

# **Diplomarbeit**

Nr. VLG/01/2016

## **Entwicklung von Konzepten zur Reduzierung des Logistik-Flächenbedarfes im Rahmen der Fertigungsneustrukturierung eines Elektronikfertigers**

eingereicht an der Fakultät Kraftfahrzeugtechnik  
der Westsächsischen Hochschule Zwickau  
zur Erlangung des akademischen Grades eines

### **Diplomingenieurs (FH)**

**vorgelegt von:**

**cand. ing. Kauk, Michel**

**geb. am 12.02.1981**

**Studiengang Verkehrssystemtechnik**

**Studienschwerpunkt Verkehrslogistik**

Auftraggeber:

ELECTRONICON Kondensatoren GmbH  
Keplerstraße 2  
07549 Gera

Erstbetreuer der Hochschule:

Frau Prof. Dr.-Ing. Andrea Kobyłka

Zweitbetreuer der Hochschule:

Herr Prof. Dr.-Ing. Andreas Schuster

Betreuer des Auftraggebers:

Herr Harald Kante

## I Autorenreferat

Angesichts technologischer Weiterentwicklungen und daraus resultierender Änderungen der Marktnachfrage sind Unternehmen gezwungen, sich diesen Trends anzupassen, um weiterhin erfolgreich agieren zu können. Folglich auch die Firma ELECTRONICON Kondensatoren GmbH. Diese hat, aufgrund zwei sich divergent entwickelnder Produktionsbereiche, zwei Diplomarbeiten in Auftrag gegeben, die sich mit der Fertigungsneustrukturierung inklusive Reduzierung des Logistikflächenbedarfs befassen sollen.

Die Aufgabe dieser Diplomarbeit ist es, dem Unternehmen einen neuen Logistikablauf zu präsentieren, welcher das Ziel einer Reduzierung des Logistikflächenbedarfs erfüllt. Weiterhin soll, im Zuge dieser Diplomarbeit, eine vollständige Beräumung der Lager Kauffolie und Wickel erreicht werden, um geplante Umbaumaßnahmen in diesem Bereich verwirklichen zu können.

Damit ein erfolgreiches Ergebnis zu erzielen ist, wird bereits mit einer detaillierten Ist-Analyse die Grundlage geschaffen. Die daraufhin erzielten Ergebnisse und gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen es, sowohl technische als auch organisatorische Lösungsmaßnahmen zu entwickeln. Mit Hilfe dieser Maßnahmen wird dem Unternehmen ein detaillierter Logistikablauf, inklusive Alternativen, unterbreitet und somit das ausgegebene Ziel erreicht.

## **II Selbstständigkeitserklärung**

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen übernommene Textstellen, Bilder, Tabellen u. a. sind unter Angabe der Herkunft kenntlich gemacht.

Weiterhin versichere ich, dass diese Arbeit noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt wurde.

Zwickau, den 30.06.2016

---

Michel Kauk

---

### III Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
<b>I Autorenreferat</b>	<b>II</b>
<b>II Selbstständigkeitserklärung</b>	<b>III</b>
<b>III Inhaltsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>IV Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>V Formelverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1 Definition Logistik	3
2.2 Definition Kommissionierung	3
2.3 Definition Lager	4
2.4 Bodenlagerung	4
2.5 Lagerfläche	5
2.5.1 Bruttolagerfläche	5
2.5.2 Nettolagerfläche	5
2.5.3 Berechnung Nettolagerfläche „Blocklager“	5
2.6 Verkehrswege, Weg- und Arbeitsgangbreiten	8
2.6.1 Definition Verkehrswege	8
2.6.2 Weg- und Gangbreiten	8
2.6.3 Arbeitsgangbreite für Stapler und Hubwagen	11
<b>3 Ausgangssituation</b>	<b>12</b>
3.1 Die Produkte	12
3.2 Das Produktionsgebäude 2	17
3.3 Das Produktionsgebäude 3	22
<b>4 Ist-Analyse</b>	<b>23</b>
4.1 Einleitung Ist-Analyse	23
4.2 Ist-Analyse Logistikablauf	24

---

4.3	Ist-Analyse Logistikablauf Teil 1	24
4.4	Ist-Analyse Logistikablauf Teil 2	30
4.5	Ist-Analyse Logistikablauf Teil 3	39
4.6	Zusammenfassung der Probleme	44
4.7	Ist-Analyse Logistikflächen	47
4.8	Ist-Analyse Logistikfläche Teil 1	48
4.9	Ist-Analyse Logistikfläche Teil 2	50
4.10	Ist-Analyse Logistikfläche Teil 3	52
4.11	Kostenermittlung Logistikflächen	53
4.12	Ermittlung Arbeitsgang- und Wegbreite	54
4.13	Ist-Analyse Dauer Materialbereitstellung	57
<b>5</b>	<b>Lösungsmaßnahmen</b>	<b>64</b>
5.1	Ausgangssituation und Grundlagen	64
5.2	Organisatorische Änderungen	65
5.3	Einsatz technischer Hilfsmittel	70
5.4	Auswertung und Lösung Beräumung Ebene 5	80
<b>6</b>	<b>Logistikablauf neu</b>	<b>85</b>
6.1	Einleitung Logistikablauf neu	85
6.2	Logistikablauf neu Teil 1	86
6.3	Logistikablauf neu Teil 2	90
6.4	Logistikablauf neu Teil 3	92
6.5	Logistikablauf neu Teil 4	96
6.6	Auswertung der Potentiale und Risiken des neuen Logistik-ablaufs	98
6.7	Alternativen für Ablauf und Anordnung	101
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>104</b>
<b>VI</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>VII</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>XI</b>
<b>VIII</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>XIII</b>
<b>IX</b>	<b>Anlagenverzeichnis</b>	<b>XV</b>

## IV Abkürzungsverzeichnis

<b><u>Abkürzung</u></b>	<b><u>Erläuterung:</u></b>
ASR	Arbeitsstättenrichtlinie
Ast	Arbeitsgangbreite
EP	Europalette
FFG	Flurfördergerät
GKK	Geschäftsbereich Kondensatoren Kleinkondensatoren
GKL	Geschäftsbereich Kondensatoren Leistungskondensatoren
Grund BV-Lager	Grundbauvorschrift-Lager
GVW	Geschäftsbereich Vorfertigung Wickelei
KLT	Kleinladungsträger
KW	Kalenderwoche
LA	Lastenaufzug
LE	Leistungselektronik
LE-Kondensatoren	Leistungselektronik Kondensatoren
Leiko	Leistungskondensatoren
Leuko	Leuchtenkondensatoren
LIFO	Last In, First Out
MA	Mitarbeiter
Motko	Motorkondensatoren
MP	Mischpalette
PK-Kondensatoren	Plastikkopf-Kondensatoren
VP	Vollpalette
WA	Warenausgang
WAL	Warenausgangslager
WE	Wareneingang
WEL	Wareneingangslager

## V Formelverzeichnis

	<u>Seite</u>
Formel 1 Berechnung Gesamtlänge Block	6
Formel 2 Berechnung Gesamtbreite Block	6
Formel 3 Berechnung Gesamtfläche Block	6
Formel 4 Berechnung Mindestbreite Gang	10
Formel 5 Berechnung Gesamtkosten Logistikfläche	53
Formel 6 Berechnung Gesamtfläche für Wickelstellplätze	81
Formel 7 Berechnung Anzahl Europaletten pro Tag	135
Formel 8 Berechnung Anzahl Europaletten pro Anlieferung	135
Formel 9 Berechnung prozentuale Verteilung Mischpaletten	137
Formel 10 Berechnung prozentuale Verteilung Vollpaletten	137
Formel 11 Berechnung Anzahl der jeweiligen EP pro Bestellung	139
Formel 12 Berechnung Dauer Materialbereitstellung je Palette und Ebene PG 3	141
Formel 13 Berechnung Anzahl Ladevorgänge pro Bestellung	144
Formel 14 Berechnung Gesamtanzahl EP bei vollständiger Auslastung LA	144
Formel 15 Berechnung Gesamtdauer pro Ladevorgang	144
Formel 16 Berechnung Gesamtdauer Ladevorgang	144
Formel 17 Berechnung Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug	145
Formel 18 Berechnung Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3	146
Formel 19 Berechnung Gesamtdauer Transport	146
Formel 20 Berechnung Gesamtdauer Bereitstellung in Materialschleuse PG 2	147
Formel 21 Berechnung Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug PG 2	148
Formel 22 Berechnung Gesamtfahrzeiten Lastenaufzug in EG PG 2	149
Formel 23 Berechnung Gesamtdauer Beladung Lastenaufzug	149

# 1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit ist das zweite und abschließende Kapitel eines Projektes, das durch einen Elektronikfertiger in Auftrag gegeben wurde. Bei diesem Elektronikfertiger handelt es sich um die Firma ELECTRONICON Kondensatoren GmbH. ELECTRONICON Kondensatoren GmbH ist ein thüringisches Unternehmen mit Sitz in Gera. Jedoch war es bis zur Gründung und Namensgebung ein langer Weg. Den Ursprung hatte das Unternehmen bereits im Jahr 1938, als verlagerte Forschungs- und Produktionsstätte der „Siemens & Halske AG“. Doch schon 10 Jahre später kam der erste Wechsel. Durch die Überführung in Staatseigentum im Oktober 1948 war das Unternehmen fortan als „VEB RFT-Kondensatorenwerk Gera“ bekannt. Es folgten weitere Wechsel, bis schließlich die Treuhand das Unternehmen 1992 privatisierte und aus der „ELECTRONICON GmbH“ die Firma „ELECTRONICON Kondensatoren GmbH“ entstand. /HOCH-13; GERA-07/

Aufgrund einer permanenten Produkterweiterung und –optimierung ist es der Firma ELECTRONICON Kondensatoren GmbH gelungen, zu einem der führenden Hersteller von Kondensatoren in Europa aufzusteigen. /ELEC-16/ Verteilt auf die Standorte Gera-Keplerstraße, Gera-Pforten und Gera-Hermsdorf werden, neben Kondensatoren für die unterschiedlichsten Einsatzbereiche, weitere elektronische Bauteile und Komponenten gefertigt. Aber auch ein Teil der benötigten Vorproduktion wird vom Unternehmen selber durchgeführt. Am Hauptstandort Gera-Keplerstraße, der zugleich der betrachtete Standort dieser Arbeit ist, ist die Produktion vorrangig auf Kondensatoren ausgelegt. Getrennt nach Geschäftsbereich und aufgeteilt auf zwei Ebenen werden hier zylindrische Großkondensatoren für Leistungselektronik bzw. Leuchten- und Motorkondensatoren gefertigt.

Seit dem Jahr 2002 zeichnen sich unterschiedliche Entwicklungen dieser Sparten ab. Lag 2002 der Anteil am Gesamtumsatz im Bereich der Leuchtenkondensatoren bei etwas weniger als 60 % und die Leistungselektronik bei 5,3%, ist 10 Jahre später ein deutlich anderer Trend erkennbar. Mit 57,9 % bildet jetzt die Leistungselektronik den Hauptteil am Gesamtumsatz, während die Sparte der Leuchtenkondensatoren nur noch bei 11,5% liegt. Dieser Rückgang liegt vor allem in der LED-Technik, die die Beleuchtungsbranche verändert hat und konventionelle Leuchtmittel allmählich verdrängt. /HOCH-13/



Prognosen im Unternehmen zufolge werden sich diese Entwicklungen weiter fortsetzen. Folglich wird das Ressort der zylindrischen Großkondensatoren für Leistungselektronik die Kapazitätsgrenzen bald erreicht haben und die Leuchtenkondensatoren das Potential nicht mehr vollkommen ausschöpfen. Aus diesen Gegebenheiten hat das Unternehmen zwei Diplomarbeiten in Auftrag gegeben. Während im ersten Teil dieses Gesamtprojektes die flächenminimierende und materialflussorientierte Neustrukturierung der Fertigung die Aufgabe war (vgl. /HART-16/), ist das Thema dieser Diplomarbeit: „Entwicklung von Konzepten zur Reduzierung des Logistik-Flächenbedarfes im Rahmen der Fertigungsneustrukturierung eines Elektronikfertigers“. Darüber hinaus wird, zusätzlich zu den Bereichen der zylindrischen Großkondensatoren und Leuchten- und Motorkondensatoren, ein weiterer Bereich in dieser Diplomarbeit betrachtet und bearbeitet. Bei diesem Bereich handelt es sich um eine Räumlichkeit, in der zwei Lager infolge von Flächenknappheit entstanden sind. Hierbei liegt das Ziel in einer vollständigen Beräumung.

Nicht betrachtet und folglich kein Bestandteil dieser Arbeit sind Analysen, die sich auf Grundlage der materialflussorientierten Neustrukturierung ergeben, Kostenschätzungen und –berechnungen, Vergleiche verschiedener Anbieter für technische Hilfsmittel sowie detaillierte Personalplanungen. Des Weiteren ist, bedingt durch unvollständige Informationen, eine detaillierte Analyse zum aktuellen und zukünftigen Produktions- bzw. Leistungsprogramm der Logistik nicht möglich.

Um die ausgegebenen Ziele zu erreichen, wird mit theoretischen Grundlagen der Logistik, gesetzlichen Richtlinien und weiteren Informationen bereits auf die Problematik eingegangen. In der anschließenden Ausgangssituation werden noch einmal die, speziell am Standort, gefertigten Produkte sowie örtlichen Gegebenheiten beschrieben und erläutert. Im direkten Anschluss erfolgt die detaillierte Ist-Analyse. Diese Analyse bildet die Grundlage zum Ableiten von Lösungsmaßnahmen für die Reduzierung des Logistikflächenbedarfs sowie der vollständigen Beräumung des Bereichs der zwei Lager. Im letzten Teil der Diplomarbeit wird der Firma ELECTRONICON Kondensatoren GmbH ein neuer und detailliert beschriebener Logistikaufbau präsentiert. Die Grundlage der Neuplanung beruht dabei auf der Vorzugsvariante der vorangegangenen Diplomarbeit. Die zusätzlich erarbeiteten Alternativen für Ablauf und Anordnung sollen dem Unternehmen weiteren Handlungsspielraum ermöglichen.

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Definition Logistik

In Deutschland noch kein halbes Jahrhundert alt, erfuhr die „Logistik“ auch hierzulande schnell einen großen Stellenwert.

Erstmals in Verbindung mit dem Militärwesen des 19. Jahrhunderts erwähnt, umfasste die Logistik alle Aufgaben, Tätigkeiten und Planungen die für Truppentransporte und jegliche Materialversorgungen nötig waren. /KRAM-12/

In der heutigen Zeit kann die Logistik folgendermaßen definiert werden. Sie beinhaltet das Gestalten von Logistiksystemen und Steuern der, sich im System befindlichen, Logistikprozesse. Hierbei zählen zu den logistischen Prozessen der Transport, der Umschlag, die Lagerung und das Kommissionieren. Um die Logistikdefinition zu vervollständigen, bedarf es noch drei wichtiger Punkte, welche nicht zu vernachlässigen sind. Logistik benötigt ein Informations- und Kommunikationssystem zum Steuern der Prozesse, eine vollständige Betrachtung aller Prozesse und Logistik ist, aufgrund ihrer sowohl technischen als auch ökonomischen Aufgaben, als interdisziplinär anzusehen. Folglich ist die Logistik ein Teil der Wirtschaftswissenschaft, der Ingenieurwissenschaft und der Informatik. /ARNO-08/

### 2.2 Definition Kommissionierung

Kommissionierung ist ein wichtiger Bestandteil der innerbetrieblichen Logistik. Sie resultiert aus der Entscheidung eines Auftraggebers, gewünschte Güter zu festgelegten Bedingungen (Art, Zustand, Quantität, Kaufpreis, Lieferkonditionen) vom Auftragnehmer zu erstehen. /HOMP-11b/

Das Ziel der Kommissionierung ist das vorgegebene Zusammenstellen (Auftrag) von Teilmengen (Artikel) aus einer verfügbaren Warenmenge (Sortiment). Als Resultat ergibt sich die zur Verfügung gestellte Kommission des Auftraggebers. Dabei unterscheidet sich die Kommissionierung in zwei Systeme der Bereitstellart. Diese sind einerseits das „Mann-zur-Ware System“ (statisch) und andererseits das „Ware-zum-Mann System“ (dynamisch). /KRAM-12/

Entspricht die gewünschte Menge exakt einer Lagereinheit „[der] artikelreine[n] Palette<sup>1</sup>“ (nachfolgend Vollpalette bzw. VP genannt), kann die Ware direkt ausgelagert

---

<sup>1</sup> enthält nur ein bestimmtes Produkt auf einer Ladeinheit /HOMP-11a/

und kundengerecht bereitgestellt werden. Werden Teilmengen von mehreren Artikeln angefordert, ist es erforderlich, diese in kundenwunschgerechte Versandeinheiten, der sogenannten „Mischpalette<sup>2</sup>“ (MP), zusammenzustellen. Folglich ist die Obliegenheit der Kommissionierung die Zufriedenstellung von geforderten Kundenwünschen. /HOMP-11b/

## 2.3 Definition Lager

Bei dem Begriff „Lager“ handelt es sich um Räumlichkeiten, Gebäude oder Flächen zum Deponieren, Sammeln, Puffern und Verteilen von Waren, Gütern, Materialien etc. Des Weiteren bietet ein Lager Schutz z.B. vor Umwelteinflüssen (Nässe, Hitze, Staub usw.) oder vor unberechtigtem Zugriff durch Fremde. /HOMP-11a/

In /ARNO-08, S. 373/ wird dazu festgestellt: „Lagern als Funktion kann als geplante Unterbrechung des Materialflusses bezeichnet werden (...) und entsteht überall dort, wo ankommende und abgehende Güterströme zeitlich nicht synchron sind.“

Welche unterschiedlichen Funktionen mit dazugehörigen Aufgaben Lager ausüben zeigt die in Anlage 4, Seite 106 dargestellte Grafik.

## 2.4 Bodenlagerung

Die einfachste Lagerart ist die Bodenlagerung. Hierbei werden die Ladeeinheiten direkt auf dem Boden gelagert. Diese „ungestapelte“ Lagerung ist mit einem hohen Flächenverbrauch verbunden und deshalb selten in geschlossenen Räumlichkeiten vorzufinden. Primärer Einsatz ist auf Freiflächen mit einer geringen Anzahl an verschiedenen Artikeln. /ARNO-08/

Ist aufgrund der Beschaffenheit (Statik, Festigkeit) der Ladeeinheiten das Stapeln möglich, so ist auch das Volumen des Lagers besser nutzbar und kann als „Blocklager“ ausgeführt werden. /BODE-04/

Die dabei zur Verfügung stehenden Arten der Lagerung sind das Bodenblock- und Bodenzeilenlager. Wie Abbildung 2-1 auf Seite 5 zeigt, unterscheiden sich die beiden Lager in der Art des Stapelns der Ladeeinheiten.

