> (Zugriff MEZ 13:35 Uhr, 30.08.2011)
- Witron (2011d): Homepage Witron GmbH, URL: <http://www.witron.de/> (Zugriff MEZ 19:28 Uhr, 30.11.2011)
- Witron (2011e): Homepage Witron GmbH, URL: <http://www.witron.com/php/detail.php?bereichid=6&artikelid=191> (Zugriff MEZ 19:28 Uhr, 30.11.2011)
- Witron (2011f): Homepage Witron GmbH, URL: <http://www.witron.de/php/detail.php?bereichid=2&artikelid=361> (Zugriff MEZ 14:40 Uhr, 30.12.2011)

## Anhang



Abbildung 55: Witron, DPP Dynamic Pallet Picking<sup>214</sup>



Abbildung 56: SSI Schäfer, SCP Lidl Kirchheim<sup>215</sup>

---

<sup>214</sup> Quelle: Witron (2011c)

<sup>215</sup> Quelle: SSI Schäfer (2011c)



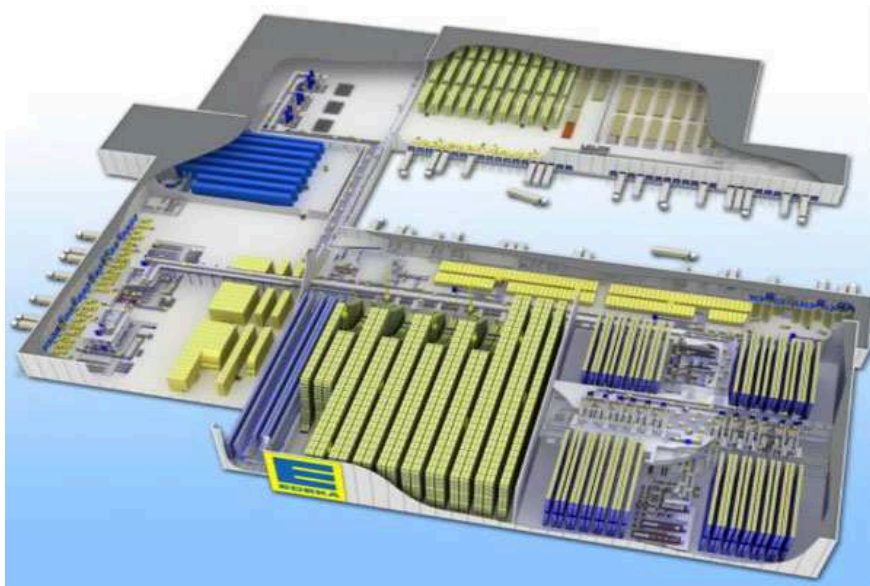


Abbildung 57: Witron, Edeka Hamm Layout <sup>216</sup>



Abbildung 58: Witron, Edeka Hamm, COM <sup>217</sup>

---

<sup>216</sup> Quelle: EDEKA (2011)

<sup>217</sup> Quelle: EDEKA (2011)



Abbildung 59: Witron, Edeka Hamm, AKL <sup>218</sup>



Abbildung 60: Witron, Edeka Hamm, HRL <sup>219</sup>

---

<sup>218</sup> Quelle: EDEKA (2011)

<sup>219</sup> Quelle: EDEKA (2011)



Abbildung 61: Dematic, Dansk Supermarket Gruppen, Layout<sup>220</sup>



Abbildung 62: Dematic, Depalettierung Bina<sup>221</sup>

---

<sup>220</sup> Quelle: PRWeb (2011)

<sup>221</sup> Quelle: Logistik für Unternehmen (2010)





Abbildung 63: Dematic, Multishuttle Captive, Bina<sup>222</sup>



Abbildung 64: Dematic, Kommissionierung Bina<sup>223</sup>

---

<sup>222</sup> Quelle: Logistik für Unternehmen (2010)

<sup>223</sup> Quelle: Logistik für Unternehmen (2010)