---

<sup>2</sup> enthält verschiedene Produkte auf einer Ladeeinheit /HOMP-11a/

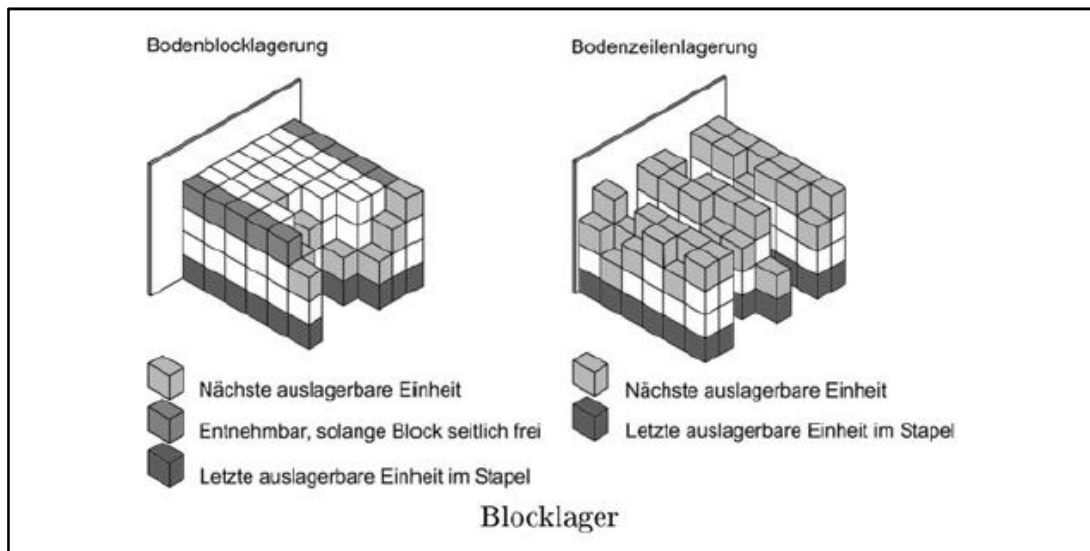


Abbildung 2-1 Blocklager /HOMP-11a, S. 36/

Die Vorteile dieser Lagerung sind minimale Investitionskosten und wenig benötigte Technik. Als Nachteil dieser Lagerung ist die schlechte Zugriffsmöglichkeit zu nennen. Werden Waren/Güter benötigt, die sich auf unteren bzw. hinteren Plätzen befinden, entsteht ein Mehraufwand durch Umstapeln der Lagereinheiten. /BODE-04/

## 2.5 Lagerfläche

### 2.5.1 Bruttolagerfläche

Ist die nutzbare Lagerfläche nach Abzug von Nebenflächen für Wareneingang, -ausgang, Bereitstellflächen, Flächen für Retouren usw. /HOMP-11a/

### 2.5.2 Nettolagerfläche

Die Nettolagerfläche ist das Ergebnis aus Bruttolagerfläche nach Abzug der Verkehrsfläche. /HOMP-11a/

### 2.5.3 Berechnung Nettolagerfläche „Blocklager“

Für die Reduzierung des Logistikflächenbedarfs ist es erforderlich, die aktuell vorherrschenden Flächenbedarfe in den betrachteten Bereichen zu kennen und zu ermitteln. Hierfür wird es für jede einzelne Fläche eine Berechnung geben. Wie die Berechnung je Fläche erfolgt, wird nachfolgend mit Formeln sowie an einem Beispiel erklärt. Des Weiteren werden zur Berechnung benötigte Werte genannt und Festlegungen getroffen.

Die für die Berechnung benötigten Werte sind die Maße einer Europalette:

- 1200 mm x 800 mm

Die Festlegungen, die getroffen werden, sind die dazugehörigen Manipulations- und Sicherheitsabstände. Die Manipulationsabstände dienen zum Unterstützen für Rangieraufwendungen und befinden sich zwischen den Europaletten (EP) sowie zwischen der letzten Europalette und der dahinterliegenden Wand bzw. sonstiger Abgrenzung. Die Sicherheitsabstände sollen Paletten oder sonstige gelagerte Güter vor Beschädigung schützen. Diese befinden sich am seitlichen Beginn und Ende eines jeden Blockes. Je nach Abgrenzung der Logistikflächen oder Ansichtswiese kann der Sicherheitsabstand vor der ersten Europalette auch als Manipulationsabstand angesehen werden. Der festgelegt Wert beträgt:

- 100 mm /KOBV-12/

Aufgrund dessen, dass Manipulations- und Sicherheitsabstand mit gleichem Wert festgelegt sind und zur Vereinfachung der späteren Berechnungstabellen wird lediglich der Manipulationsabstand genannt. Dieser beinhaltet beide benötigten Werte. Die zur Berechnung notwendigen Formeln definieren sich wie folgt:

**Formel 1 Berechnung Gesamtlänge Block**

Gesamtlänge Block =

$(\text{Anzahl Manipulationsabstände} \times \text{Manipulationsabstand}) + (\text{Anzahl EP} \times \text{Länge EP})$

**Formel 2 Berechnung Gesamtbreite Block**

Gesamtbreite Block =

$(\text{Anzahl Manipulationsabstände} \times \text{Manipulationsabstand}) + (\text{Anzahl EP} \times \text{Breite EP})$

**Formel 3 Berechnung Gesamtfläche Block**

Gesamtfläche Block = Gesamtlänge Block x Gesamtbreite Block

Für die Beispielrechnung soll Abbildung 2-2 zum Verständnis beitragen.

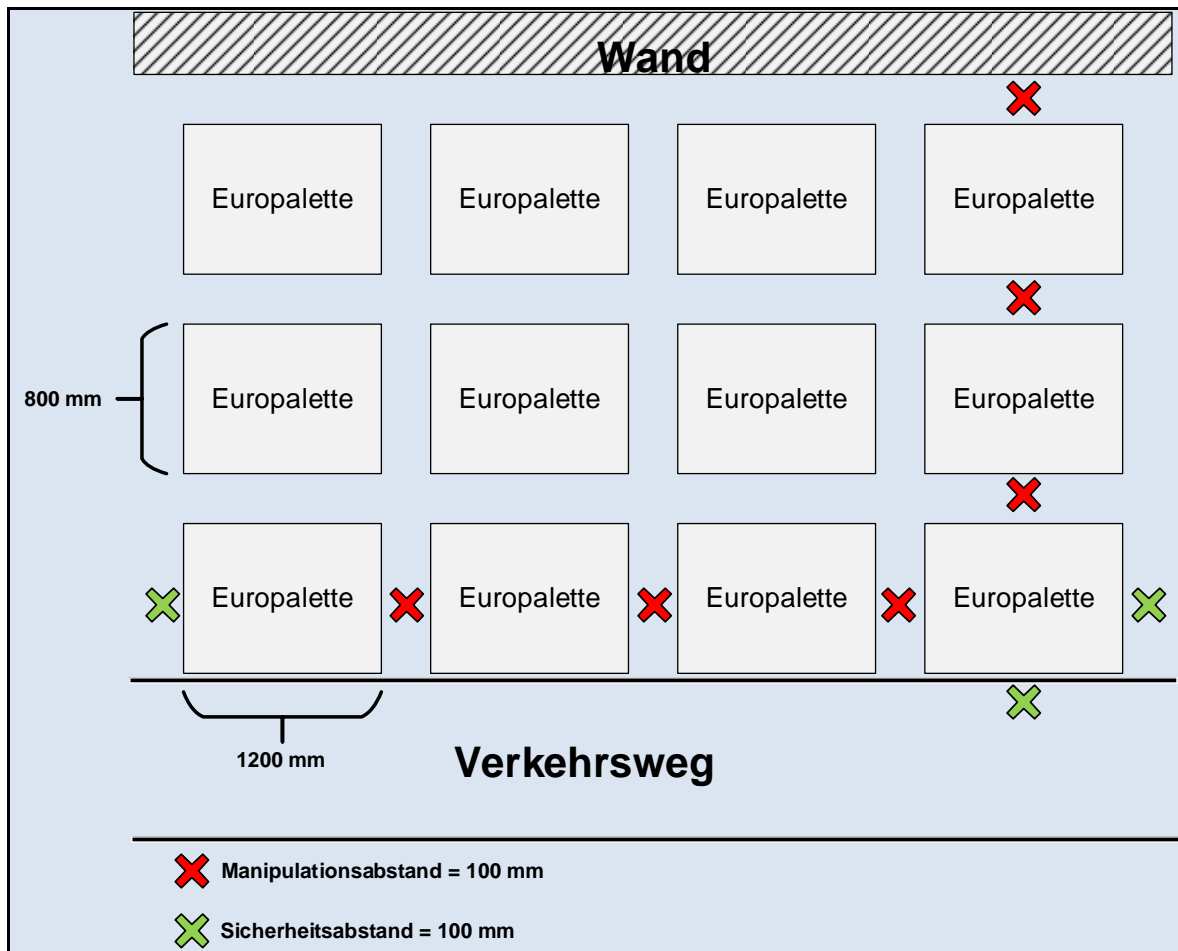


Abbildung 2-2 Beispiel Prinzipskizze für Blockberechnung

Für dieses Beispiel ergeben sich mit, Hilfe der Formeln 1, 2 und 3 auf Seite 6, folgende Berechnungstabelle:

Tabelle 1 Beispiel Blockrechnung

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamtbreite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamtlänge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	4	1,20	4,80	Europaletten	3	0,80	2,40	12
Manipulationsabstände	5	0,10	0,50	Manipulationsabstände	4	0,10	0,40	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>5,30</b>			<b>Summe</b>	<b>2,80</b>	<b>14,84</b>

Für die durchgeführte Rechnung wurden alle Werte mit der SI-Einheit „Meter“ berechnet. Das Ergebnis der Beispielrechnung zeigt, dass die Nettfläche des Blockes in etwa 15 m<sup>2</sup> beträgt.

## 2.6 Verkehrswege, Weg- und Arbeitsgangbreiten

### 2.6.1 Definition Verkehrswege

Verkehrswege sind bestimmte Bereiche in einem Betrieb oder auf einer Baustelle, für Fußgänger und/oder Fahrzeuge (personengesteuert oder automatisch). Zu ihnen zählen insbesondere Flure und Gänge einschließlich Laufstege und Fahrsteige, Bühnen und Galerien, Treppen, ortsfeste Steigleitern und Laderampen. Diese Verkehrswege und Auslegungen sind in der „Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) für Verkehrswege A1.8“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) geregelt. /BUND-16/

### 2.6.2 Weg- und Gangbreiten

Für sämtliche Flurförderfahrzeuge gibt es Gesetze, die Verkehrswege für den innerbetrieblichen Transport vorschreiben. Folglich dürfen nicht alle Bereiche eines Unternehmens befahren werden bzw. benötigen eine Sondererlaubnis, die das Befahren im Ausnahmefall erlaubt. /BODE-04/

In /BUND-16/ werden die Wege für Fußgängerverkehre nach der folgenden Tabelle ausgelegt:

**Tabelle 2 Mindestbreite der Wege für den Fußgängerverkehr /BUND-16/**

Verkehrsweg	Lichte Breite [m]
Die Mindestbreite von Verkehrswegen ergibt sich aus den Breiten von Fluchtwegen der ASR A2.3 (diese richten sich nach der Anzahl der Personen im Einzugsgebiet):	
bis 5	0,875
bis 20	1,00
bis 200	1,20
bis 300	1,80
bis 400	2,40
	Eine Unterschreitung der Mindestbreite der Flure von maximal 0,15 m an Türen kann vernachlässigt werden. Die lichte Breite darf jedoch an keiner Stelle weniger als 0,80 m betragen.

Weiter Tabelle 2: Mindestbreite der Wege für den Fußgängerverkehr /BUND-16/

Gänge zu persönlich zugewiesenen Arbeitsplätzen, Hilfstreppen	0,60
Wartungsgänge, Gänge zu gelegentlich benutzten Betriebs-einrichtungen	0,50
Verkehrswege für Fußgänger	
- zwischen Lagereinrichtungen und -geräten	1,25
- in Nebengängen von Lagereinrichtungen für die ausschließliche Be- und Entladung von Hand	0,75
Verkehrswege zwischen Schienenfahrzeugen mit Geschwindigkeiten $\leq 30$ km/h und ohne feste Einbauten in den Verkehrswegen	1,00
Rangiererwege	1,30

Die für den Fahrzeugverkehr notwendige Mindestwegbreite ergibt sich aus der Summe:

- größte Breite Transportmittel oder Ladegut ( $a_T$ )
- Randzuschlag ( $Z_1$ )
- Begegnungszuschlag ( $Z_2$ ). /BUND-16/

Dabei sind die Werte für „Randzuschlag ( $Z_1$ )“ und „Begegnungszuschlag ( $Z_2$ )“ nach der in /BUND-16/ niedergeschriebenen Tabelle 3 definiert und gelten für Geschwindigkeiten  $\leq 20$  km/h.

Tabelle 3 Mindestmaße Randzuschlag und Begegnungszuschlag für  $v \leq 20$  km/h /BUND-16/

Betriebsart	Randzuschlag	Begegnungszuschlag
Fahrzeugverkehr	$2 Z_1 = 2 \times 0,50 \text{ m} = 1,00 \text{ m}$	$Z_2 = 0,40 \text{ m}$
Gemeinsamer Fußgänger- und Fahrzeugverkehr	$2 Z_1 = 2 \times 0,75 \text{ m} = 1,50 \text{ m}$	$Z_2 = 0,40 \text{ m}$

Die Mindestbreite für den Fahrzeugverkehr ergibt sich aus Formel 4 Seite 10 und ist in Abbildung 2-3, Seite 10 grafisch veranschaulicht.



## Formel 4 Berechnung Mindestbreite Gang

$$\text{Mindestbreite Gang} = 2 \times a_T + 2 \times Z_1 + Z_2$$

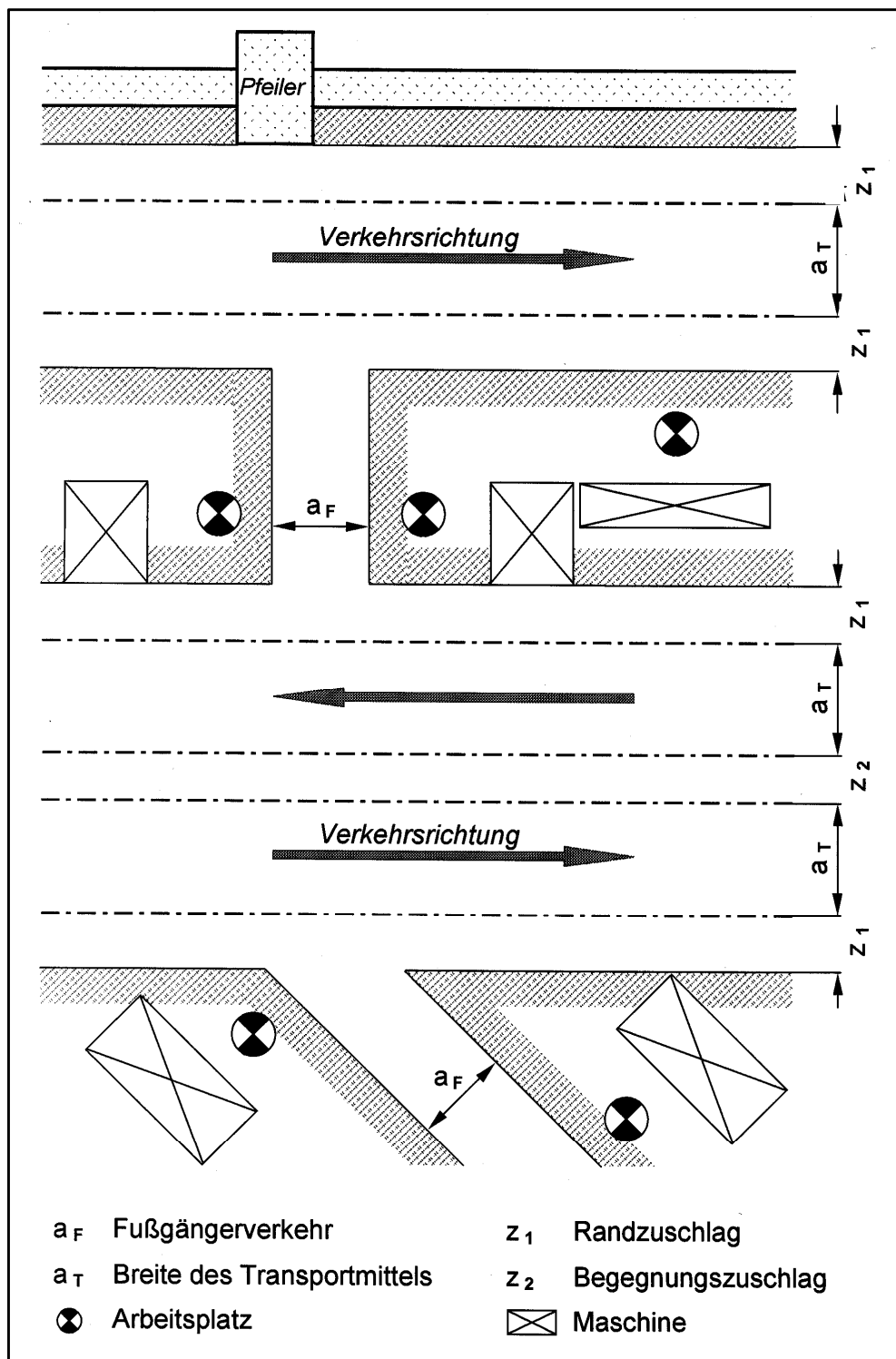


Abbildung 2-3 Verkehrswegbreiten /BUND-16/

Aufgrund des vorherrschenden Einrichtungsverkehrs entfällt der „Begegnungszuschlag ( $Z_2$ )“ sowie einmal „größte Breite Transportmittel oder Ladegut ( $a_T$ )“.

### 2.6.3 Arbeitsgangbreite für Stapler und Hubwagen

Die Arbeitsgangbreite (Ast) ist die Wegbreite eines Staplers bzw. Hubwagens, die zum Ausüben seiner Funktionen zwischen Lagerregalen, Containern, Kisten oder Gütern benötigt wird. „Ast“ ist die Angabe für die Breite des Ganges, die benötigt wird, um eine Last rechtwinklig ein- und auszustapeln ohne dabei über vorhandene Lasten zu heben. Der benötigte Bedarf der Gangbreite richtet sich nach Fahrzeuglänge, Lastlänge und -breite, Wendigkeit des Hubwagens sowie dem Sicherheitsabstand (Sicherheitsabstand  $a = 200 \text{ mm}$ ), wie Abbildung 2-4 zeigt. Des Weiteren ist zu erwähnen, je größer die Verkehrsfläche, desto kleiner die Lagerfläche. Folglich beeinflusst die Arbeitsgangbreite eines Hubwagens bzw. Gabelstaplers wesentlich den Nutzungsgrad eines Lagers. /JUNG-16/

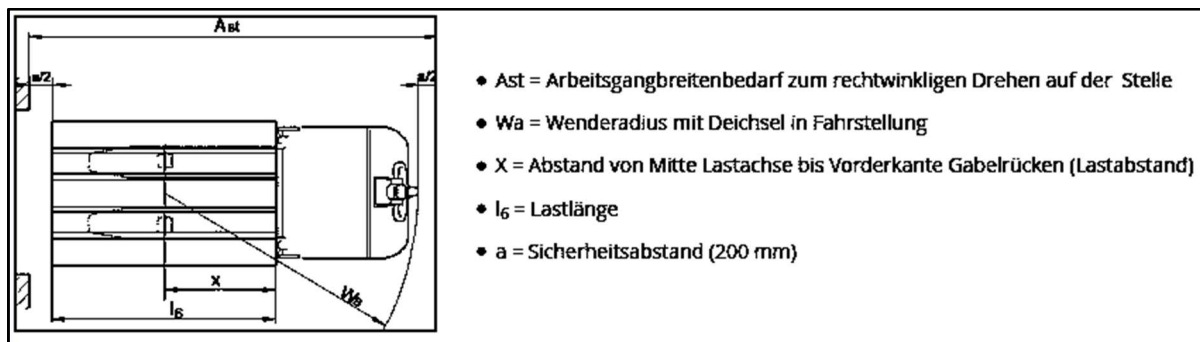


Abbildung 2-4 Zusammensetzung Arbeitsgangbreite (Ast) /JUNG-16/

### 3 Ausgangssituation

#### 3.1 Die Produkte

Wie aus dem Firmennamen „ELECTRONICON Kondensatoren GmbH“ zu erkennen ist, liegt das Hauptaugenmerk in der Produktion von Kondensatoren. Angefangen bei kleinen Kondensatoren für Haushaltsgeräte und Leuchten über Kondensatoren für regenerative Energien (Photovoltaik, Windkraftanlagen etc.) bis hin zu schweren, großvolumigen Kondensatoren für die Bahntechnik verfügt das Unternehmen über eine große Produktpalette. Doch nicht nur der Einsatzbereich führt zu einer großen Variantenvielfalt, auch das Innenleben und die Bauart eines Kondensators sind dafür maßgebend. Demnach sind Kondensatoren beispielsweise 1- oder 3-phasig, werden gas- bzw. ölfüllt oder erhalten einen speziellen Kunst-Harz-Verguss. Neben Drähten und Anschlüssen sind die wesentlichen Bauteile eines Kondensators Becher, Wickel und Deckel, wie Abbildung 3-1 zeigt.

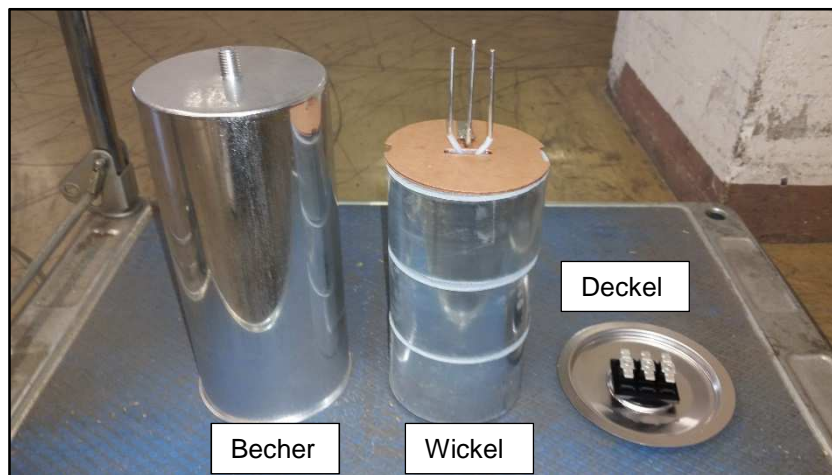


Abbildung 3-1 Hauptkomponenten eines Kondensators

Um einen Überblick zu erhalten, welche Kondensatoren bzw. Baureihen am Standort „Keplerstraße“ gefertigt werden, folgt eine Auflistung inklusive bildliche Darstellung.

## **275 MKPG gasgefüllt und MKP(D)**

Diese gas- und ölgefüllten Kondensatoren sind geeignet für Anwendungen in der Leistungsfaktorkorrektur. /ELEC-16/



Abbildung 3-2 Kondensator MKPG gasgefüllt und MKP(D) ölgefüllt /ELEC-16/

## **E62-3ph AC Filter**

Entwickelt wurden diese Kondensatoren für komplizierte Betriebsbedingungen, die bei der Oberwellenfilterung in Dreiphasennetzen und beim Einsatz in Windkraftanlagen vorkommen. /ELEC-16/



Abbildung 3-3 Kondensator E62-3ph AC Filter /ELEC-16/

**E50 PK16 DC**

Aufgrund seiner hohen Energiedichte kann dieser Kondensator Batterien serienschalteter Elektrolytkondensatoren und große quaderförmige Folienkondensatoren ersetzen. /ELEC-16/



Abbildung 3-4 Kondensator E50 PK16 DC /ELEC-16/

**E51 AC/DC**

Dieser Kondensator hat sein Einsatzgebiet in der Leistungselektronik wird trocken gefertigt und besitzt keine aufwendigen Anschlüsse. Das Innere des Bechers ist in PUR-Harz vergossen. /ELEC-16/



Abbildung 3-5 Kondensator E51 AC/DC /ELEC-16/

## E63 DC

Die mit Pflanzenöl gefüllten E63 DC Kondensatoren sind für Anwendungen mit hohen überlagerten Wechselfspannungen geeignet. /ELEC-16/



Abbildung 3-6 Kondensator E63 DC /ELEC-16/

## E53 AC/DC

E53 Kondensatoren sind in Harz vergossen, besitzen eine niedrige Eigeninduktivität und ermöglichen den Einsatz in Hochstrom-Anwendungen im mittleren Frequenzbereich. /ELEC-16/



Abbildung 3-7 Kondensator E53 AC/DC /ELEC-16/

### **E12/E33 Typ B und Klasse P2**

Die ölgefüllten Baureihen E12 und E33 finden Einsatz als Wechselspannungskondensatoren in der Blindleistungskompensation bzw. Leistungselektronik und sind universell für Leuchten- und Motoranwendungen geeignet. Die Baureihe Klasse P2 hat dieselben Anwendungsgebiete und ist in ihren Sicherheitstechniken und ihrem Aussehen dem Typ B identisch. /ELEC-16/



**Abbildung 3-8 Kondensator E12/E33 Typ B /ELEC-16/**

### **E13 Typ B**

E13 Typ B sind AC-Kondensatoren für Reihenkompensation. Aufgrund dessen, dass einige Energieversorger in Netzen mit Rundsteuerfrequenzen über 250 Hz diese Kompensationsart vorschreiben, wird dieser Kondensatortyp eingesetzt. Die Duo-Schaltung hat den Vorteil, dass der Flimmereffekt des ausgesendeten Lichtes vermieden wird. /ELEC-16/



**Abbildung 3-9 Kondensator E13 Typ B /ELEC-16/**

### **280 MKP UHD ölgefüllt**

Anders als beim traditionellen imprägnierten Heavy Duty Kondensator in ALLFILM- bzw. MKV-Technologie besitzt diese Baureihe ein trockenes Dielektrikum. /ELEC-16/



Abbildung 3-10 Kondensator 280 MKP UHD ölgefüllt /ELEC-16/

Weitere Baureihen, die ebenfalls am Standort „Keplerstraße“ gefertigt werden, zu denen es weder Beschreibungen noch grafische Darstellungen gibt sind:

- 243...; 259...; 277...; E15...; E36...; E54...; E55... und E57...

Zusätzlich zu den eben beschriebenen und genannten Kondensatoren gehören weitere Produkte zum Portfolio des Unternehmens. Demnach werden bei ELECTRONICON Kondensatoren GmbH verschiedene Drosselarten, automatische Blindleistungsregler, Thyristorschalter sowie Kondensatorenmodule und –anlagen gefertigt. /ELEC-16/

## **3.2 Das Produktionsgebäude 2**

Anders als bei vielen produzierenden Unternehmen, ist, wie in Abbildung 3-11 zu sehen, das Produktionsgebäude 2 (PG 2) ein Komplex, welcher sich über fünf Ebenen erstreckt.



Abbildung 3-11 Produktionsgebäude 2



Neben Geschäftsführung, Büroräumen, Prüflaboren sowie den produzierenden Abteilungen befinden sich zusätzlich zwei Lager in diesem Gebäude. Diese befinden sich in der obersten Etage des PG 2. Alle Ebenen sind durch Treppenhäuser und Fahrstühle miteinander verbunden. Zusätzlich verfügt das PG 2 über eine Materialschleuse und zwei Lastenaufzüge. Hierbei ist ein Lastenaufzug (LA) so ausgelegt, dass alle Gebäudeebenen angefahren werden können. Während der zweite Lastenaufzug ausschließlich die Ebenen 2 und 4 bedient. Im PG 2 sind die Grundflächen aller Etagen gleich groß, lediglich im hinteren Produktionsbereich des Erdgeschosses ist ein zusätzlicher Anbau für die Trocknung von Kondensatoren vorhanden. Unterschiede zwischen den Ebenen gibt es in der Art des Innenausbaus sowie des Geschäftsbereichs. Die Ebenen, die für die Bearbeitung dieser Diplomaufgabe betrachtet werden, sind das Erdgeschoss sowie die zweite und vierte Etage. Bei diesen Bereichen handelt es sich zum einen um produzierende Geschäftsbereiche, zum anderen um den Bereich, in dem sich die zwei Lager befinden.

Bedingt durch die Größe des Komplexes und der damit verbundenen Lesbarkeit ist die dazugehörige Darstellung des Lageplans in einem zusätzlichen Ordner angelegt. Die entsprechende Information ist mit einem Querverweis im Anlagenverzeichnis hinterlegt. Weiterhin werden ausschließlich die Pläne des Erdgeschosses und der zweiten Etage dargestellt. Für die vierte Etage existieren keine vollständigen bzw. baulich aktuellen Lagepläne.

Beginnend mit dem Erdgeschoss werden nachfolgend die relevanten Ebenen beschrieben. Aufgrund dessen, dass die erste und dritte Etage für die Bearbeitung der Diplomaufgabe nicht betrachtet werden, werden diese lediglich der Vollständigkeit genannt.

## Erdgeschoss

Im Erdgeschoss befindet sich die Abteilung „Geschäftsbereich Kondensatoren Leistungskondensatoren“ (GKL). In diesem Produktionsbereich werden zylindrische Großkondensatoren u.a. für Photovoltaik oder Windkraftanlagen gefertigt (siehe Abbildung 3-12).



Abbildung 3-12 Kondensatoren GKL /ELEC-16/

Die hier gefertigten Kondensatoren besitzen einen Durchmesser von 60 mm bis 136 mm und variieren, zusätzlich zum Durchmesser, auch in der Höhe, was sich demnach auch in den benötigten Komponenten abzeichnet. Dabei können die Höhenunterschiede wenige Millimeter betragen, wie das nachfolgende Beispiel in Tabelle 4 für die Komponente „Becher“ zeigt.

Tabelle 4 Höhenvergleich am Beispiel Komponente "Becher"

Material	Materialkurztext	∅ [mm]	Höhe [mm]
201.015-116169	Becher 116,0mmx169,5mm AL99,5 M12x16	116,0	169,5
201.015-116181	Becher 116,0mmx181,5mm AL99,5 M12x16	116,0	181,5
201.015-116201	Becher 116,0mmx201,5mm AL99,5 M12x16	116,0	201,5
201.015-116235	Becher 116,0mmx235,5mm AL99,5 M12x16	116,0	235,5
201.015-116250	Becher 116,0mmx250,5mm AL99,5 M12x16 B58	116,0	250,5
201.015-116285	Becher 116,0mmx285,5mm AL99,5 M12x16 B58	116,0	285,5

Tabelle 4, Seite 19 dient als Beispiel für den Becher mit dem Durchmesser 116 mm. Es gibt im gleichen Maße weitere Becher und andere Komponenten mit einem ähnlichen Spektrum. Somit entsteht eine große Variantenvielfalt, nicht nur an produzierten Kondensatoren, sondern auch an den benötigten Bauteilen.

Obwohl durch Statik kaum eingeschränkt, besitzt dieser Geschäftsbereich sehr viele Wände und somit separate Räumlichkeiten (vgl. Anlage 1, S. 106). Wie in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich, sind die Räume ausschließlich über einen Gang erreichbar, welcher zeitgleich als Logistikfläche für die Produktion dient. Das hat zur Folge, dass es zu einer Einschränkung des Aktions- und Arbeitsbereiches insbesondere für das eingesetzte Flurfördergerät kommt. Dazu wird es im späteren Verlauf dieser Arbeit eine Auswertung geben (vgl. Kapitel 4-12, S. 54).



Abbildung 3-13 Gang GKL

## 2. Etage

Die mittlere Ebene des PG 2 ist der „Geschäftsbereich Kondensatoren Kleinkondensatoren“ (GKK). In diesem Bereich werden u.a. Leuchten- und Motorkondensatoren für z.B. Waschmaschinen und Kleinelektronik gefertigt (siehe Abbildung 3-14). Hierbei liegt die Durchmessergröße der benötigten Becher zwischen 25 mm und 75 mm. Wie bereits im GKL, variieren die produzierten Kondensatoren ebenfalls in der Höhe.



Abbildung 3-14 Kondensatoren GKK /ELEC-16/

Im Unterschied zum GKL wurden im GKK, bis auf wenige Ausnahmen, alle Wände entfernt (vgl. Anlage 1, S. 106). Das hat den Vorteil, dass die Platzverhältnisse wesentlich besser sind als im Erdgeschoss. Einschränkungen des Arbeitsbereiches für das eingesetzte Flurfördergerät gibt es nicht.

Der Warentransport zu dieser Ebene erfolgt mittels Lastenaufzug und durch den Mitarbeiter (MA) Produktionslogistiker<sup>3</sup>. Direkt gegenüber des Lastenaufzugs befindet sich die Bereitstellfläche für den GKL. Diese Fläche dient zum einen für die Bereitstellung georderter Materialien und zum anderen als Stellplatz für Fertigerzeugnisse. Weiterhin sind in unmittelbarer Nähe des Lastenaufzugs mehrere Anlieferplätze für Wickel vorhanden. Darüber hinaus gibt es, neben einem sogenannten „*Grund Bauvorschrift-Lager*“ (Grund BV-Lager), weitere Freiflächen. Ein Teil dieser Flächen wird zur Lagerung für Leergut, welches für das Grund BV-Lager benötigt wird, genutzt.

#### **4. Etage**

Im Gegensatz zu den vorherigen Ebenen hat die vierte Etage keinerlei Produktionsbereich aufzuweisen. Neben verschiedenen Räumlichkeiten, wie beispielsweise Büroräumen und Laboratorien, sind hier ausschließlich zwei Lager vorzufinden, welche aufgrund von begrenzter Flächenkapazität der anderen Ebenen entstanden sind. Dabei handelt es sich um ein gestapeltes Blocklager für Kauffolie und ein ungestapeltes Blocklager für die Komponente „Wickel“. Die dabei vereinnahmten Flächen sollen im Zuge geplanter Umbaumaßnahmen vollständig beräumt werden. Die Transporte zu dieser Ebene werden ebenfalls mit dem Lastenaufzug getätigt.

#### **1. und 3. Etage**

In diesen Etagen des Gebäudes befindet sich der „*Geschäftsbereich Vorfertigung Wickerei*“ (GVW). Während im unteren Teil des GVW zusätzlich die Geschäftsführung angesiedelt ist, befindet sich im oberen Teil, neben weiteren Büroräumen, ein Palettenregallager für Folie und weitere Materialien.

---

<sup>3</sup> im Unternehmen „Transporter“ genannt

### **3.3 Das Produktionsgebäude 3**

Das Produktionsgebäude 3 (PG 3) befindet sich ca. 30 m vom PG 2 entfernt und ist ebenfalls ein 5-stöckiges Gebäude. In diesem Gebäudekomplex ist sowohl der Warenausgang bzw. das Warenausgangslager (WA/WAL) als auch der Wareneingang bzw. das Wareneingangslager (WE/WAL) angesiedelt. Analog zum PG 2 weist auch das PG 3 in jeder Ebene die gleiche Grundfläche auf. Dennoch ist im PG 3 eine bauliche Besonderheit vorhanden. Hier wurde, um die Lagerhöhe im WA/WAL zu vergrößern, die Zwischendecke zwischen dem Erdgeschoss und der ersten Etage entfernt. Die gleiche Maßnahme fand in der zweiten und dritten Etage für das WE/WEL statt. Lediglich die oberste Ebene ist in Originalhöhe geblieben. Im gesamten WA/WAL und im oberen Teil des WE/WEL finden sich ausnahmslos Palettenregale und vereinzelte Blockplätze wieder, während im unteren Teil des WE/WEL, außerdem mehrere Regale für Kleinteile vorhanden sind.

Wie auch im PG 2 verfügt dieses Gebäude über mehrere Treppenhäuser und einen Lastenaufzug sowie über eine Restriktion. Angesichts des Versandes von Fertigware nach Übersee ist nur autorisiertem Personal der Zugang in die Lagerhallen gestattet. Das Betreten der Treppenhäuser hingegen und folglich der Zugang zu Sanitärräumen und Umkleidekabinen ist für jeden Betriebsangehörigen möglich.

## 4 Ist-Analyse

### 4.1 Einleitung Ist-Analyse

Zur Entwicklung von Maßnahmen für die Flächenreduzierung im PG 2 ist es erforderlich, eine Analyse des aktuellen Standes im Unternehmen durchzuführen. Dabei werden in diesem Abschnitt alle Zustände und Bereiche betrachtet, die einen Einfluss auf die Logistikflächen ausüben. Das Ergebnis dieser Analyse soll den Grundstein für Lösungsmaßnahmen legen und etwaige Probleme aufdecken. Welche Bereiche und Prozesse dabei analysiert werden, ist nachfolgend aufgelistet.

- Ist-Analyse Logistikablauf
- Ist-Analyse Logistikflächen
- Ermittlung Arbeitsgang- und Wegbreite GKL
- Ist-Analyse Dauer Materialbereitstellung

Während die zwei ersten Punkte einen direkten Einfluss auf die Logistikflächen haben, hat sich die Ermittlung der Arbeitsgang- und Wegbreite aufgrund der Begehung und vorherrschenden Umstände im GKL ergeben. Die dabei durchgeführte Berechnung gibt in erster Linie Aufschluss über den Einsatz des Flurfördergeräts in Bezug auf die vorhandene Gangbreite. Der letzte genannte Punkt hat keinen direkten Einfluss auf die Logistikflächen, bringt jedoch Potentiale und Probleme zum Vorschein, welche für spätere Umsetzungsempfehlungen hilfreich sind und wird deshalb mit in der Analyse betrachtet.

Infolge des großen Umfangs der Analyse Logistikablauf und -flächen werden diese Punkte in Teilabschnitte untergliedert. Damit soll die Verständlichkeit und Übersicht gewährleistet werden, um Verwechslungen von vornherein auszuschließen. Für die Ist-Analyse Dauer Materialbereitstellung werden lediglich Teil- und Endergebnisse präsentiert. Die dabei durchgeführten Berechnungen, Tabellen, Prozessergebnisse sowie verwendete Formeln sind detailliert im Anhang hinterlegt. Darüber hinaus sind alle Berechnungen auf einer zusätzlichen CD beigefügt. Die dazugehörige Anlage 1, Seite 106 beinhaltet neben dem aktuellen Stand die einzelnen Verläufe der Materialien.

## **4.2 Ist-Analyse Logistikablauf**

Für die Ermittlung möglicher Flächenreduzierung in der Produktion ist es notwendig, den momentanen Ablauf der Logistik zu betrachten. Hierbei wird, beginnend mit der Auftragsauslösung, jeder Schritt bis zum Abtransport der Fertigware beschrieben. Wie dabei die Unterteilung der einzelnen Prozesse erfolgt, wird im hinteren Teil dieses Abschnittes erläutert. Zusätzlich wird bei der Beschreibung der Teilprozesse auf vorherrschende Probleme oder recherchierte bzw. festgestellte Erkenntnisse hingewiesen. Eine grafische Darstellung inklusive kurzer Ablaufbeschreibung bildet den Abschluss jedes Teilabschnitts. Den Logistikablauf zusammenfassend wird es eine Übersicht aller aufgetretenen Probleme und deren Auswirkungen auf den Prozess der Materialbereitstellung geben.