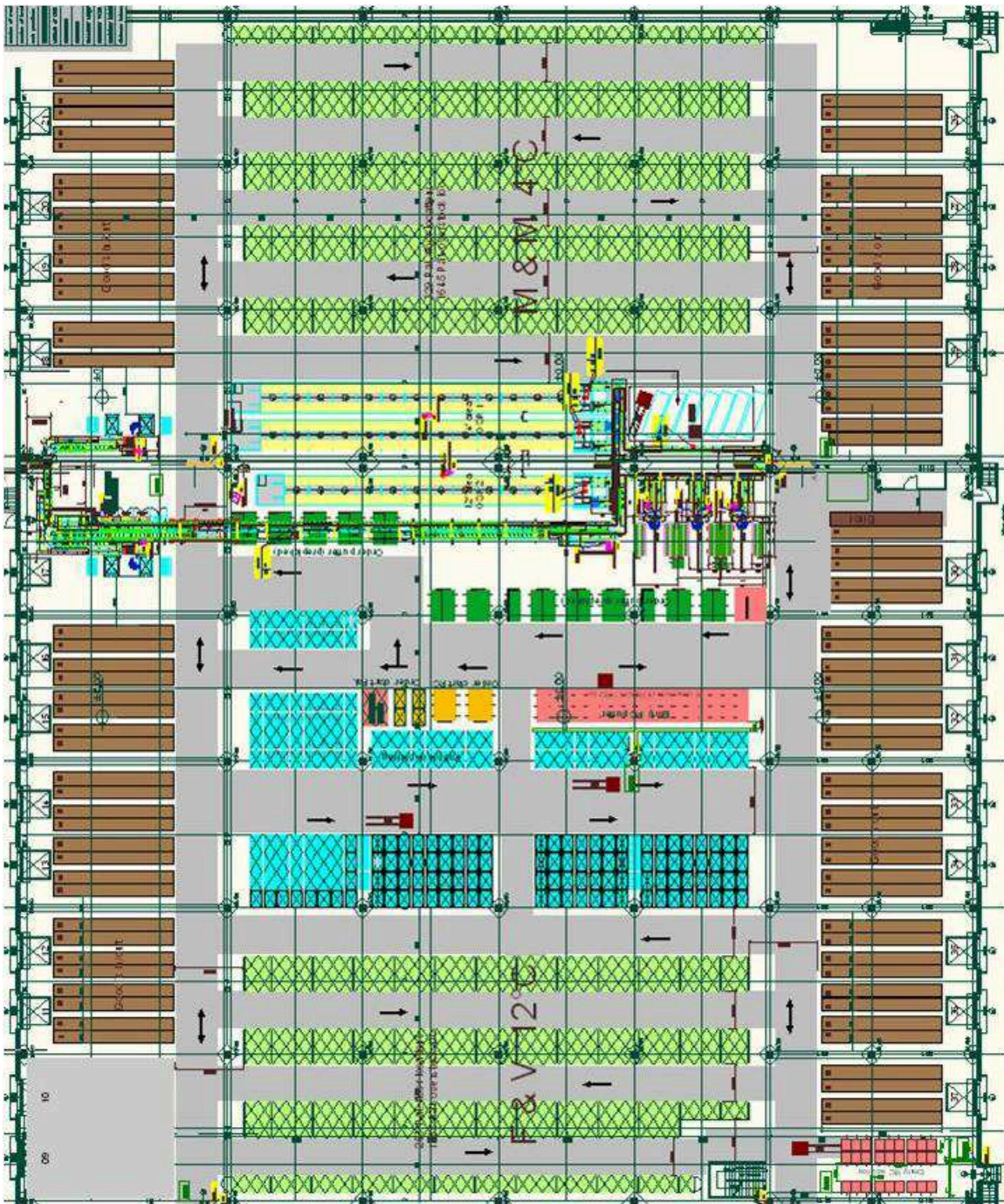


Abbildung 65: KNAPP, TUS Celje Layout<sup>224</sup>

<sup>224</sup> KNAPP-interne Quelle (20)