### **Ist-Analyse Logistikablauf Teil 1**

1. Auftragsauslösung PG 2
2. Datenübermittlung
3. Materialbereitstellung im WE/WEL
4. Transport zwischen den Produktionsgebäuden

### **Ist-Analyse Logistikablauf Teil 2**

1. Materialtransport vom Außenbereich auf die Logistikflächen (GKL)
2. Materialtransport in die Produktion und Abtransport der Fertigware (GKL)
3. Rückführung von nicht benötigten Komponenten (GKL)

### **Ist-Analyse Logistikablauf Teil 3**

1. Materialtransport vom Außenbereich auf Logistikflächen Produktion (GKK)
2. Kontrolle, Freigabe und Bereitstellungsprozess (GKK)
3. Transport der Fertigware (GKK)

## **4.3 Ist-Analyse Logistikablauf Teil 1**

### **1. Auftragsauslösung PG 2**

Mit der Erstellung der wöchentlichen Bedarfsplanung durch die jeweilige Disposition der Geschäftsbereiche beginnt der Logistikablauf. Hierbei werden alle Fertigungsaufträge umgewandelt und daraus Materialbedarfslisten (vgl. Anlage 5, S. 107) für den

jeweiligen Tag erstellt. Daran anschließend werden aus den Materialbedarfslisten Kommissionieraufträge<sup>4</sup> (vgl. Anlage 6, S. 108) generiert und mittels SAP an das WE/WEL übermittelt. Dabei wird, obwohl im WE/WEL die Kommissionieraufträge noch nicht einmal gesichtet sind, das bestellte Material automatisch im System als Bestand in die jeweiligen Produktionsabteilungen gebucht. Das hat zur Folge, dass im späteren Verlauf nicht systemisch ersichtlich ist, wann das geordnete Material bereitgestellt wird und dies führt zu einer wiederholten Überprüfung des Außenbereichs, ob die Materialbereitstellung erfolgt ist.

## **2. Datenübermittlung**

Die Übermittlung der Daten geschieht ausschließlich in der Frühschicht und i.d.R. zweimal pro Tag im GKL und drei- bis viermal im GKK. Während die Übermittlung im GKL meistens zwischen 7:00 Uhr und 8:00 Uhr und zwischen 12:00 Uhr und 13:00 Uhr erfolgt, gibt es im GKK keine genaueren Zeiten. Jedoch muss, aufgrund des Frühschichtsystems in den einzelnen administrativen Bereichen des PG 2 sowie im WE/WEL, dafür Sorge getragen werden, dass ausreichend Materialien zur Verfügung stehen, um den Bedarf der kompletten Nacht- und der ersten Stunden der darauffolgenden Frühschicht zu decken.

## **3. Materialbereitstellung im WE/WEL**

Nachdem die Daten an das WE/WEL übersendet wurden, erfolgt die Kommissionierung der geordneten Materialien auf Europaletten (nachfolgend Palette<sup>5</sup> bzw. EP genannt). Dafür stehen im Regelfall drei Lagerlogistiker zur Verfügung. Mit der Sichtung der Kommissionieraufträge im SAP kommt es, aufgrund der baulichen Struktur des Wareneingangs bzw. des Wareneingangslagers (siehe Kapitel 3.3, S. 22), zu einer Besonderheit. Jeder Kommissionierauftrag wird in doppelter Form ausgedruckt und jeweils ein Exemplar an einen Lagerlogistiker ausgehändigt. Nach einer kurzen Absprache erfolgt die Aufteilung der Mitarbeiter. Während sich ein Mitarbeiter mit dem Lastenaufzug in das darüber liegende Lager begibt und dort mit der Zusammenstellung der Materialien beginnt, verbleibt der zweite MA in der unteren Ebene des WE/WEL und führt in diesem Bereich das Kommissionieren aus.

---

<sup>4</sup> im Unternehmen „Transportauftrag“ genannt und kann pro Auftrag mehrere Seiten umfassen

<sup>5</sup> sollte eine Palette nicht dem Maß einer Europalette (1200 mm x 800 mm) entsprechen, wird dies explizit beschrieben



Der dritte Lagerlogistiker beginnt indes mit einem neuen Auftrag oder führt weitere Lagertätigkeiten wie z.B. Wareneingangskontrollen, Einlagerungen oder Warentransporte in das WE/WEL aus.

Angesichts der Tatsache, dass im PG 3 das System „Mann-zur-Ware“ mit einfacher, manueller Kommissionierung vorherrscht, stehen zum Kommissionieren, zum Transportieren oder zum Einlagern der Materialien in jeder Etage mehrere unterschiedliche Flurfördergeräte (manuell und elektrisch) zur Verfügung. Dabei erfolgt die Bereitstellung „statisch“ und „dezentral“, mit „eindimensionaler“ Fortbewegung des Mitarbeiters, einer „manuellen“ Entnahme und die abschließende „statische“ und „zentrale“ Abgabe der Europalette. /HOMP-11b/

Ist eine Palette voll<sup>6</sup>, wird diese zum Lastenaufzug transportiert und davor abgestellt. In Abhängigkeit von Menge, Größe, Lagerplatz, Lagerort und/oder Gewicht der Materialien können unterschiedlich viele Positionen auf einer Europalette kommissioniert werden und demzufolge die Anzahl der bereitgestellten Paletten pro Auftrag sehr stark schwanken. Des Weiteren hat sich bei der Ermittlung des Logistikablaufs herausgestellt, dass ebenfalls der Zielort ausschlaggebend für die Anzahl und Art der bereitgestellten Paletten ist. Im GKK (Lagerort 31) werden Kondensatoren mit einem Durchmesser von 25 mm bis maximal 75 mm produziert, folglich sind die benötigten Komponenten bzw. Verpackungen klein und das führt zu einer vermehrten Bereitstellung von Mischpaletten. Wohingegen im GKL (Lagerort 41) Kondensatoren mit einem Durchmesser von 60 mm bis einschließlich 136 mm gefertigt werden, dementsprechend sind die dazugehörigen Komponenten großvolumig. Somit wird der GKL mit Misch- und Vollpaletten gleichermaßen beliefert. (vgl. Tabelle 45, S. 138)

Nach Beendigung eines Kommissionierauftrags erfolgt die Kontrolle der zusammengestellten Materialien auf Vollständigkeit und anschließend die Quittierung im SAP. Dabei werden ggf. Bestellschwankungen im SAP ausgeglichen, welche zuvor auf dem Kommissionierauftrag vermerkt wurden (vgl. Anlage 7, S. 109) Bestellschwankungen entstehen durch zusätzlich bereitgestellten Mehrbedarf als vom Geschäftsbereich im PG 2 per Auftrag geordert.

---

<sup>6</sup> Erfahrungswert der Logistikmitarbeiter

Die Gründe für einen Mehrbedarf können beispielsweise sein:

- nicht wieg- oder zählbare Kleinteile (z.B. Dichtungen aus Kunststoff)
- vorverpackte Mengen im Karton oder Beutel (z.B. 2500 Stück pro Beutel und somit Versand der kompletten Menge)
- Beeinflussung des unversehrten Transports (z.B. durch Entfernen von Teilmengen aus Kartons und ggf. Eindrücken der Verpackung beim Zusammenstellen auf Palette)
- zu geringe Unterschiede zwischen Bestellmenge und auf Palette oder im Behältnis befindlicher Menge (z.B. Bestellmenge Becher „201.00W-116267“ 220 Stück → Anzahl auf Palette 240 Stück, folglich bleibt Palette ungeöffnet und wird komplett bereitgestellt)
- Restmenge auf Europalette oder im Behältnis unterscheidet sich in minimalen Stückzahlen (z.B. 96 Becher bestellt → Restmenge auf Europalette 100 Becher, somit Lieferung der 100 Becher)

Ist das bestellte Material kontrolliert und quittiert, kann es zu einem Zwischenschritt kommen. Je nach Witterung oder Stabilität der Materialien auf der Palette selbst, wird diese vor dem Weitertransport in Folie eingewickelt. Damit wird die Unversehrtheit der Waren gewährleistet. Das bedeutet jedoch, dass gerade in den Herbst- und Wintermonaten ein zusätzlicher Mehraufwand für die Logistik entsteht. Des Weiteren ist die eingesetzte Folie nicht wiederverwendbar und wird im späteren Logistikablauf entsorgt. Sind alle eben genannten Tätigkeiten abgeschlossen, erfolgt der weitere Transport. Hierbei werden alle Paletten mittels Lastenaufzug in das Erdgeschoss befördert und davor abgestellt. Da die maximale Anzahl der Europaletten im Lastenaufzug auf vier begrenzt ist und ein Kommissionierauftrag oftmals mehrere Paletten umfasst, wiederholt sich dieses Vorgehen.

#### **4. Transport zwischen den Produktionsgebäuden**

Für die notwendigen Transporte zwischen dem PG 2 und PG 3 steht ein Gabelstaplerfahrer zur Verfügung, der, ebenso wie der administrative Bereich im PG 2 und das WE/WEL ausschließlich in der Frühschicht tätig ist. Der Gabelstaplerfahrer transportiert sowohl bestellte Ware vom WE/WEL zum Produktionsgebäude 2 als auch Fertig-

ware vom PG 2 zum WAWAL. Pro Fahrt kann lediglich eine Palette transportiert werden. Somit entspricht die Menge der bereitgestellten Paletten bzw. der Fertigware gleich der Anzahl der notwendigen Transporte. Infolge von Unebenheiten im Hofbereich des Unternehmens können die Transporte mit Last nur mit gemäßigter Geschwindigkeit stattfinden, um keine Beschädigung durch Umstürzen oder Herabfallen der Waren zu verursachen. Für die Transporte vom PG 3 zum PG 2 ist eine Differenzierung zu beachten. Je nach Bestimmungsort werden die bereitgestellten Waren entweder vom PG 3 zur Materialschleuse PG 2 für den GKL oder vom PG 3 zum Lastenaufzug PG 2 für den GKK transportiert (siehe Abbildung 4-1). Die dabei zurückgelegte Streckendifferenz zwischen den Anlieferpunkten beträgt in etwa 20 m.

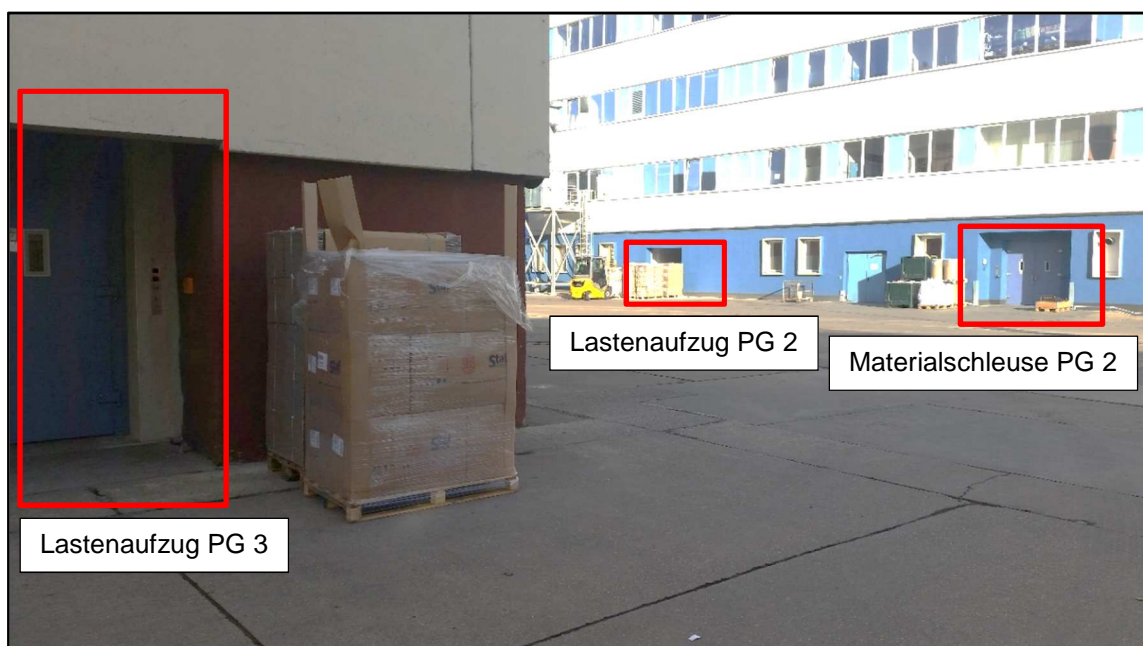


Abbildung 4-1 Anlieferpunkte PG 2

Neben den Transporten zwischen den Produktionsgebäuden übt der Gabelstaplerfahrer weitere Tätigkeiten aus. Demnach gehören zu den weiteren Aufgaben z.B. Fahrten in eine nahegelegene angemietete Lagerhalle, das Be- und Entladen von LKWs oder sonstige Hoftransporte. Die Anlieferung von Materialien erfolgt im Unternehmen täglich und, sofern nicht durch externe Umstände beeinflusst, nur in der Früh- bzw. Tagsschicht. Infolge dieser Anlieferprozesse kommt es vermehrt zu längeren Unterbrechungen im Logistikablauf. Diese Unterbrechungen können mehrere Stunden betragen und treten ein, wenn der Gabelstaplerfahrer mit der Entladung von LKWs beschäftigt ist. Folglich verbleiben die kommissionierten bzw. bereitgestellten Materialien vor dem

Lastenaufzug des PG 3. In der Regel beeinflusst diese Unterbrechung nicht den Tagesablauf der Produktionen, da diese ausreichend Materialien zur Verfügung haben. Dennoch kommt es gelegentlich zu Engpässen und das bestellte Material wird benötigt. In diesem Fall gehen die Produktionslogistiker selber zum PG 3 und holen sich die Europaletten, mittels Handhubwagen, in die Produktion. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht den eben beschriebenen Ablauf noch einmal.

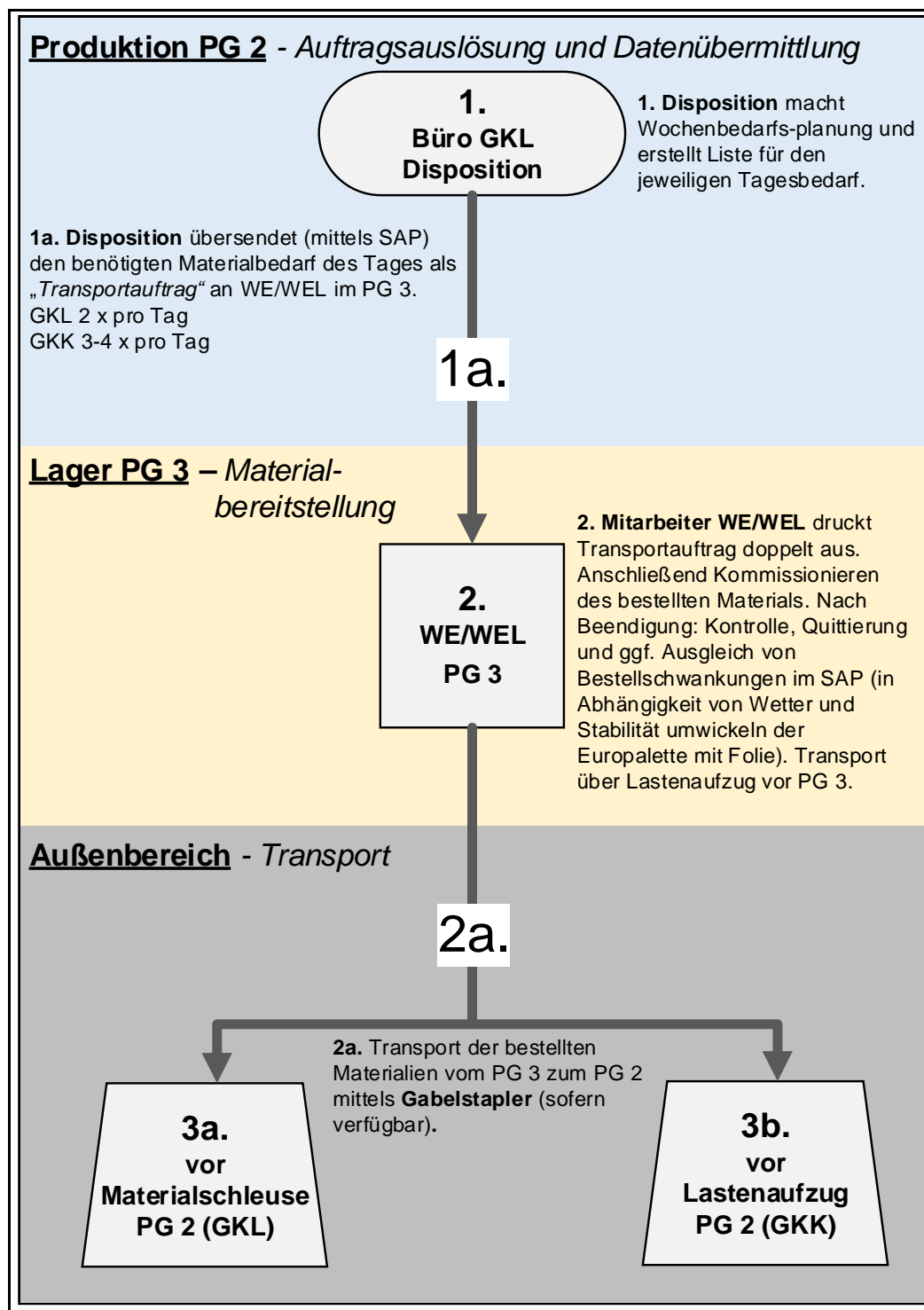


Abbildung 4-2 Logistikablauf Teil 1

## 4.4 Ist-Analyse Logistikablauf Teil 2

### 1. Materialtransport vom Außenbereich auf die Logistikflächen (GKL)

Für die täglich anfallenden Transportaufgaben, wie der Materialbereitstellung für die Produktion und zum Abtransport der Fertigwaren bzw. zum Rücktransport von „*nicht verbrauchten*“ Materialien wird ausschließlich die Materialschleuse genutzt (siehe Abbildung 4-3). Sie verbindet den Außenbereich mit dem Gangbereich des GKL und dient nicht als Ein- und Ausgang für das Gebäude. Für die Transporte ist ausschließlich der Produktionslogistiker (nachfolgend Logistiker genannt) verantwortlich und zuständig. Das Betreten und Bedienen der Schleuse ist, neben dem Logistiker, nur autorisierten Personen gestattet. Als Transportmittel steht ein Elektro-Deichselhubwagen (nachfolgend Elektrohubwagen genannt) zur Verfügung.



Abbildung 4-3 Materialschleuse

Beginnend im Außenbereich wird jede Palette längsseitig unterfahren, angehoben und in die Materialschleuse<sup>7</sup> transportiert (siehe Abbildung 4-4).



Abbildung 4-4 Transport in Materialschleuse

<sup>7</sup> Anzahl von Europaletten in Schleuse ist abhängig von aktuellen Platzverhältnissen

Dabei erfolgt die erste grobe Kontrolle der Materialien z.B. auf Beschädigung. Aufgrund sich stets ändernder Platzsituationen in der Schleuse kann es vorkommen, dass komplette Paletten vor dem PG 2 stehen bleiben. Das kann bei schlechten Wetterverhältnissen negative Auswirkungen auf das Material haben, da es trotz Schutzfolie zu Beschädigungen kommt.

Ist der Transport in die Schleuse beendet, beginnt die exakte Überprüfung. Hierbei werden, sofern vorhanden, die Transportfolien entfernt und ggf. das Material entpackt. Des Weiteren wird, infolge von „nicht mehr“ vorhandener Materialbeschreibung, die Verpackung beschriftet. Am Beispiel eines Bechers wird auf der Kartonage Durchmesser und Höhe vermerkt (siehe Abbildung 4-5).

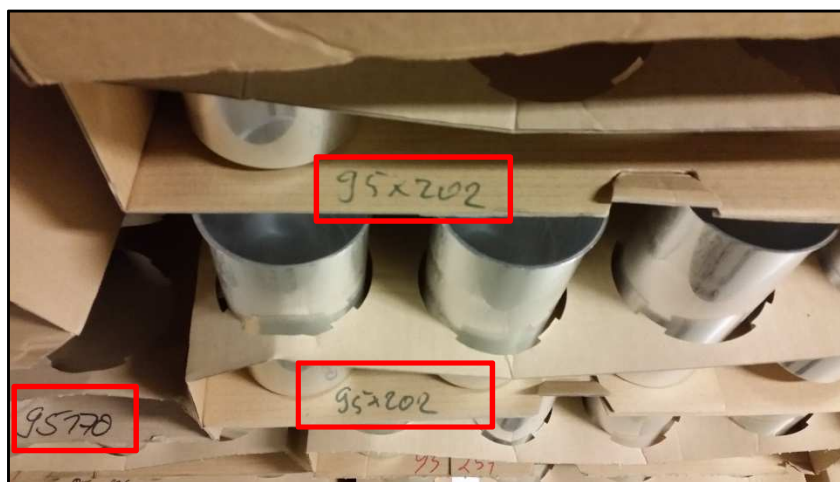


Abbildung 4-5 Beschriftung Kartonage Becher

Mit Hilfe der Materialbedarfslisten wird zusätzlich die Vollständigkeit überprüft und teilweise vorsortiert. Kommt es zu Abweichungen zwischen bestellter und gelieferter Menge, vermerkt der Logistiker das auf den Listen (vgl. Anlage 5, S. 107). Ist die Kontrolle abgeschlossen, erfolgt die Freigabe und daran anschließend der Transport auf die Logistikflächen der Produktion bzw., wenn möglich oder notwendig, in den jeweiligen Produktionsbereich. Für den direkten Transport in die Produktionsbereiche wird ausschließlich ein Handhubwagen genutzt.

Anders als beim Transport in die Schleuse werden die Europaletten nicht längs unterfahren und angehoben, sondern, aufgrund der Platzverhältnisse im Gangbereich der Logistikflächen, quer unterfahren (vgl. Abbildung 4-6, S. 32). Dabei ist stets darauf zu achten, dass sich beim Anheben der Palette die Gabelrollen des Elektrohubwagens bzw. des Handhubwagens nicht zwischen den Längsstreben und der Unterseite der

Auflagefläche befinden, da es sonst beim Hubvorgang zu Beschädigungen der Europalette kommt und sich dies auf die Standfestigkeit auswirkt.



Abbildung 4-6 Europalette quer unterfahren GKL

Je nach Art der Komponenten auf der Palette erfolgt der Transport auf einen definierten Bereitstellplatz (Festplatzvergabe) oder auf einen freien Bereitstellplatz (freie Lagerplatzvergabe). Dabei kommt es des Öfteren zu einem enormen Rangieraufwand. Die Ursache dafür liegt am Platzmangel im Gangbereich. Ein weiterer Grund für den Rangieraufwand ist, dass nicht alle Logistikflächen zeitgleich zur Verfügung stehen. Das hat zur Folge, dass wiederholt zwischen zwei bestehende Europaletten bereitgestellt wird und teilweise die benötigten Manipulationsabstände zwischen den Stellplätzen fehlen (siehe Abbildung 4-7). Zusätzlich zu den Transporten auf die Logistikflächen und den Rangieraufgaben hat der Logistiker auf Personen zu achten, die ebenfalls den Bereich nutzen bzw. die Wege kreuzen.

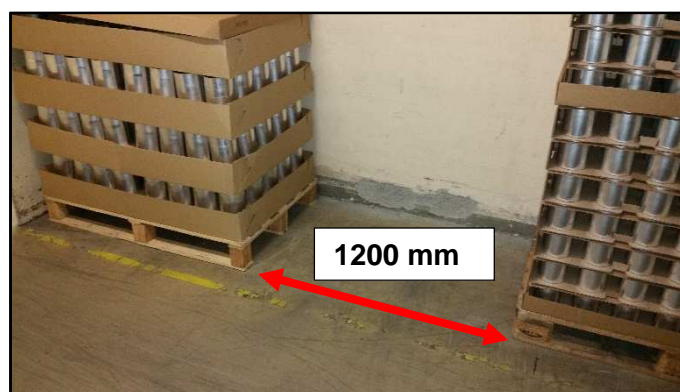


Abbildung 4-7 Platzmangel zwischen Europaletten

Zu den eben beschriebenen Arbeiten hat der Logistiker weitere täglich anfallende Aufgaben zu erledigen. Demnach hat er, neben der Bereitstellung von geordnetem Material, einzelne Produktionsabschnitte zu versorgen. Weitere anfallende Aufgaben sind u.a. Materialtransporte in die Abteilung „Waschen und Trocknen“, entsorgen von

Pappe und Folie, holen von benötigten Komponenten aus dem GKK, Transport der Komponente „Wickel“ aus der zweiten Etage in die vierte Etage oder abgleichen bzw. holen<sup>8</sup> von benötigten Wickeln für die Produktion. Aufgrund der zusätzlichen Tätigkeiten kommt es bei der Bereitstellung der bestellten Materialien zu Unterbrechungen. Folglich kann die komplette Kontrolle und Freigabe einer Bestellung mehrere Stunden dauern. Um diese Behauptung zu bestätigen, wurde ein Logistiker gebeten, eine komplette Bestellung zu protokollieren. Hierbei sollten Tätigkeit, Dauer, Art der Europalette und zusätzliche Tätigkeiten festgehalten werden. Die Auswertung des Protokolls ist in der folgenden Tabelle ersichtlich.

**Tabelle 5 Zeitmessung Kontrolle, Freigabe und Bereitstellung GKL**

Tätigkeit	Dauer [min.] gerundet	Art der Europalette	zusätzliche Tätigkeiten
Transport in Schleuse und WE grob überprüft	6	-	
1 Europalette (Isokappen) wegfahren und einräumen	22	Mischpalette	Karton in Kiste umfüllen, Karton zerschneiden/entsorgen
1 Europalette Becher Folie entfernt	3	artikelreine Palette	wegräumen und beschriften
1 Europalette Becher Folie entfernt	3	artikelreine Palette	wegräumen und beschriften
1 Europalette Becher Folie entfernt	3	artikelreine Palette	wegräumen und beschriften
1 Europalette Becher Folie entfernt	4	artikelreine Palette	beschriften + Platz suchen
1 Europalette Becher Folie entfernt	3	artikelreine Palette	beschriften + Platz suchen
Materialversorgung GKL	68	-	Wickel holen etc.
1 Europalette Adsorptionspaste Folie entfernt	5	artikelreine Palette	Folie entfernen und wegstellen
1 Europalette + 1 Wagen in Schleuse geräumt	2	Mischpalette	
1 Wagen Wellpappe und Karton wegräumen	3	-	
1 Europalette für ganze Abteilung Stückzahl geprüft	21	Mischpalette	Lagerort suchen, einsortieren
1 Europalette für ganze Abteilung Stückzahl geprüft	9	Mischpalette	Lagerort suchen, einsortieren
1 Europalette Becher Stückzahl geprüft	3	Mischpalette	wegräumen und beschriften
1 Europalette Ritzpolster		artikelreine Palette	aus Platzmangel in Schleuse stehen lassen
1 Europalette Becher		artikelreine Palette	aus Platzmangel in Schleuse stehen lassen
<b>Gesamtzeitaufwand [min]</b>	<b>155</b>		
<b>Gesamtzeitaufwand [h:min]</b>	<b>2:35:00</b>		

Aufgrund der einmalig durchgeführten Untersuchung ist diese Auswertung nicht repräsentativ. Die nachfolgenden Variablen beeinflussen das Ergebnis positiv bzw. negativ.

- Menge der Europaletten pro Bestellung
- Art der Europaletten (Mischpaletten oder Vollpaletten)
- Platzverhältnisse in der Materialschleuse
- Dauer der Kontrolle
- Anzahl der zusätzlichen Aufgaben
- Dauer der zusätzlichen Aufgaben
- verfügbarer Lagerplatz (freier Lagerplatz oder Platz muss gesucht werden)
- Mitarbeiter (körperliche Verfassung, Alter etc.)

<sup>8</sup> ca. 2 x pro Schicht



Für die Ermittlung eines exakteren Ergebnisses ist die Dokumentation mehrmals durchzuführen. Dennoch wird das Ergebnis für später durchgeführte Berechnungen verwendet, um die, in Kapitel 4.13 auf Seite 57 ff., Dauer der Materialbereitstellung zu ermitteln.

## **2. Materialtransport in die Produktion und Abtransport der Fertigware (GKL)**

Dieses Kapitel widmet sich dem Logistikaufbau der bereitgestellten Materialien durch die Produktion bis hin zum Fertigerzeugnis. Dabei wird, aufgrund der rein logistischen Arbeit, auf die Fertigungsprozesse bzw. –abläufe nicht näher eingegangen.

Bei der Erstbegehung des GKL bzw. der Aufnahme des Logistikaufbaus ist aufgefallen, dass überwiegend die Komponente „*Becher*“ auf den Bereitstellflächen vertreten ist. Das ist ein wichtiger Aspekt und spielt in diesem Kapitel und für die weitere Bearbeitung der Diplomaufgabe eine wichtige Rolle.

Wird Material in der Produktion benötigt, übernimmt dies i.d.R. der Mitarbeiter der Produktion selbst. Dabei steht zum Verrichten dieser Tätigkeit ein Handhubwagen zur Verfügung. In Abhängigkeit der Platzverhältnisse kann die Europalette längsseitig unterfahren, angehoben und transportiert werden, da die Zugänge zu den Arbeitsbereichen ausreichend Platz bieten. Jedoch haben Befragungen ergeben, dass das nicht immer möglich ist. Aufgrund der aktuellen Platzverhältnisse im Gangbereich kann die Palette nur quer unterfahren werden. Für die Bereitstellung der Materialien an den Arbeitsstationen gibt es keine definierten Stellplätze. Daher erfolgt die Bereitstellung so, wie es für den jeweiligen Mitarbeiter optimal ist. Für die Be- und Verarbeitung der Materialien werden die Paletten größtenteils komplett in die jeweilige Abteilung gefahren und keine Teilmengen bereitgestellt. Lediglich bei zu fertigenden Restmengen wird das Material bedarfsgerecht entnommen.

Wann dabei welche Europalette mit welchen Komponenten in die Produktion gelangen, ist nicht nachvollziehbar. Ebenso gibt es keine Daten darüber, wie lange welches Material in welchem Abschnitt der Produktion verweilt und wie viel davon verarbeitet wird. Die Materialbedarfslisten, welche an das WE/WEL gehen, sowie die Kommissionieraufträge geben ausschließlich Auskunft über den Gesamtbedarf und fungieren demnach als Sammelisten. Mehrmalige Nachfrage in den zuständigen Bereichen brachte als Ergebnis hervor, dass im GKL eine produktionsbezogene Bereitstellung praktiziert wird. Das bedeutet, Material wird für einen bestimmten Zeitraum (Stunden,

Schichten) bestellt und bereitgestellt. Dabei werden in diesen Zeiträumen unterschiedlich viele Aufträge bearbeitet.<sup>9</sup> Jedoch sind Reihenfolge der Auftragsabarbeitung, die Dauer des Materials in der Produktion, die Menge des verarbeiteten Materials usw. auftrags- und personalabhängig und ändern sich täglich. Demzufolge kann das bestellte Material zwischen einigen Minuten und mehreren Stunden auf den Logistikflächen lagern.

Wie am Anfang dieses Kapitels erwähnt, befinden sich überwiegend Europaletten mit den Komponenten „Becher“ auf den Bereitstellflächen (siehe Abbildung 4-8). Dabei kann die Anzahl der Becher auf Europaletten sehr stark variieren<sup>10</sup>.



Abbildung 4-8 Gangbereich mit Komponente "Becher"

Tritt der Fall ein, dass aufgrund der Auftragsgröße die Palette mit Bechern nicht vollständig abgearbeitet wird, wird diese zurück auf die Logistikflächen transportiert. Dabei werden die Restmengen durch den Produktionsmitarbeiter auf eine freie oder definierte Bereitstellfläche transportiert und abgestellt. Anschließend wird auf der Verpackung, wenn notwendig, gekennzeichnet, um welches Material es sich handelt. Ein weiterer Grund für die Nicht-Abarbeitung von kompletten Europaletten ist der gelieferte Mehrbedarf vom WE/WEL. In diesem Fall wird die Restmenge von dem Produktionsmitarbeiter auf die extra dafür vorgesehenen Sammelflächen transportiert, umgestapelt und ebenfalls beschriftet. Eine detaillierte Erläuterung der Rückführung ist im Punkt 3 dieses Kapitels beschrieben.

Ist ein gewisser Teil der Fertigung erreicht, transportiert der Logistiker die Halbfertigteile in den Bereich „Waschen und Trocknen“ und, falls beendet, andere Aufträge von dort zurück in die Produktion. Hierbei wird die Endverarbeitung der Kondensatoren

<sup>9</sup> Anzahl der Aufträge im Zeitraum variieren täglich und sind abhängig von z.B. der Auftragsgröße und der Verfügbarkeit von benötigten Komponenten aus Fremd- und Eigenfertigung

<sup>10</sup> je nach Durchmessergröße zwischen wenigen hundert und über zweitausend Bechern pro Europalette

durchgeführt, die im Anschluss die Stationen „Prüfen und Verpacken“ erreichen. In diesem Teilbereich werden nach erfolgreicher Prüfung die Kondensatoren verpackt und auf Europaletten, Rollwagen etc.<sup>11</sup> gestapelt. Hat beispielsweise eine Europalette die maximale Anzahl an Fertigware<sup>12</sup> erreicht, wird diese zum Bereitstellplatz GKL oder direkt vor die Materialschleuse transportiert (vgl. Anlage 1, S. 106). Je nach Aufträgen und Fertigstellungen variiert auch hier die Anzahl der Europaletten. Für den Transport auf den Bereitstellplatz bzw. vor die Schleuse, werden die Paletten längsseitig unterfahren, angehoben und transportiert. Der dazugehörige Abtransport erfolgt wieder durch den Gabelstaplerfahrer bzw. einen MA des PG 3 im Bereitschaftsdienst. In der Zeit von 17:00 Uhr bis 6:00 Uhr erfolgt der Transport der Fertigware direkt durch den Logistiker in das WAWAL.

### **3. Rückführung von nicht benötigten Komponenten (GKL)**

Aufgrund der großen Variantenvielfalt werden einige der Komponenten „Becher“ nur selten oder, je nach Auftrag, erst Wochen später wieder benötigt. In diesem Fall werden die Becher aus der Produktion auf Sammelflächen im Gangbereich des GKL zurückgeführt und gelagert. Aufgrund dessen, dass die Sammelflächen durchmesserbezogen sind (siehe Abbildung 4-9) und es zu jedem Durchmesser verschiedene Höhen gibt, sind die Sammelpaletten nicht artikelrein.



Abbildung 4-9 Sammelfläche "Becher" nach Durchmesser

Um die gesammelten Becher nicht unnötig bereitzuhalten werden, in geregelten Abständen Begehungen durch die Disposition durchgeführt. Mittels einer Liste wird überprüft wann, bzw. ob in nächster Zeit Bedarf an den Bechern besteht. Ist der nächste Abruf in einem noch nicht einsehbareren Zeitraum, wird der Rückversand der Becher

<sup>11</sup> abhängig vom Kundenauftrag

<sup>12</sup> abhängig von der Art des Kondensators

veranlasst. Dafür werden alle nicht benötigten Bechertypen gezählt, auf einer Liste vermerkt, im SAP verbucht und ein Transportauftrag geschrieben. Dieser wird dem Produktionslogistiker ausgehändigt. Im weiteren Verlauf stellt er die betreffenden Becher, sortenrein pro Ebene, zusammen und transportiert die Palette in die Materialschleuse. Anschließend wird die Palette für den Transport in Folie eingewickelt und mit dem Transportauftrag versehen. Ist diese Arbeit beendet, wird die Palette vor die Materialschleuse transportiert, um anschließend durch den Gabelstaplerfahrer zum Lastenaufzug des PG 3 gefahren zu werden. Dort erfolgt die Wiedereinlagerung der Materialien. In der Grafik 4-10, Seite 38 ist der Ablauf des GKL nochmals dargestellt.

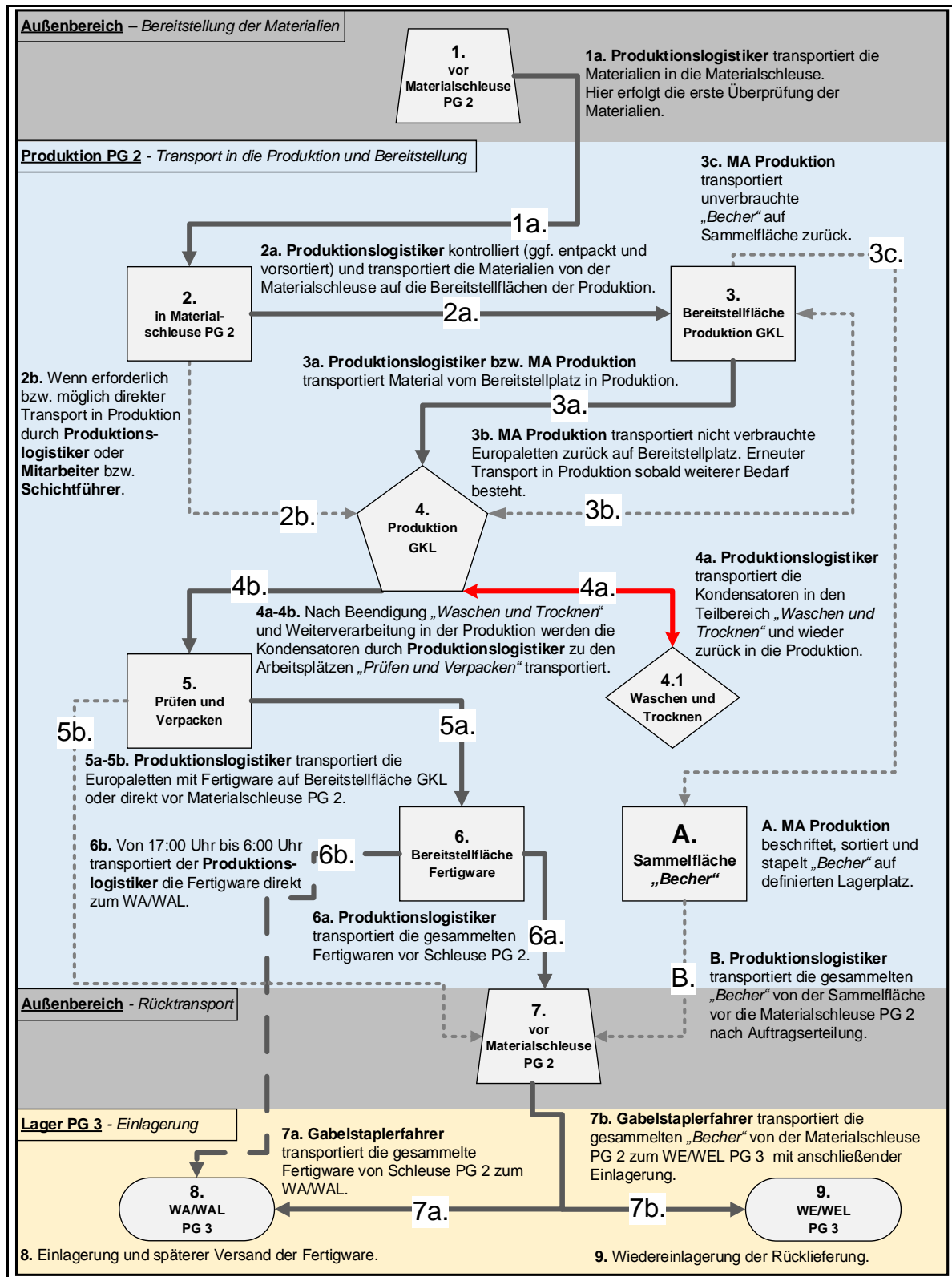


Abbildung 4-10 Logistikablauf Teil 2 GKL

## 4.5 Ist-Analyse Logistikablauf Teil 3

### 1. Materialtransport vom Außenbereich auf Logistikflächen Produktion (GKK)

Für die ständige Versorgung mit Material, dem Abtransport der Fertigware sowie weitere anfallende Transporte steht in diesem Geschäftsbereich ein Lastenaufzug<sup>13</sup> (siehe Abbildung 4-11) zur Verfügung. Dieser wird mit Hilfe eines Schlüssels bedient und ermöglicht das Befahren jeder Etage im PG 2. Zusätzlich verfügt der Lastenaufzug über zwei Zugänge, was somit den direkten Weg zum Außenbereich ermöglicht. Ist der Lastenaufzug in Betrieb bzw. sind die Türen nicht geschlossen, kann er von keinem anderen Bereich angefordert werden. Wie bereits bei der Materialschleuse im GKL ist hierfür, neben autorisiertem Personal, allein der Logistiker dieser Ebene verantwortlich.