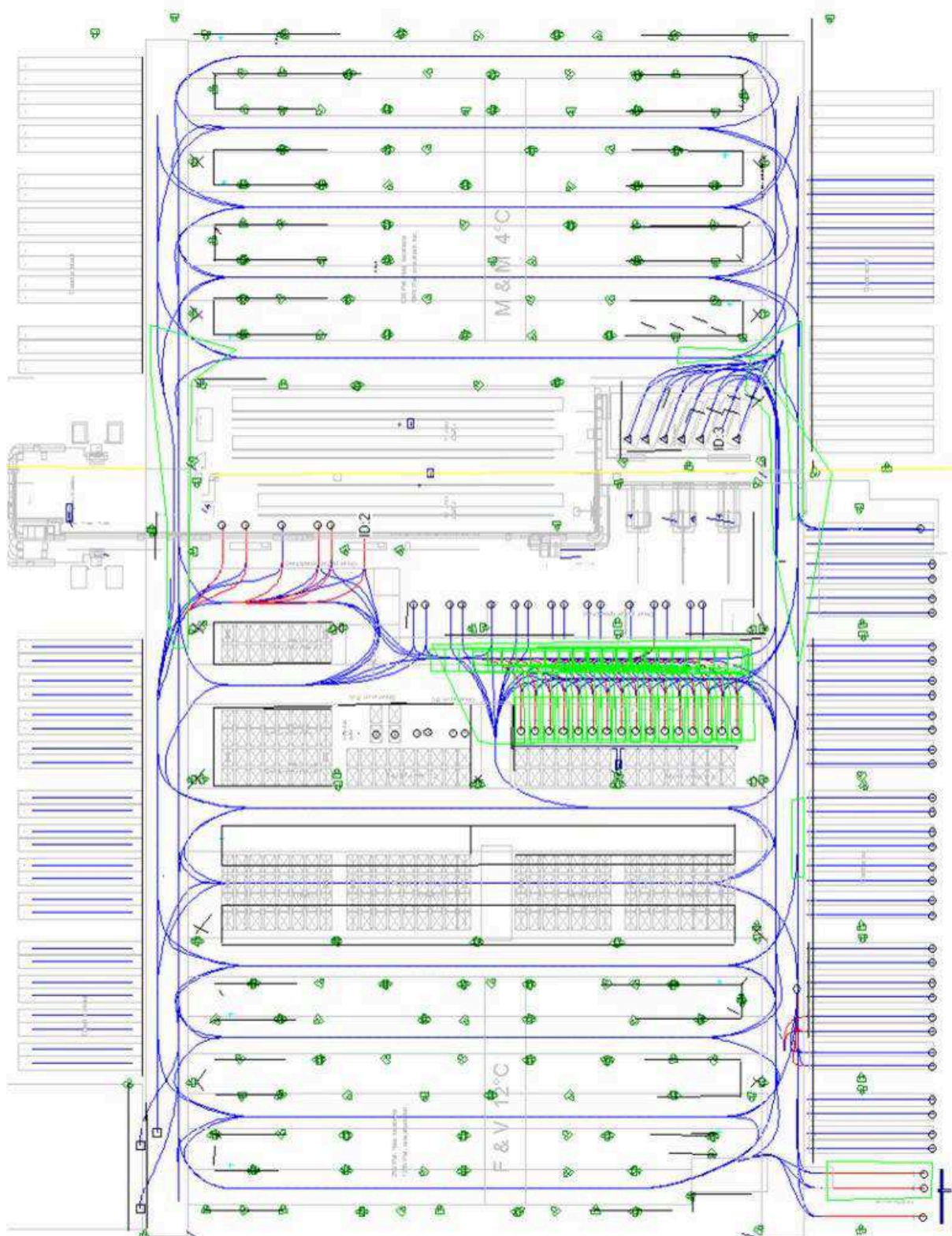


Abbildung 66: KNAPP, TUS Celje Layout, AUTOMOVE Fahrwege<sup>225</sup>

<sup>225</sup> KNAPP-interne Quelle (20)

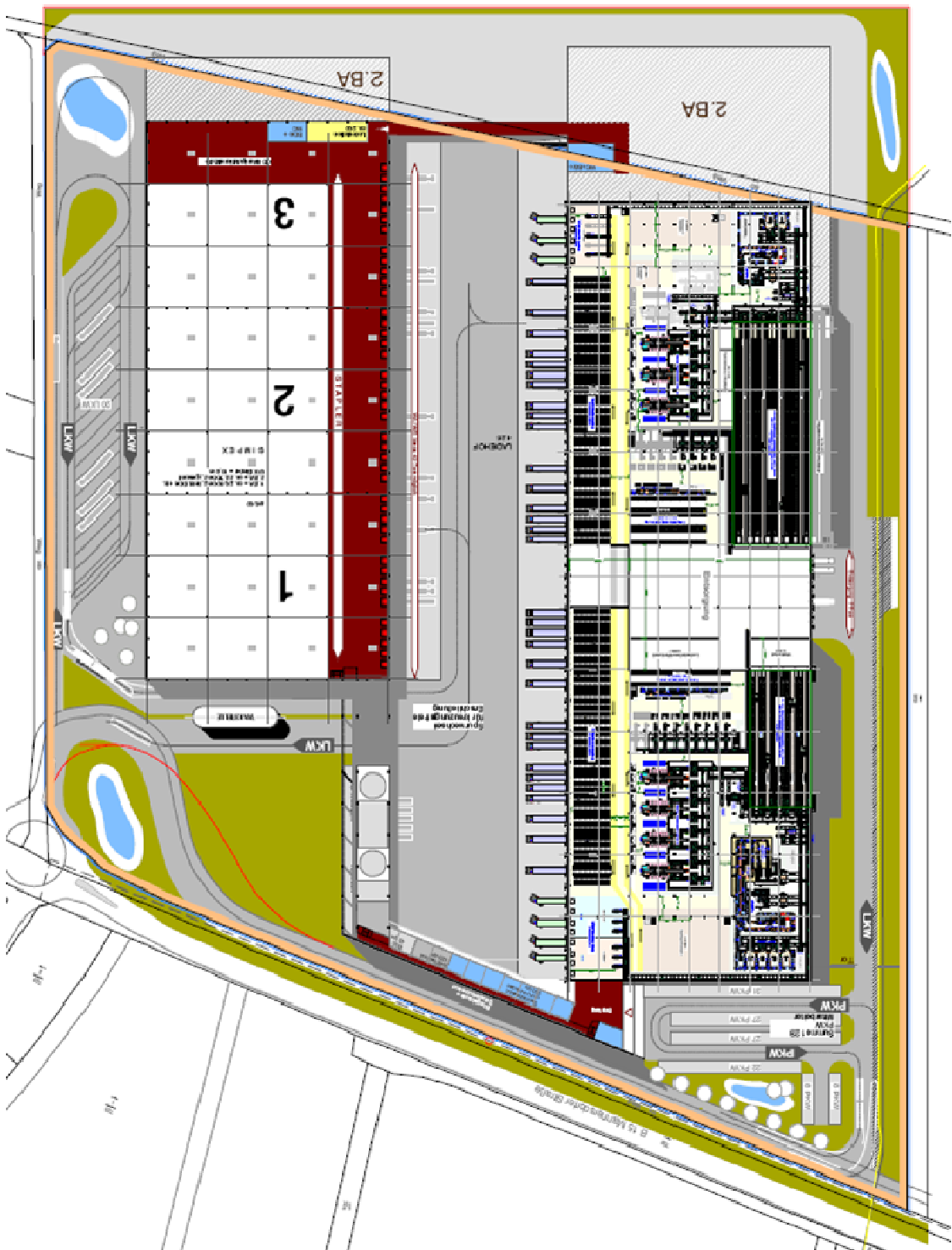


Abbildung 67: KNAPP, Spar Layout Gesamt<sup>226</sup>

<sup>226</sup> KNAPP-interne Quelle (21)



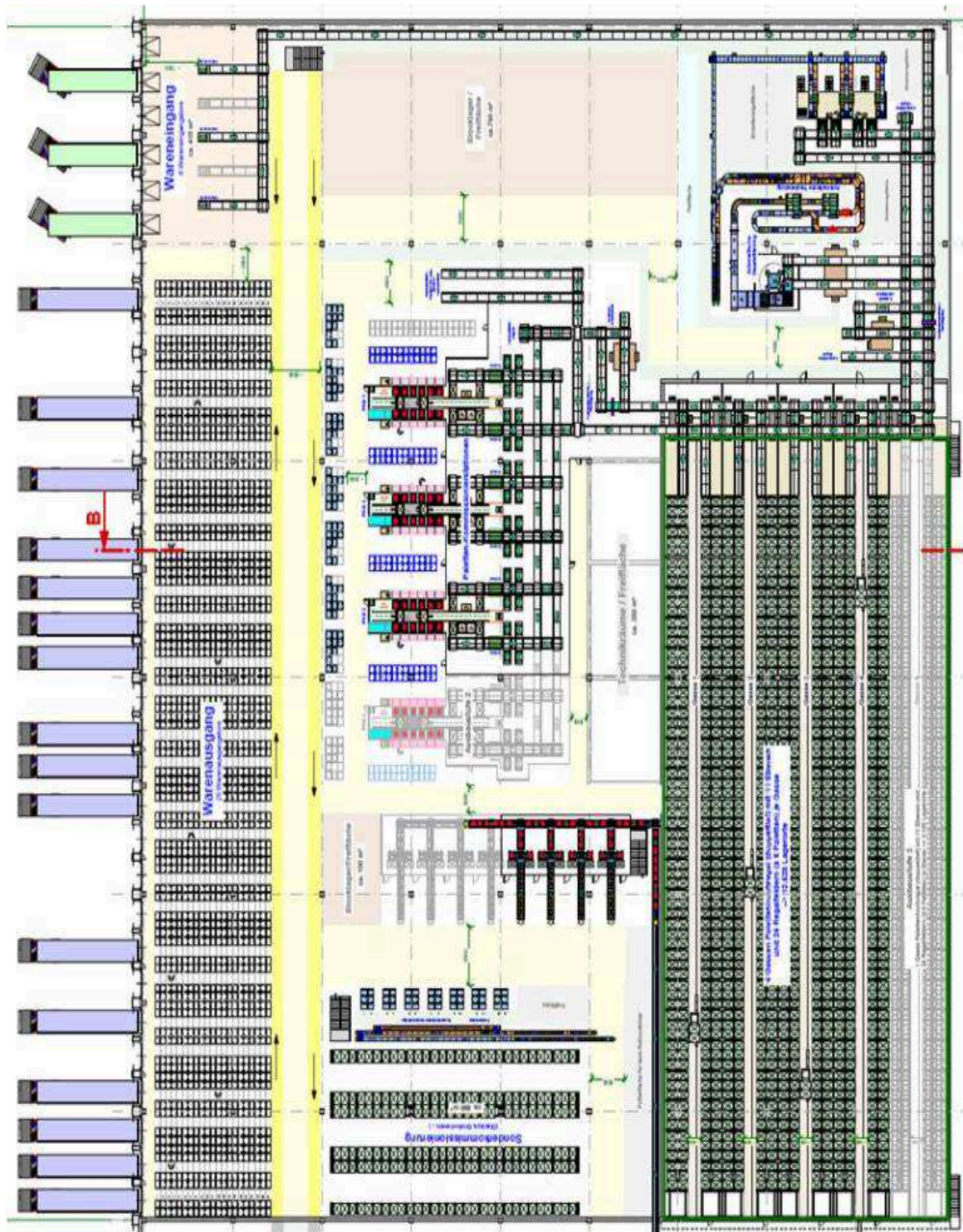


Abbildung 68: KNAPP, Spar Layout TS EG<sup>227</sup>

<sup>227</sup> KNAPP-interne Quelle (21)