Abbildung 4-11 Lastenaufzug

Um den Materialtransport ausführen zu können, stehen mehrere Handhubwagen sowie ein Elektrohubwagen zur Verfügung. Befindet sich bereitgestelltes Material vor dem Lastenaufzug, fährt der Logistiker samt Flurfördergerät ins Erdgeschoss<sup>14</sup>. Dort angelangt erfolgt die Beladung. Dabei werden die Paletten längsseitig unterfahren, angehoben und in den Aufzug transportiert. Da der Aufzug dem des PG 3 ähnelt, ist auch hier die Kapazität auf vier Europaletten begrenzt. Folglich wiederholt sich der Transport in den GKK, sobald mehr als vier Europaletten bereitgestellt werden. Ist der Beladungsvorgang beendet, fährt der Logistiker zurück in die Ebene des GKK und muss sich ein zusätzliches Transportmittel suchen, da sich, infolge der Beladung, das mitgeführte Transportmittel an der anderen Seite des Lastenaufzugs befindet. Für den Transport auf die Bereitstellfläche werden die Europaletten, wie bei der Beladung, längsseitig

<sup>13</sup> kein Personenaufzug, ausgenommen Produktionslogistiker zum Verrichten der notwendigen Tätigkeiten

<sup>14</sup> sofern Lastenaufzug verfügbar

unterfahren. Die Bereitstellfläche befindet sich direkt gegenüber des Lastenaufzuges und dient zugleich als Sammelfläche für Fertigerzeugnisse. Sind zum Zeitpunkt der Bereitstellung Fertigwaren auf der Logistikfläche, ist darauf zu achten, dass diese durch die Anlieferung nicht zugestellt werden. Ist das der Fall, muss der Logistiker Rangieraufwand betreiben und die Fertigwaren kurzzeitig auf nicht ausgewiesenen Freiflächen zwischenlagern. Erst wenn das geschehen ist, kann der Lastenaufzug entladen werden.

## **2. Kontrolle, Freigabe und Bereitstellungsprozess (GKK)**

Mit Beendigung der Bereitstellung auf der Logistikfläche beginnt i.d.R. die Kontrolle und Freigabe und darauf folgend der Bereitstellungsprozess.

Bei der Recherche zum Logistikablauf hat sich herausgestellt, dass der GKK weitestgehend Mischpaletten geliefert bekommt. Der Grund liegt, wie bereits im Kapitel 4.3 auf Seite 26 erwähnt, in der Größe der Kondensatoren, die in diesem Bereich gefertigt werden. Dabei können die Anzahl der Positionen auf einer Mischpalette sehr stark variieren. Wann dabei welches Material benötigt wird oder wie viele Aufträge es pro Bestellung sind, ist nicht nachvollziehbar. Analog zum GKL wird auch in diesem Geschäftsbereich die produktionsbezogene Bereitstellung praktiziert und demnach Material für bis zu 24 Stunden<sup>15</sup> vorgehalten.

Für die Materialkontrolle entfernt der Logistiker, wenn vorhanden, zuerst die Transportfolie. Anschließend vergleicht er mit Hilfe der Materialbedarfslisten die Lieferung. Dabei wird stets auf Vollständigkeit und Menge kontrolliert. Kommt es dabei zu Abweichungen, vermerkt das der Logistiker auf den Listen. Ist eine Europalette kontrolliert, transportiert der Logistiker die Materialien auf bzw. in die dafür vorgesehenen Bereitstellplätze (Regale) oder direkt auf die Produktionsflächen der einzelnen Maschinen bzw. Arbeitsplätze. Im Anschluss daran erfolgt die Kontrolle der nächsten Europalette. Wie bereits im GKL ist der Logistiker in diesem Bereich ebenfalls für weitere Tätigkeiten zuständig, demzufolge kann die vollständige Bereitstellung einer Anlieferung einige Zeit in Anspruch nehmen. Um einen Einblick über die Dauer zu bekommen, wurde der Logistiker damit beauftragt, den kompletten Aufwand einer bereitgestellten Lieferung zu dokumentieren. Das bedeutet von der Kontrolle der ersten Europalette bis zur Abarbeitung der letzten Europalette. Dabei wurden Tätigkeit, Dauer, Art der Europalette und weitere Tätigkeiten notiert. Die Auswertung ist in Tabelle 6, Seite 41 ersichtlich.

---

<sup>15</sup> Angabe auf Nachfrage im zuständigen Bereich erhalten

**Tabelle 6 Zeitmessung Kontrolle, Freigabe und Bereitstellung GKL**

Tätigkeit	Dauer [min.] gerundet	Art der alette	zusätzliche Tätigkeiten
1 Europalette kontrolliert	3	artikelreine Palette	Materialien auf Europalette zur Endkontrolle gebracht
1 Europalette kontrolliert	13	Mischpalette	weggeräumt und beschriftet
1 Europalette kontrolliert	26	Mischpalette	Stege zur Endkontrolle gebracht (7 Positionen)
1 Europalette kontrolliert	12	Mischpalette	Materialien auf Europalette zur Endkontrolle gebracht
Palette für Gummierung umgestapelt	7	-	
Kontrolle einer Europalette beendet	16	-	ingeräumt
1 Europalette kontrolliert	4	Mischpalette	Materialien auf Europalette zur Somatic gebracht
Palette auf Siebplatz gefahren	4	-	
Materialien zum AP Dichtheit gefahren	26	-	
1 Europalette kontrolliert	10	Mischpalette	Materialien auf Europalette zur Endkontrolle gebracht
<b>Gesamtzeitaufwand [min]</b>	<b>121</b>		
<b>Gesamtzeitaufwand [h:min]</b>	<b>2:01:00</b>		

Wie auch im GKL, wurde diese Erhebung einmalig durchgeführt. Für ein genaueres Ergebnis muss die Dokumentation mehrmals erfolgen, da zusätzliche Variablen das Resultat sowohl negativ als auch positiv beeinflussen. Diese Variablen sind z.B.:

- Menge der Europaletten
- Art der Europaletten (Mischpaletten oder Vollpaletten)
- Anzahl der Positionen auf der Europalette
- Anzahl der zusätzlichen Tätigkeiten
- Dauer der zusätzlichen Tätigkeiten
- Verfügbarkeit des Lastenaufzugs
- Mitarbeiter (Alter, körperliche Verfassung etc.)

Obwohl dieses Ergebnis nicht repräsentativ ist, wird es für weitere Berechnungen im Verlauf dieser Arbeit verwendet, um die Dauer der Materialbereitstellung zu ermitteln. (vgl. Kapitel 4.13, S. 57)

Neben der Bereitstellung und Versorgung auf der Ebene des GKK muss der Logistiker oftmals die Etage wechseln. Wird zum Herstellen des Kondensators die Komponente „Wickel“ benötigt, pendelt er zwischen dem GKK und dem GVW in der ersten Etage, um die Wickel anschließend auf den Produktionsflächen bereitzustellen. Des Weiteren muss er, sobald ein gewisser Produktionsabschnitt erreicht ist, die Kondensatoren zum Bereich „Waschen und Trocknen“ in den GKL transportieren und/oder von dort holen. Danach erfolgt der Transport zurück in die Produktion, wo weitere Arbeitsschritte notwendig sind und anschließend der Transport zum Arbeitsplatz „Dichtheitsprüfung“ oder direkt zu diesem Arbeitsbereich. Ist die Dichtheitsprüfung beendet, erfolgt der



Transport in das Grund BV-Lager und später, wenn laut Auftrag benötigt, zum Verpacken. In einigen Fällen erfolgt nach der Dichtheitsprüfung der erneute Transport in den GKL.

### **3. Transport der Fertigware (GKK)**

Sind die Kondensatoren verpackt und auf Europaletten<sup>16</sup> gestapelt, transportiert der Logistiker die Fertigware auf die Sammelfläche.

Damit nicht wegen jeder fertiggestellten Europalette der Lastenaufzug angefordert und für andere Teilbereiche unzugänglich gemacht wird, verbleibt die Fertigware vorerst auf der Sammelfläche. Des Weiteren ist auch die aktuelle Schicht ausschlaggebend dafür, ob ein Transport möglich ist. Fertigware wird ausschließlich in der Frühschicht im Außenbereich bereitgestellt, da ausnahmslos der Gabelstaplerfahrer die Transporte zum WA/WAL ausführt.

Ist ein Transport sinnvoll<sup>17</sup> und der Lastenaufzug verfügbar, erfolgt der Transport der Fertigware zum Außenbereich. Hierfür werden, wie bei der Anlieferung, zwei Transportmittel benötigt. Das erste wird mit Europalette an die gegenüberliegende Seite des Lastenaufzuges gefahren und abgestellt. Für die nächsten Transporte wird das zweite Transportmittel benötigt, mit dem die restlichen Paletten in den Lastenaufzug transportiert und abgestellt werden. Ist die Beladung beendet, erfolgt die Fahrt in das Erdgeschoss, dann in den Außenbereich und anschließend die Entladung des Lastenaufzuges. Dabei wird die Fertigware neben dem Lastenaufzug abgestellt und ist ab diesem Punkt wieder im Zuständigkeitsbereich des Gabelstaplerfahrers.

Abbildung 4-12 auf Seite 43 veranschaulicht den Ablauf nochmals grafisch.

---

<sup>16</sup> je nach Kundenanforderung auch in Gitterboxen

<sup>17</sup> es wird versucht, den Lastenaufzug maximal auszulasten

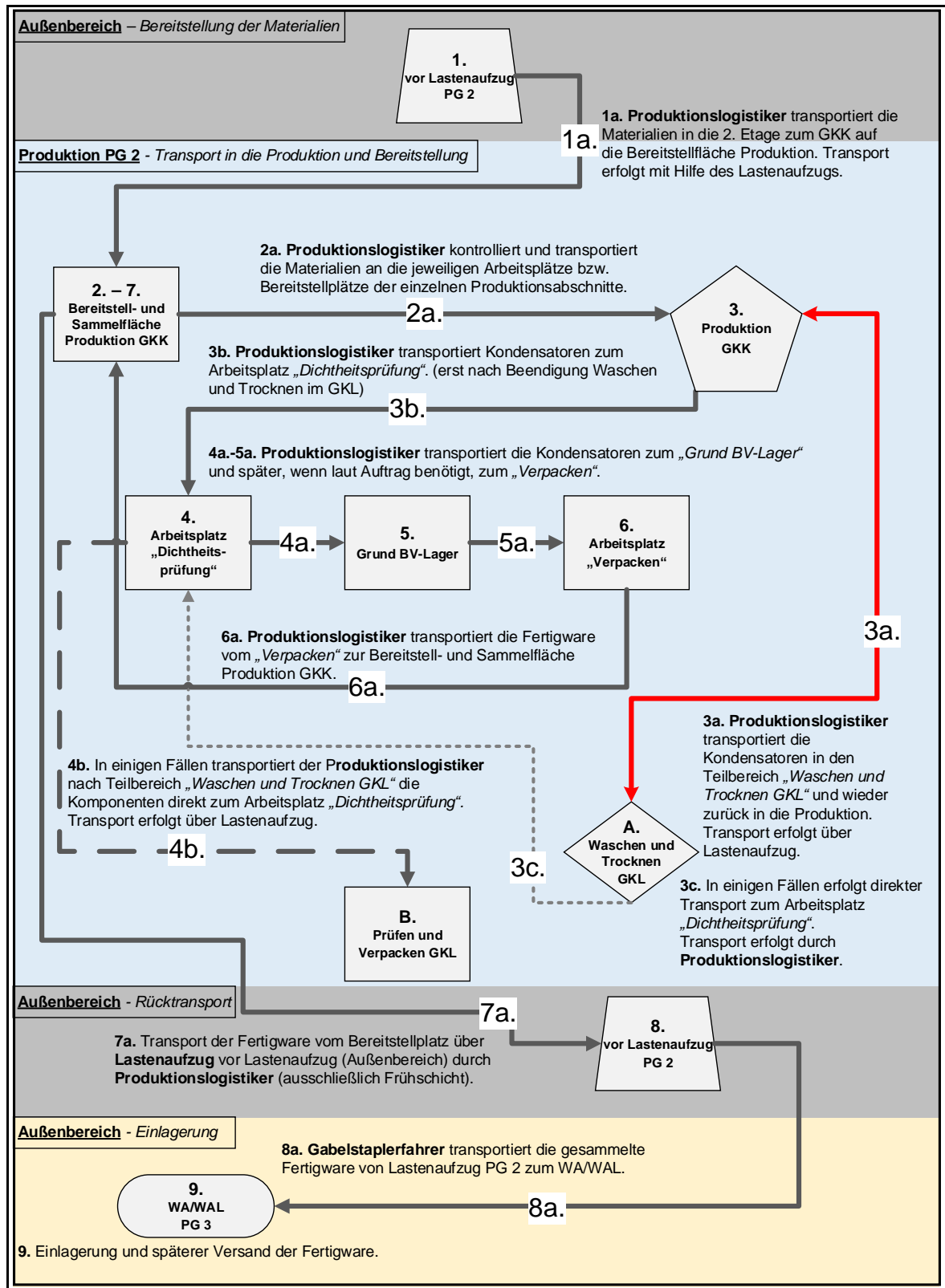


Abbildung 4-12 Logistikablauf Teil 2 GKK

## 4.6 Zusammenfassung der Probleme

In diesem Teilkapitel erfolgt die Aufzählung der Probleme, die im gesamten Logistikablauf festgestellt wurden. Dabei werden, neben dem Problem selbst, der Bereich bzw. Prozess sowie die Auswirkung beschrieben, die jedes Problem mit sich bringt.

Tabelle 7 Probleme Logistikablauf Teil 1

Bereich/ Prozess	Problem	Auswirkung
<b>Auftragsauslösung PG 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sofortige Buchung des bestellten Materials auf Bestand des jeweiligen Geschäftsbereichs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Sichtkontrolle durch Produktionslogistiker, ob Material am PG 2 bereitgestellt wurde</li> </ul>
<b>Materialbereitstellung im WE/WEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gelegentliches bereitstellen von Mehrbedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt zu Platzmangel in Produktion</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einwickeln der EP mit Folie zum Schutz vor Schäden bzw. für besseren Transport</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehraufwand für Lagerlogistiker</li> <li>• hoher Verbrauch an Transportfolie (nicht wiederverwertbar)</li> </ul>
<b>Transport vom WE/WEL vor das Gebäude PG 3 mittels Lastenaufzug</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begrenzte Kapazität des Lastenaufzugs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wiederholen der Vorgänge Beladen, Fahrt Lastenaufzug und Entladen notwendig</li> </ul>
<b>Materialtransport zwischen den Produktionsgebäuden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jede EP muss einzeln transportiert werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoher Transportaufwand</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterbrechung der Materialversorgung bei Be- und Entladung von LKWs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kann zu Versorgungsengpässen führen (Material wird dann vom Produktionslogistiker selbst geholt)</li> </ul>

Tabelle 8 Probleme Logistikablauf Teil 2

Bereich/ Prozess	Problem	Auswirkung
<b>Materialtransport vom Außenbereich auf die Logistikflächen (GKL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• infolge von Platzmangel in Schleuse muss Material teilweise vor PG 2 verweilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material ist Witterungsverhältnissen ausgesetzt und kann beschädigt werden</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entfernen der Transportfolie und beschriften der Materialien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehraufwand für Produktionslogistiker</li> <li>• mehr Abfall</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für Bereitstellung auf Logistikfläche unterfahren der EP quer notwendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kann, aufgrund des Hubvorgangs, zu Beschädigung der EP führen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Platzmangel im Gangbereich und fehlende Manipulationsabstände</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt zu hohem Rangieraufwand</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produktionsbezogene Bereitstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verursacht hohen Lagerplatzbedarf, da Material teilweise Stunden auf Logistikflächen lagert, bis es durch Auftrag benötigt wird</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zusätzliche Tätigkeiten Produktionslogistiker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontrolle und Freigabe einer Bestellung kann mehrere Stunden betragen</li> </ul>
<b>Rückführung von nicht benötigten Komponenten (GKL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aufgrund von geliefertem Mehrbedarf werden Komponenten „Becher“ auf definierter Fläche gesammelt bis Rücktransport veranlasst wird</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führt zu hohem Lagerplatzbedarf</li> </ul>

Tabelle 9 Probleme Logistikablauf Teil 3

Bereich/ Prozess	Problem	Auswirkung
<b>Warentransport vom Außenbereich auf Logistikflächen Produktion (GKK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastenaufzug nicht immer verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bestelltes Material kann nicht vom Außenbereich geholt werden</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begrenzte Kapazität Lastenaufzug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wiederholen der Vorgänge Beladen, Fahrt mit Lastenaufzug und Entladen</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigware auf Sammelfläche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangieraufwand erforderlich</li> </ul>
<b>Kontrolle, Freigabe und Bereitstellungsprozess (GKK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zusätzliche Tätigkeiten Produktionslogistiker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionslogistiker muss mehrmals am Tag die Ebene wechseln (Lastenaufzug erforderlich)</li> <li>• Kontrolle und Freigabe einer Bestellung kann mehrere Stunden betragen</li> </ul>

Einige dieser Probleme lassen sich im späteren Verlauf der Diplomarbeit reduzieren oder vermeiden. Probleme, die keinen direkten Einfluss auf die Arbeit ausüben, sind separat zu betrachten. Diese sind, wenn erforderlich, im Rahmen weiterer Arbeiten oder im Unternehmen selbst zu lösen.