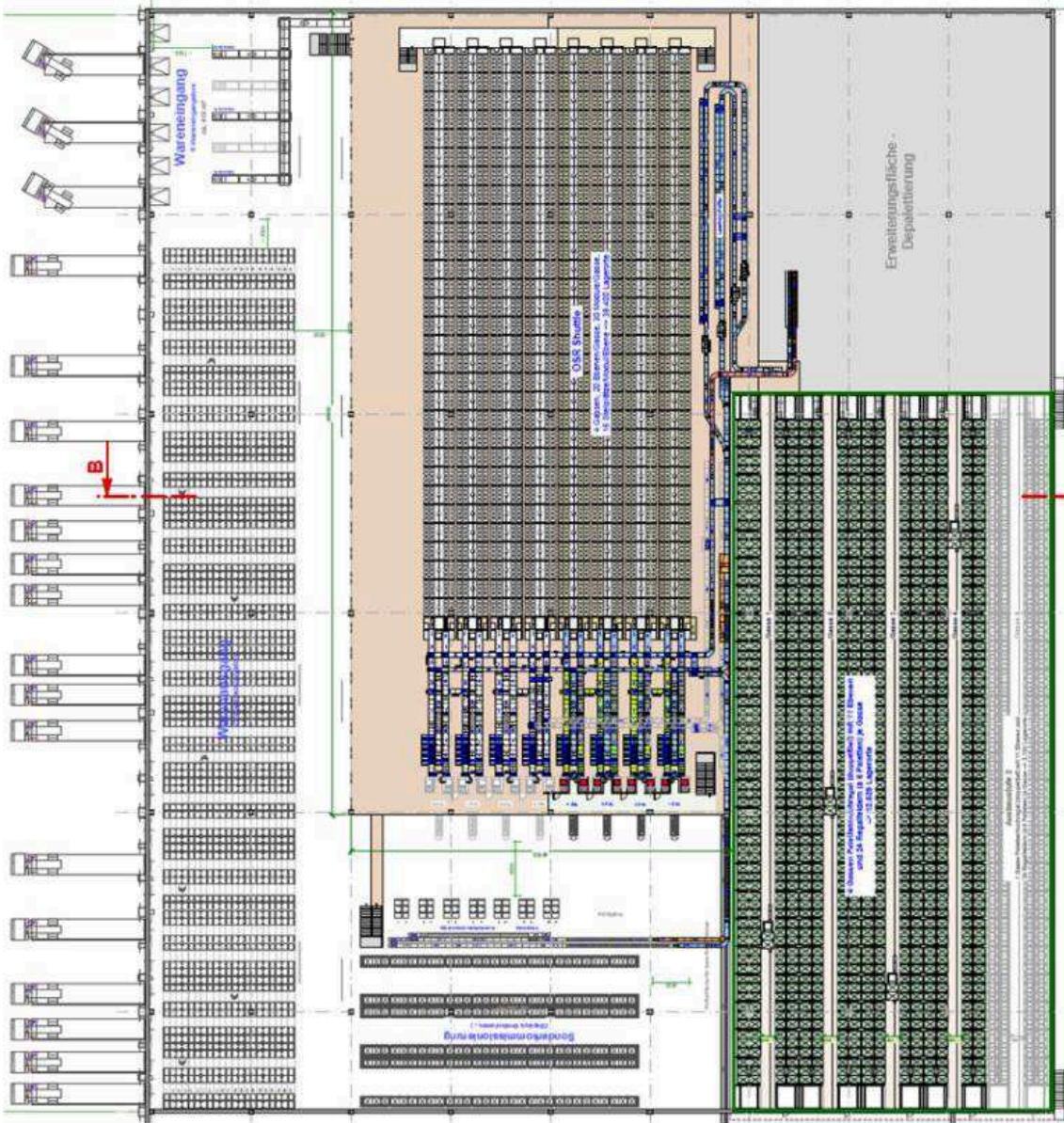


Abbildung 69: KNAPP, Spar Layout TS OG<sup>228</sup>

<sup>228</sup> KNAPP-interne Quelle (21)

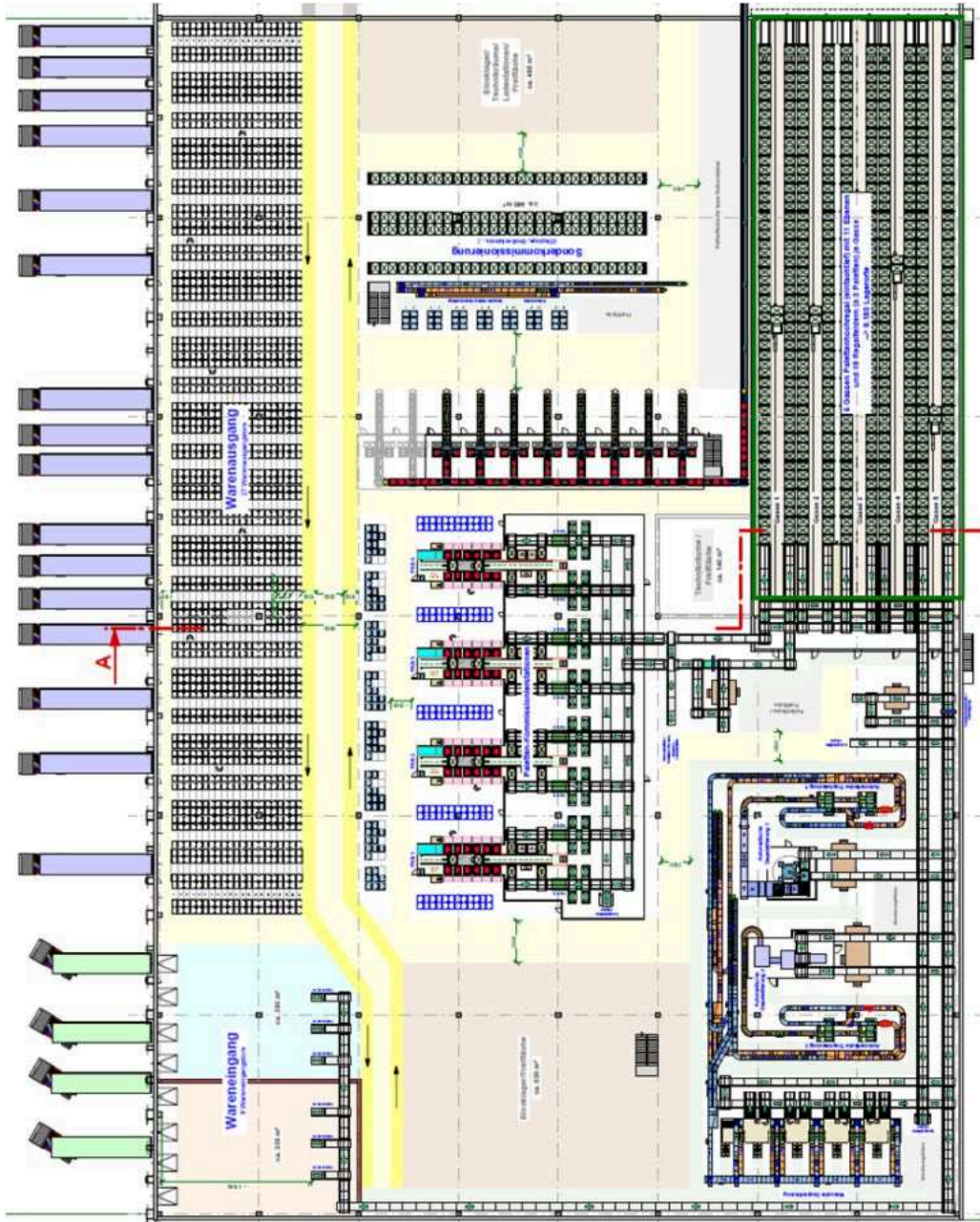


Abbildung 70: KNAPP, Spar Layout FD EG<sup>229</sup>

<sup>229</sup> KNAPP-interne Quelle (21)