## 4.7 Ist-Analyse Logistikflächen

Für die Ermittlung der Logistikflächen wird in den Bereichen GKL, GKK sowie der obersten Etage eine Begehung durchgeführt. Dabei werden alle Flächen betrachtet, die explizit als solche ausgewiesen<sup>18</sup> sind. Kommt es im Laufe der Erhebung zu Unklarheiten, werden die zuständigen bzw. verantwortlichen Mitarbeiter befragt und demnach die Entscheidung getroffen, ob eine Fläche als Logistikfläche zählt.<sup>19</sup> Wie beim Logistikablauf (vgl. Kapitel 4.2, S. 24 ff.) angewendet, sind die Gesamtlogistikflächen in drei Teilbereiche untergliedert und die darin vorkommenden Flächen beschrieben und berechnet. Dabei gestaltet sich die Gliederung wie folgt.

### Ist-Analyse Logistikfläche Teil 1

1. Logistikfläche Gangbereich GKL
2. Logistikfläche Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren<sup>20</sup> GKL
3. Logistikfläche Fertigware

### Ist-Analyse Logistikfläche Teil 2

1. Logistikfläche GKK
2. Logistikfläche Kartonage GKK
3. Logistikfläche Becher GKK
4. Logistikfläche Wickel GKK

### Ist-Analyse Logistikfläche Teil 3

1. Logistikfläche Kauffolie Ebene 5
2. Logistikfläche Wickel Ebene 5

Mit Ausnahme der Logistikfläche für „Kauffolie“ sind alle betrachteten Logistikflächen ausschließlich „*Bodenblocklager*“. Da sowohl die „*gestapelte*“ als auch „*ungestapelte*“ Lagerung Anwendung findet (vgl. Kapitel 2.3, S. 4), wird in jeder beschriebenen Logistikfläche zusätzlich die Art der Lagerung angegeben. Temporär belegte Flächen, wie beispielsweise an Maschinen, werden nicht als Logistikflächen aufgenommen. Diese sind

---

<sup>18</sup> gekennzeichnet mit Schildern an Wänden, Pfeilern etc.

<sup>19</sup> aufgrund nicht klar definierter Logistikflächen

<sup>20</sup> Leistungskondensatoren und Leistungselektronikkondensatoren

teilweise nicht als solche erkenntlich und oftmals nach den Arbeitsabläufen des jeweiligen Mitarbeiters gestaltet. Alle beschriebenen Logistikflächen entsprechen der Nettolagerfläche. Die dazugehörigen berechneten Flächengrößen sind inklusive des notwendigen Manipulations- und Sicherheitsabstandes. Der Abstand ist auf 100 mm festgelegt (vgl. Kapitel 2.5.3, S. 6).

Je nach Art der Bereitstellung (längs bzw. quer) und der Betrachtungsweise kann es zu minimalen Abweichungen kommen. Kommt es bei der Ermittlung zu Unterbrechungen der Logistikfläche, werden die Teilbereiche in einzelne Blöcke zusammengefasst. Jeder dieser Blöcke setzt sich aus der Anzahl der EP und der dazugehörigen Manipulationsabstände zusammen. Die berechneten Einzelflächen werden in den dazugehörigen Tabellen aufsummiert und daraus wird die Gesamtfläche errechnet. Das Ende des Abschnittes „Ist-Analyse Logistikflächen“ bildet eine tabellarische Darstellung aller ermittelten Gesamtflächen inklusive der monatlichen Kosten.

## 4.8 Ist-Analyse Logistikfläche Teil 1

### 1. Logistikfläche Gangbereich GKL

Bei der Erstbegehung ist aufgefallen, dass der Gangbereich des GKL auch gleichzeitig als Logistikfläche für die Produktion genutzt wird (siehe Abbildung 4-13).



Abbildung 4-13 Logistikfläche Gangbereich

Hier befinden sich, neben Stellplätzen für Materialbereitstellung (Festplatz- und freie Lagerplatzvergabe), auch Sammelplätze für „nicht verbrauchte“ Komponenten (Becher) (vgl. Kapitel 4.4, S. 30), Kartonagen, Europaletten, Rollwagen für Pappmüll sowie ein Stellplatz für Papp-Rückführung (vgl. Anlage 8 bis 11, S. 110 bis 111). Insgesamt handelt es sich um 38 Stellplätze im Format Europalette. Diese befinden sich

allesamt an der Wandseite gegenüber des Eingangs und sind aufgrund von Zugängen in einzelne Produktionsräume unterbrochen (vgl. Abbildung 4-14).



Abbildung 4-14 Teilausschnitt Zugänge Produktionsräume

Im kompletten Stellplatzbereich wird die „*ungestapelte Lagerung*“ angewendet. Diese Art der Lagerung ergibt sich aus der Tatsache, dass die Paletten größtenteils zu instabil zum Stapeln sind und somit Material und Personen Schaden davon tragen könnten. Außerdem befinden sich in geringer Höhe des Gangbereichs Versorgungsleitungen, die das Stapeln der Paletten nicht ermöglichen (vgl. Anlage 12, S. 111).

Der Gangbereich selbst, der für die Materialbereitstellung genutzt wird, hat eine Länge von ca. 58 m. Die Breite beläuft sich auf 2,67 m. Demgegenüber steht die benötigte Breite der 38 Stellplätze. Alle Paletten und Rollwagen sind parallel, mit der langen Seite (1200 mm), zur Wand angeordnet. Aufgrund der Zugänge zu den einzelnen Arbeitsbereichen ist die Logistikfläche in sechs Blöcke unterteilt. Unter Berücksichtigung der Manipulationsabstände zur Wand und zwischen den Stellplätzen ergibt sich ein Nettoflächenbedarf für die Logistikfläche Gangbereich GKL von 50 m<sup>2</sup>. Eine detaillierte Berechnung zu jedem Block ist in Anlage 13, Seite 112 ersichtlich.

## **2. Logistikfläche Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren GKL**

Der Produktionsabschnitt „*Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren*“ hat, wie der Gangbereich, ebenfalls mehrere Stellplätze für benötigte Kartonage. Aufgeteilt in drei Bereiche befinden sich zwei Stellplätze, vom Eingang gesehen links und unmittelbar daneben eine weitere Europalette (vgl. Anlage 14, S. 113). Der dafür benötigte Flächenbedarf liegt in etwa bei 4,06 m<sup>2</sup>. Die anderen sechs Stellplätze befinden sich vom Eingangsbereich gesehen rechts, hinter einer Wand. Die Anordnung der Paletten ist längsseitig nebeneinander und der dazugehörige Flächenbedarf liegt bei 7,70 m<sup>2</sup> (vgl. Anlage 15, S. 113). Als Summe ergibt sich ein benötigter Nettoflächenbedarf von



11,76 m<sup>2</sup> (vgl. Anlage 16, S. 113). Die dabei verwendete Lagerung ist die ungestapelte Variante.

### **3. Logistikfläche Fertigware**

Sind Kondensatoren fertig produziert und auf entsprechende Ladungsträger gestapelt, werden diese auf die Logistikfläche Fertigware bereitgestellt (vgl. Anlage 17, S. 114). Die Fläche bietet Platz für insgesamt fünf Europaletten, die nebeneinander längs an die Wand des Gangbereiches gestellt werden. Die benötigte Fläche beläuft sich in diesem Fall auf etwa 7 m<sup>2</sup> (vgl. Anlage 18, S. 114).

## **4.9 Ist-Analyse Logistikfläche Teil 2**

### **1. Logistikfläche GKK**

Die Logistikfläche des GKK ist die, bereits unter Kapitel 3.2, Seite 21 erwähnte, Bereitstell- und Sammelfläche gegenüber des Lastenaufzugs. Obwohl im Zeitraum der Erhebung nie komplett belegt gewesen, bietet diese Fläche Platz für 29 Ladungsträger<sup>21</sup>. Vom Prinzip ähnelt Sie, je nach Komponente bzw. Ladungsträger, einem gestapelten oder ungestapelten Blocklager. Die Anordnung der Ladungsträger ist längsseitig und sechs Stellplätze nebeneinander. Vom Lastenaufzug gesehen, stehen in der ersten Reihe der Bereitstellfläche zwei Ladungsträger hintereinander. Die folgenden vier Reihen verfügen jeweils über sechs Stellplätze hintereinander und die letzte Reihe bietet drei Ladungsträgern hintereinander Platz. Wobei in diesem Fall der erste Stellplatz mit dem vierten Stellplatz der vorherigen Reihe beginnt. Mit der Anzahl der maximal möglichen Stellplätze und den benötigten Manipulationsabständen beläuft sich die Fläche auf etwa 35 m<sup>2</sup>, wie die Tabelle in Anlage 19 auf Seite 114 zeigt.

Im Laufe der Recherche hat sich herausgestellt, dass diese Fläche nicht allein für Fertigware und bestellte Ware genutzt wird. Demnach befinden sich ebenfalls verschiedene leere Groß- und Kleinladungsträger auf der Bereitstellfläche (vgl. Anlage 20, S. 115).

### **2. Logistikfläche Kartontage GKK**

Eine weitere Logistikfläche ist die der zum Verpacken benötigten Kartongen. Die Anordnung entspricht einem ungestapelten Blockbodenlager mit sieben Stellplätzen. Die

---

<sup>21</sup> sowohl Europaletten als auch Euro-Gitterboxen sind auf der Bereitstellfläche vorhanden

Anordnung ist längsseitig mit jeweils zwei Europaletten hintereinander. Einzige Ausnahme ist der Stellplatz, welcher direkt an dem Weg angrenzt. Dieser ist nur für eine EP ausgelegt. Der Zugriff auf die jeweilige Kartonage ist von allen Seiten möglich (vgl. Anlage 21, S. 115). Aus der Tabelle in Anlage 22, Seite 115 wird ersichtlich, dass der benötigte Flächenbedarf bei ca. 9 m<sup>2</sup> liegt.

### **3. Logistikfläche Becher GKK**

Diese Logistikfläche dient als ungestapelte Sammelfläche der benötigten Komponenten „Becher“. Anders als beim GKL sind die Becher nicht in Gefache eingelagert, sondern befinden sich ausschließlich in Kartons. Diese Kartons sind nach Durchmesser sortiert und weitestgehend auf Europaletten gestapelt (vgl. Anlage 23, S. 116). Aufgrund dieser nicht sortenreinen Lagerung der Becher entsteht ein hoher Handlungsaufwand. Oftmals werden Kondensatoren mit einer speziellen Höhe benötigt und befinden sich nicht direkt im Zugriffsbereich. Folglich ist das Umstapeln der davor oder darüber liegenden Becherkartons notwendig.

Obwohl nach Durchmesser sortiert, sind nicht alle Stellplätze gekennzeichnet. Demnach erfolgt die Sortierung der nicht gekennzeichneten Durchmesser nach dem Ermessen des zuständigen Mitarbeiters. Des Weiteren hat sich während der Begehung des GKK die Anordnung der Becher-Sammelfläche einige Male geändert. Aus diesem Grund kann es zu Abweichungen zwischen den ermittelten Flächen und einem späteren Ist-Stand kommen. Trotzdem wird die bei der Ist-Aufnahme dokumentierte Fläche beschrieben und daraus der Nettoflächenbedarf berechnet.

Die bei der ersten Aufnahme vorgefundene Anordnung der Stellplätze besteht aus zwei Blöcken mit jeweils drei Europaletten längsseitig nebeneinander. Die erste Anordnung befindet sich unmittelbar neben dem Weg und der zweite Block in der Nähe des Büros GKK. Bei beiden Flächen gibt es keine Begrenzung durch Wände oder Pfeiler. Somit ist ein Direktzugriff von jeder Seite möglich. Die hierfür ermittelte Fläche beträgt in etwa 8 m<sup>2</sup>. In Anlage 24, Seite 116 ist die genaue Berechnung hinterlegt.

### **4 Logistikfläche Wickel GKK**

Wenn für die Produktion benötigt, werden die Europaletten mit den Komponenten „Wickel“ aus der ersten Etage geholt und ungestapelt bereitgestellt. Sind dabei die Plätze an den Produktionsbereichen oder Maschinen belegt, gibt es für diesen Fall vier Bereitstellplätze. Diese befinden sich in unmittelbarer Nähe des Lastenaufzugs, sind

aber nicht explizit als solche gekennzeichnet (vgl. Anlage 25, S. 116). Eine Nachfrage zu diesen Stellplätzen ergab als Resultat, dass diese Plätze ausschließlich für Paletten mit Wickel bestimmt sind. Die Anordnung der Wickelstellplätze ist wie folgt: es gibt zwei einzelne Plätze mit einer benötigten Fläche von jeweils 1,3 m<sup>2</sup> und eine Fläche, auf der zwei Europaletten längsseitig nebeneinander abgestellt werden. Diese Fläche ist durch einen dahinter befindlichen Pfeiler abgeschlossen. Die Fläche beläuft sich auf ca. 2,5 m<sup>2</sup>. Aufsummiert ergibt das eine gesamte Bereitstellfläche Wickel von ca. 5 m<sup>2</sup>, wie die Tabelle in Anlage 26, Seite 117 aufzeigt.

## **4.10 Ist-Analyse Logistikfläche Teil 3**

### **1. Logistikfläche Kauffolie Ebene 5**

Wie im Kapitel 3.2, Seite 21 erwähnt, ist die vierte Etage kein Produktionsbereich. Dennoch wurde hier, aufgrund von Platzmangel in anderen Bereichen, ein Lager für „Kaufolie“ eingerichtet (vgl. Anlage 27, S. 117). Bis auf die erste Reihe, die für Sonderpaletten ausgelegt ist, entsprechen die weiteren Lagerplätze dem Format einer Europalette. Die Kaufolie ist doppelt stapelbar und der verwendete Lagertyp ähnelt dem eines „Bodenzeilenlagers“ (vgl. Abbildung 2-1, S. 5). Jedoch besteht nur ein direkter Zugriff auf vollständige Europaletten, die zuletzt eingelagert wurden. Die Zeilenbreite zwischen den einzelnen Blöcken liegt bei 600 mm und Hilfsmittel, wie z.B. ein Kran, sind nicht vorhanden. Demnach ist nur der Zugriff auf einzelne Komponenten auf den Paletten möglich. Für Auslagerungen von kompletten Paletten zählt deshalb das LIFO-Prinzip<sup>22</sup> (Last In, First Out). Neben den acht Plätzen im Format 1050 mm x 1050 mm sind die Plätze für die Kaufolie alle längsseitig angelegt. Hintereinander finden maximal sieben Paletten Platz. Die erste Reihe der Europaletten bildet mit den Sonderplätzen die erste Bodenzeile. Daran anschließend folgen drei Bodenzeilen mit jeweils 14 Stellplätzen. Aufgrund einer tragenden Wand sind die nächsten zwei Bodenzeilen lediglich für vier Stellplätze ausgelegt. Die erste Reihe der Bodenzeile nach der Wand besteht aus drei Palettenplätzen und die dazugehörige Bodenzeile wieder aus sieben Plätzen. Den Abschluss des Folienlagers bilden fünf Bodenzeilen mit jeweils 14 Lagerplätzen für Europaletten. In Summe ergibt sich demnach eine Anzahl von maximal 274 doppelt gestapelten Europaletten für Folie zuzüglich den acht Sonderstellplätzen.

---

<sup>22</sup> zuletzt eingelagert, zuerst ausgelagert

Wie aus Anlage 28, Seite 118 zu entnehmen ist, beläuft sich die ermittelte Nettolagerfläche auf ca. 183 m<sup>2</sup>.

## **2. Logistikfläche Wickel Ebene 5**

Neben dem Lager für Kauffolie befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite des Raumes das „Wickellager“ für den GKL (vgl. Anlage 29, S. 120). Bei der Betrachtung dieses Lagers ergibt sich folgendes Bild. Jeder Block besteht aus 12 Palettenstellplätzen im Format EP, die in sechs kleinere ungestapelte Blöcke unterteilt sind. Angeordnet sind diese Blöcke jeweils mit zwei Paletten längs hintereinander und sechs Paletten nebeneinander. Begrenzt durch Gebäudepfeiler ergeben sich somit drei Blöcke, die parallel zum Weg verlaufen. Hinter diesen Blöcken befindet sich ein Arbeitsgang von etwa 2 m Breite. Daran anschließend und durch die Gebäudefassade abgeschlossen, befinden sich erneut drei Blöcke. Diese haben die gleiche Anordnung wie die ersten drei Blöcke. Somit verfügt dieses Lager über insgesamt 72 Stellplätze für Europaletten. Die Wickel selbst befinden sich in Kleinladungsträgern (KLT) mit den Abmessungen 400 mm x 300 mm x 270 mm. Die maximale Anzahl an KLT pro Ebene auf einer Palette beläuft sich auf acht mit einem Stapelfaktor von „1+5“. Das führt zu dem Ergebnis, dass im Blocklager Wickel eine maximale Anzahl von 3456 KLT eingelagert werden kann. Unter Beachtung der Manipulationsabstände zwischen den Paletten, zu den Pfeilern und zur Wand beträgt die Nettolagerfläche ca. 90 m<sup>2</sup>, wie die Tabelle in Anlage 30, Seite 120 zeigt.

### **4.11 Kostenermittlung Logistikflächen**

Um einen Überblick über die Kosten zu bekommen, die jede Logistikfläche im PG 2 verursacht, wurde die Abteilung Controlling kontaktiert. Diese hat die Gebäudekosten pro m<sup>2</sup> ermittelt und zur Verfügung gestellt. Sie betragen 6,57 €/m<sup>2</sup>. In den Kosten sind Heizung, Wasser, Reinigung, Instandhaltung, Wachschatz und Winterdienst enthalten. Ausgenommen sind Strom und kalkulatorische Miete.

Die Ermittlung der Gesamtkosten für jede Fläche erfolgt mittels Formel 5.

**Formel 5 Berechnung Gesamtkosten Logistikfläche**

$$\text{Gesamtkosten} = \frac{\text{Preis}}{\text{m}^2} \times \text{Flächengröße}$$

Wie hoch die monatlichen Kosten jeder einzelnen Logistikfläche sind, ist in Tabelle 10 auf Seite 54 aufgeführt.

Tabelle 10 Kostenermittlung Logistikflächen

Bereich Fläche	Größe [m <sup>2</sup> ]	Preis/Fläche [€/m <sup>2</sup> ]	Gesamtkosten/Fläche im PG 2 [€/m <sup>2</sup> ]
Gangbereich GKL	50,00	6,57	328,50
Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren GKL	11,76	6,57	77,27
Fertigware GKL	6,44	6,57	42,32
Logistikfläche GKK	35,26	6,57	231,66
Kartonage GKK	9,99	6,57	65,64
Becher GKK	3,92	6,57	25,76
Wickel GKK	5,46	6,57	35,88
Kauffolie (Ebene 5)	182,80	6,57	1201,00
Wickel (Ebene 5)	89,10	6,57	585,39
<b>Gesamtkosten PG 2</b>			<b>2593,42</b>

Wie in der Tabelle zu sehen, verursachen die Gesamtlogistikflächen im PG 2 mehr als 2500 Euro Kosten pro Monat. Der größte Anteil, mit ca. 70 % der Gesamtkosten, entsteht in Ebene 5. Dabei steht dieser Bereich, aufgrund geplanter Umbaumaßnahmen, nur temporär zur Verfügung. Dieser Aspekt und der hohe Kostenanteil machen es notwendig, eine Lösung zur Beräumung der Flächen zu finden.

Die Flächen der Bereiche GKL und GKK werden zur Versorgung der Produktion benötigt, folglich ist die vollständige Räumung ausgeschlossen. Hierbei kann im Rahmen der Diplomarbeit lediglich eine Neuordnung erfolgen bzw. mit Hilfe von technischer und/oder organisatorischer Unterstützung versucht werden, eine Reduzierung zu erreichen (vgl. Kapitel 5, S. 64 ff.).