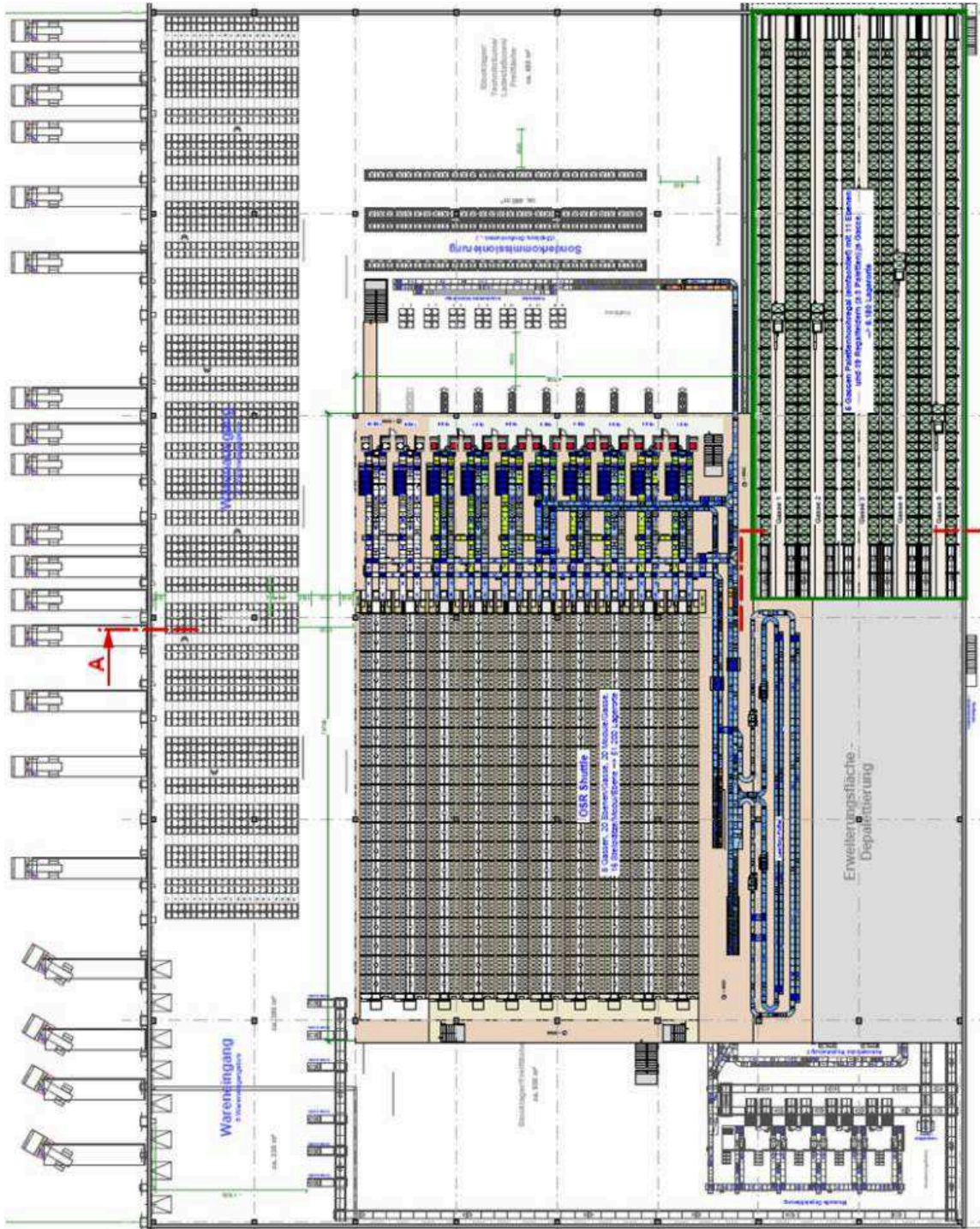


Abbildung 71: KNAPP, Spar Layout FD OG<sup>230</sup>

<sup>230</sup> KNAPP-interne Quelle (21)





Abbildung 72: KNAPP, Migros Plastikkisten<sup>231</sup>



Abbildung 73: KNAPP, Migros Plastikkisten auf Tray<sup>232</sup>

---

<sup>231</sup> KNAPP-interne Quelle (19)

<sup>232</sup> KNAPP-interne Quelle (19)

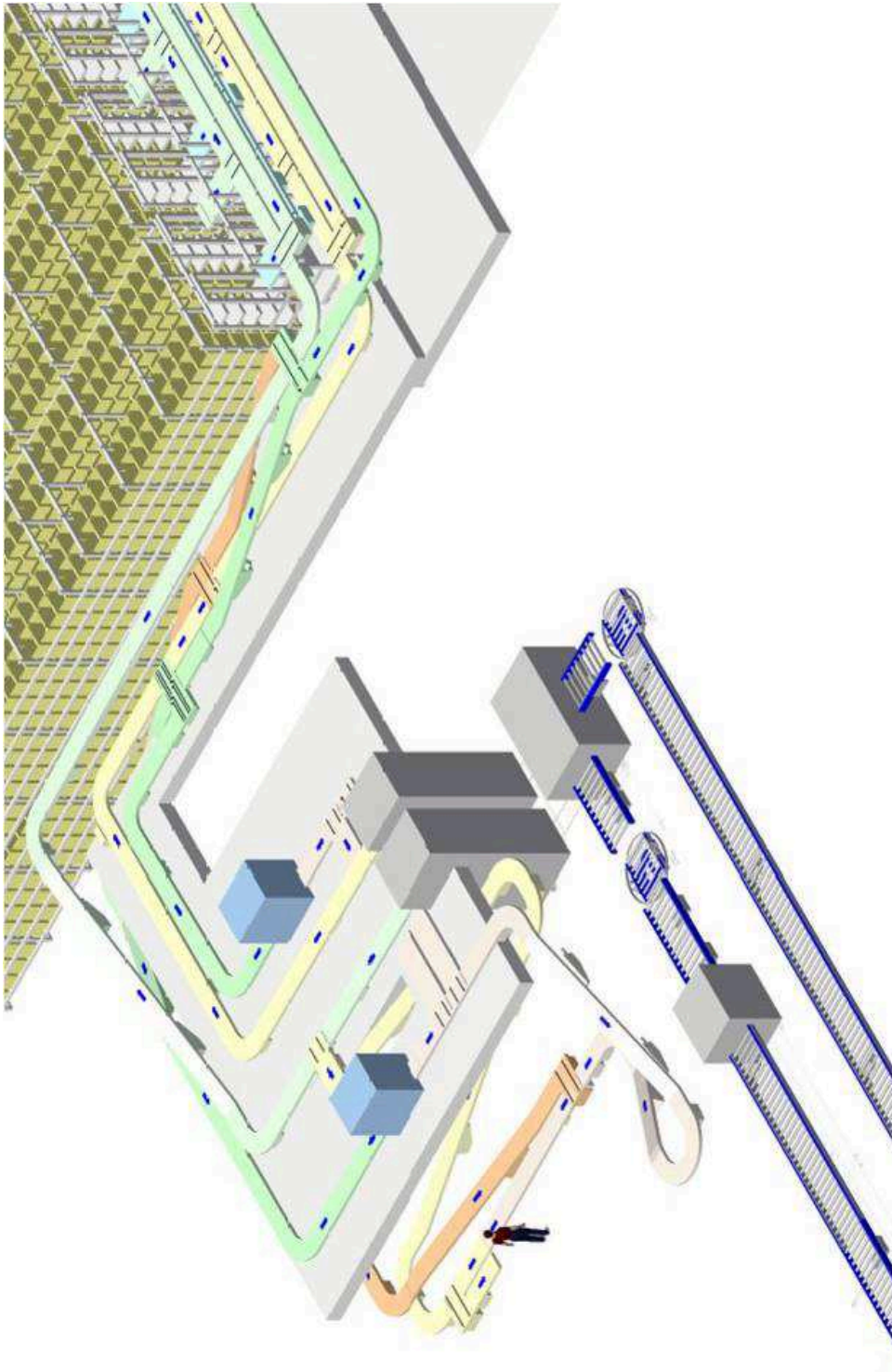


Abbildung 74: KNAPP, Migros Layout 1 <sup>233</sup>

<sup>233</sup> KNAPP-interne Quelle (19)

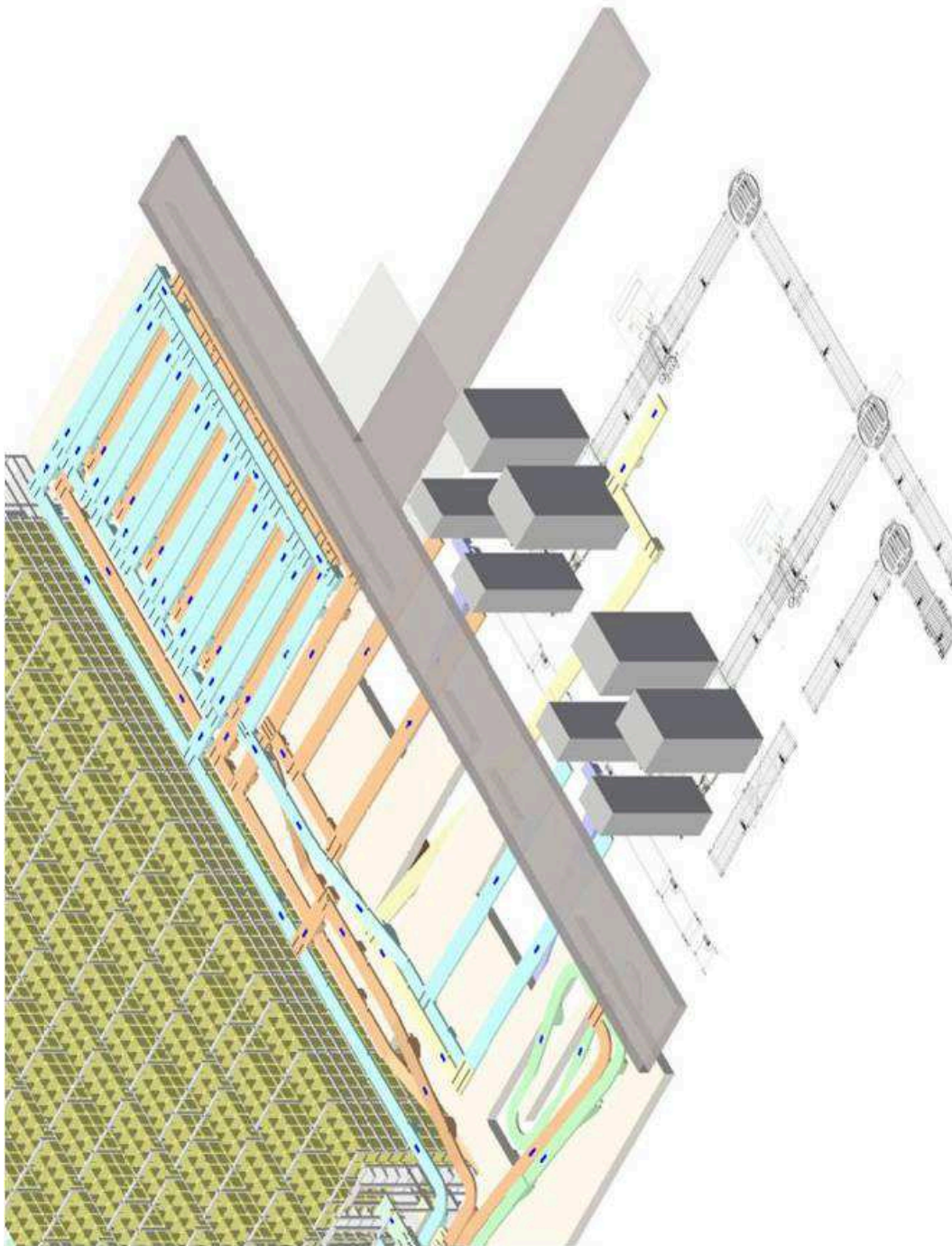


Abbildung 75: KNAPP, Migros Layout 2<sup>234</sup>

---

<sup>234</sup> KNAPP-interne Quelle (19)