#### 4.12 Ermittlung Arbeitsgang- und Wegbreite

Bereits bei der ersten Begehung des Gangbereichs GKL ist aufgefallen, dass dieser nur eine begrenzte Breite aufweist. Dennoch findet, neben Personenverkehr und Materialbereitstellung auf Paletten, die Versorgung mit Hilfe eines Flurfördergeräts statt. Aus diesen Gründen wird in diesem Abschnitt eine rechnerische Überprüfung hinsichtlich Arbeitsgang- und Wegbreite durchgeführt. Die Vorgehensweise gestaltet sich dabei folgendermaßen:

1. Ermitteln der Arbeitsgangbreite (Ast) basierend auf dem zum Einsatz kommenden Flurfördergerät
2. Berechnung der Mindestwegbreite nach der ASR A1.8 für Verkehrswege
3. Ermitteln der Bruttogangbreite und Berechnung der Nettogangbreite
4. Vergleich der Ergebnisse und Auswertung

### **1. Ermitteln der Arbeitsgangbreite (Ast) basierend auf dem zum Einsatz kommenden Flurfördergerät**

Für die tägliche Beförderung der Paletten wird im GKL ein Flurfördergerät der Firma „Jungheinrich“ genutzt. Dabei handelt es sich im speziellen um einen Elektro-Deichselhubwagen mit der Typenbezeichnung „EJE 116“ (siehe Abbildung 4-15).

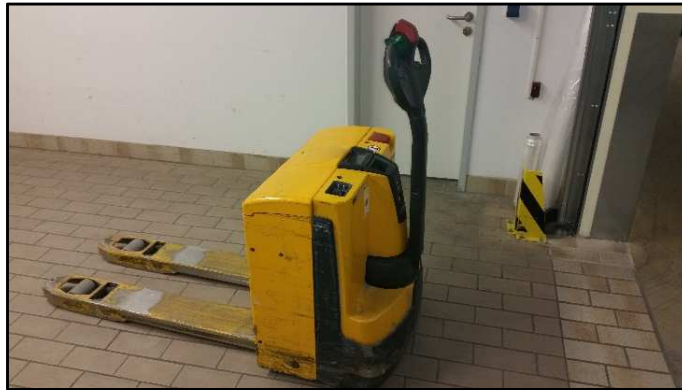


Abbildung 4-15 Elektro-Deichselhubwagen "EJE 116"

Laut Datenblatt des Anbieters besitzt der Elektrohubwagen<sup>23</sup> eine Gesamtlänge und –breite von 1715 mm x 720 mm. Die Höchstgeschwindigkeit, mit und ohne Last, liegt bei 6 km/h und die festgelegte Arbeitsgangbreite<sup>24</sup>, inklusive des Sicherheitsabstandes vorn und hinten von 200 mm, beläuft sich auf 2000 mm. /JUNG-14/

---

<sup>23</sup> Aufgrund keiner exakten Zuordnung der Version des Flurfördergerätes wird die Auslegung und Berechnung mit den größten Abmaßen durchgeführt.

<sup>24</sup> Infolge nicht eindeutiger Angaben in der Betriebsanleitung wurde hierfür ein MA der Firma Jungheinrich am 19.01.2016 telefonisch kontaktiert.

## 2. Berechnung der Mindestwegbreite nach der ASR A1.8 für Verkehrswege

Für die Berechnung der Mindestwegbreite nach ASR A1.8 sind nach Tabelle 3 auf Seite 9 und Formel 4, Seite 10 folgende Werte anzusetzen:

Randzuschlag $Z_1$ :	0,75 m (gemeinsamer Fußgänger- und Fahrzeugverkehr)
größte Breite TM oder Ladegut $a_T$ :	1,20 m (da überwiegend Paletten quer transportiert werden)

Das Ergebnis der Mindestwegbreite ist in Tabelle 11 ersichtlich und beträgt 2,70 m.

Tabelle 11 Berechnung Mindestwegbreite nach ASR A1.8 /BUND-16/

Mindestwegbreite mit Last (nach ASR A1.8)				
	[mm]	Anzahl	Gesamt [mm]	Gesamt [m]
Randzuschlag	750	2	1500	1,50
Breite Last	1200	1	1200	1,20
		<b>Summe</b>	2700	<b>2,70</b>

## 3. Ermitteln der Bruttogangbreite und Berechnung der Nettogangbreite

Um im ersten Schritt die Bruttogangbreite zu ermitteln, wird das Maß genommen, welches durch die bauliche Struktur des Gangbereiches gegeben ist. Daran anschließend erfolgt die Berechnung der Nettogangbreite. Sie ergibt sich aus der Bruttogangbreite abzüglich vorhandener Palettenbreite sowie Manipulations- und Sicherheitsabstand. Die folgende Prinzipskizze (siehe Abbildung 4-16) soll zum besseren Verständnis beitragen:

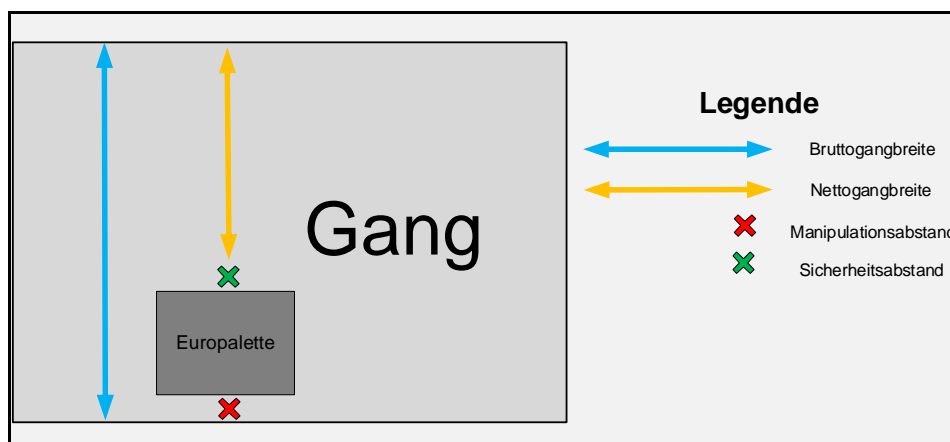


Abbildung 4-16 Prinzipskizze Gangbereich GKL

In Tabelle 12 ist ersichtlich, dass die Bruttogangbreite 2,67 m und die Nettogangbreite 1,77 m beträgt.

Tabelle 12 Ermittlung Bruttogangbreite und Berechnung Nettogangbreite

<b>Brutto Gangbreite [m]</b>	<b>2,67</b>
Sicherheitsabstand [m]	0,10
Palettenbreite [m]	0,80
Manipulationsabstand [m]	0,10
<b>Nettogangbreite [m]</b>	<b>1,77</b>

#### 4. Vergleich der Ergebnisse und Auswertung

Tabelle 13 Vergleich der Ergebnisse Arbeitsgang- und Wegbreiten

Vergleich Arbeitsgangbreite nach Datenblatt Flurfördergerät					Auswertung	
					verfügbarer Platz [m]	Flurfördergerät möglich
Bruttogangbreite [m]	2,67	>	2,00	Arbeitsgangbreite [m]	0,67	ja
Nettogangbreite [m]	1,77	<	2,00	Arbeitsgangbreite [m]	-0,23	nein
Vergleich Mindestwegbreite nach ASR A1.8						
Bruttogangbreite [m]	2,67	<	2,70	Mindestwegbreite [m]	-0,03	nein
Nettogangbreite [m]	1,77	<	2,70	Mindestwegbreite [m]	-0,93	nein

Wie Tabelle 13 zeigt, besteht die Option für den Einsatz des Flurfördergerätes im Gangbereich. Jedoch ist diese Option nicht umsetzbar. Der in diesem Fall zur Verfügung stehende Restplatz ermöglicht es nicht Material auf Europaletten bereitzustellen. Nach ASR A1.8 ist der benötigte Platz größer, als der zur Verfügung stehende. Somit ergibt die Auswertung, dass im Gangbereich die Bereitstellung von Materialien mit dem eingesetzten Flurfördergerät nicht zulässig ist und demnach eine schnelle und adäquate Lösung gefunden werden muss.

#### **4.13 Ist-Analyse Dauer Materialbereitstellung**

Der letzte Abschnitt der Ist-Analyse befasst sich mit der „Dauer Materialbereitstellung“. Obwohl dieser keinen direkten Einfluss auf die Flächenreduzierung im PG 2 hat, ergeben sich dennoch Potentiale, die zu einer Reduzierung der Flächen beitragen. Aus diesem Grund werden für diese Analyse alle Prozesse und Tätigkeiten betrachtet, die eine direkte Einwirkung auf die Versorgung der Geschäftsbereiche im PG 2 haben. Unter Berücksichtigung verschiedener Variablen, in Form von Ausgangssituation oder möglicher Begebenheit, werden die unterschiedlichen Zeitspannen für die Materialbereitstellung dargelegt.



Für die Ermittlung der Gesamtdauer wurde die Anzahl der kommissionierten und bereitgestellten Europaletten im Zeitraum<sup>25</sup> vom 05.10.2015 bis zum 18.12.2015 dokumentiert. Dabei wurde zum einen nach Art der Europalette (Vollpalette oder Mischpalette) und zum anderen nach Bestimmungsort (GKL oder GKK) unterschieden und darauf folgend die Analyse mit dem ermittelten Durchschnitt und Maximum durchgeführt. Des Weiteren wurden, nach Rücksprache mit Betriebsrat und Geschäftsleitung, Zeitmessungen durchgeführt, um die Dauer der jeweiligen Prozesse<sup>26</sup> zu ermitteln. Zu jedem Prozess bzw. jeder Tätigkeit wurden zehn Versuche durchgeführt. Dabei wurden pro Versuch alle Zeiten addiert und in Minuten umgerechnet.

Im weiteren Verlauf der Analyse wird, sofern erforderlich, das erzielte Ergebnis durch die Anzahl der Europaletten geteilt, um die Prozessdauer pro Palette zu erhalten. Den Abschluss bildet die Berechnung des Mittelwertes aus allen Durchgängen eines Prozesses sowie, wenn vorhanden, aus den ermittelten Teilprozessen wie beispielsweise „Prozessdauer pro Palette“. Einzige Ausnahme ist der Prozess „Fahrzeit Lastenaufzug PG 3“. In diesem Fall sind die Fahrzeiten weitestgehend konstant und werden deshalb als fester Wert angenommen. Für eine bessere Übersicht bei den durchzuführenden Berechnungen und um einen Sicherheitsfaktor zu erzeugen, werden alle Ergebnisse stets auf die nächst höhere ganze Zahl gerundet. Lediglich die prozentuale Verteilung zwischen Voll- und Mischpalette wird nicht gerundet. In diesem Fall würden die weiterführenden Berechnungen und somit die Ergebnisse der Dauer der Materialbereitstellung zu sehr abweichen.

Infolge dessen, dass nicht alles, was detailliert im Kapitel 4.2, S. 24 bis 4.5, S. 43 geschildert wurde, hier berücksichtigt wird, ist es wichtig, eine Systemabgrenzung zu definieren. Diese beginnt bereits bei dem ersten Punkt, der Erstellung der Materialbedarfslisten. Obwohl diese den Anfang einer jeden Bestellauslösung bildet, wird dieser Aspekt übergangen, ebenso wie die Datenübermittlung und das Ausdrucken und Verteilen der Kommissionieraufträge. Der Grund dafür ist, dass diese Zeiten nicht messbar sind. Die Erstellung der Materialbedarfslisten ist auftragsabhängig, Datenübermittlung erfolgt über SAP und das Ausdrucken der Aufträge geschieht, sobald ein Logistikmitarbeiter die Daten im SAP erblickt. Weitere Abgrenzungen werden in den Bereichen Transportmittel und Lastenaufzüge, inklusive benötigtem Personal, gezogen. Hierbei

---

<sup>25</sup> 11 Wochen

<sup>26</sup> explizite Arbeitsabläufe, Auslastungen o.ä. von Mitarbeitern wurden nicht ermittelt

wird von einer sofortigen und durchgängigen Verfügbarkeit ausgegangen. Unterbrechungen infolge von Anlieferungen oder nicht zur Verfügung stehenden Lastenaufzüge oder Transportmitteln wird es nicht geben. Diese Zeiten sind abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren, wie z.B. der Dauer der Entladung eines LKW, der Nutzungsdauer des Lastenaufzugs durch andere Geschäftsbereiche usw. und demnach nicht messbar. Den Abschluss der Abgrenzung bildet der Punkt „Kontrolle und Freigabe“ des jeweiligen Geschäftsbereiches. Wie bereits erwähnt, wurde diese Untersuchung einmalig durchgeführt und ist demnach nicht repräsentativ. Dessen ungeachtet wird zur Berechnung der Gesamtdauer dieses Ergebnis benötigt und folglich verwendet.

Zuzüglich zu der eben erwähnten Systemabgrenzung ist ein weiteres Vorkommnis zu nennen, welches im Erhebungszeitraum stattgefunden hat. Am 13.11.2015 fand im PG 2 die jährliche Inventur statt. Das hatte zur Folge, dass an diesem Tag keine Materialtransporte in die Geschäftsbereiche erfolgten. Die daraufhin intern durchgeführten Berechnungen ergaben, dass diese Unterbrechung nur minimale Abweichung vom ursprünglich ermittelten Ergebnis nach sich zog. Demnach wird es keine Differenzierung geben, sondern der gesamte Bemessungszeitraum wird betrachtet.

Die Vorgehensweise bzw. der Ablauf, der als Resultat die Gesamtdauer der Materialbereitstellung offen legt, gestaltet sich wie folgt: Als erstes wird es eine Beschreibung und anschließende Auswertung jedes einzelnen Prozesses geben. Dabei wird auf etwaige Vorkommnisse oder Besonderheiten speziell eingegangen. Im Anschluss daran erfolgt die detaillierte Auswertung des Erhebungszeitraumes. Neben Durchschnitts- und Maximalwerten von bereitgestellten Europaletten pro Woche wird es eine Aufschlüsselung über die Gesamtanzahl der jeweiligen Europalette pro Geschäftsbereich geben. Die Aufschlüsselung dient als Grundlage für weitere Berechnungen. Demnach wird daraus das Verhältnis zwischen Voll- und Mischpalette abgeleitet und das wiederum bildet die Basis zur Berechnung der Materialbereitstellung pro verfügbarem Mitarbeiter sowie die Anzahl der benötigten Transporte bzw. Fahrten. Abschließend erfolgt die Berechnung und Auflistung der Gesamtdauer „Materialbereitstellung“ in Abhängigkeit verschiedener Ausgangssituationen und Gegebenheiten.

Da, wie bereits eingangs erwähnt, diese Analyse keinen direkten Einfluss auf die Flächenreduzierung hat, werden in diesem Abschnitt nur die errechneten und ermittelten Ergebnisse je Geschäftsbereich dargestellt. Bei den Ergebnissen handelt es sich um die Kommissionierzeiten pro verfügbaren Lagerlogistiker sowie die Anzahl der Paletten, die Prozesszeiten der Ladevorgänge und der Transporte und abschließend die

Gesamtprozesszeit in Abhängigkeit der einzelnen Ausgangssituationen. Eine detaillierte Berechnung und Beschreibung zu jedem Prozess ist im Anlagenverzeichnis unter Anlage 31 S. 121 hinterlegt. Weiterhin sind alle Daten auf einer zusätzlichen CD beigelegt.

### **Auswertung**

In diesem Abschnitt erfolgt die Auflistung der Teilprozessdauer für die Materialbereitstellung im GKL und GKK. Diese sind das Resultat aus den Berechnungen, welche im Anhang unter den eben genannten Punkten durchgeführt wurden. Dabei werden die unterschiedlichen Zeiten dargelegt, die sich abhängig von der Anzahl des eingesetzten Personals bzw. von Mittelwert und Maximum der bereitgestellten Europaletten je Bestellung ergeben haben. Die letzte Tabelle jedes Geschäftsbereichs (siehe Tabelle 16, S. 61 und 19, S. 63) zeigt das Endergebnis des Gesamtprozesses, welches sich aus den addierten Teilprozessen ergibt.

### **GKL**

Tabelle 14 Dauer Kommissionierung pro verfügbarem Lagerlogistiker GKL

Ausgangssituation GKL		Dauer Kommissionierung pro verfügbarem Lagerlogistiker [h:min]		
Ebene im PG 3	Anzahl Paletten	1	2	3
<b>3</b>	<b>ø 13</b>	1:26:00	0:44:00	0:30:00
	<b>max. 15</b>	1:40:00	0:56:00	0:40:00
<b>5</b>	<b>ø 13</b>	1:02:00	0:32:00	0:22:00
	<b>max. 15</b>	1:12:00	0:40:00	0:28:00

Tabelle 14 zeigt die Dauer der Kommissionierung pro verfügbarem Lagerlogistiker in Abhängigkeit der durchschnittlichen und maximalen Anzahl der Paletten. Dabei kann die Dauer der Kommissionierung zwischen weniger als 30 Minuten und mehr eineinhalb Stunden betragen.

Tabelle 15 Ermittlung Prozesszeiten GKL

Bestimmungsort:		GKL	
Anzahl der zu kommissionierenden Europaletten		ø 13	max. 15
Prozess		Dauer [h:min]	
Beladung Lastenaufzug (vollst. Auslastung)		0:16:00	0:16:00
Fahrzeit Lastenaufzug PG 3		0:07:00	0:07:00
Entladung Lastenaufzug (vollst. Auslastung)		0:16:00	0:16:00
Transport zwischen PG 3 und PG 2		0:26:00	0:30:00
Bereitstellung in Materialschleuse		0:13:00	0:15:00
Kontrolle und Freigabe		2:35:00	2:35:00
Gesamtdauer		<b>3:53:00</b>	<b>3:59:00</b>

In Tabelle 15 sind die Zeiten der einzelnen Prozesse dargestellt, welche sich abhängig von dem Durchschnitt und dem Maximum der zu kommissionierenden Europaletten ergeben.

Tabelle 16 Gesamtprozessdauer Materialbereitstellung GKL

Kommissionierzeit pro Ebene, der Anzahl Paletten und verfügbaren Lagerlogistiker				Gesamtdauer Prozesse für Bestimmungsort [h:min]	Gesamtprozessdauer Bereitstellung [h:min]
Ebene PG 3	Anzahl Paletten	Anzahl Lagerlogistiker	Dauer [min]	GKL	
3	ø 13	1	1:26:00	3:53:00	5:19:00
		2	0:44:00		4:37:00
		3	0:30:00		4:23:00
	max.15	1	1:40:00	3:59:00	5:39:00
		2	0:56:00		4:55:00
		3	0:40:00		4:39:00
5	ø 13	1	1:02:00	3:53:00	4:55:00
		2	0:32:00		4:25:00
		3	0:22:00		4:15:00
	max.15	1	1:12:00	3:59:00	5:11:00
		2	0:40:00		4:39:00
		3	0:28:00		4:27:00

Tabelle 16 legt die Gesamtprozessdauer der Materialbereitstellung dar. Sie ist das Ergebnis aus der Summe von Tabelle 14 auf Seite 60 und Tabelle 15.

GKK

Tabelle 17 Dauer Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker GKK

Ausgangssituation GKK		Dauer Kommissionierung pro verfügbarem Lagerlogistiker [h:min]		
Ebene im PG 3	Anzahl Paletten	1	2	3
3	ø 4	0:38:00	0:24:00	0:14:00
	max. 5	0:50:00	0:26:00	0:24:00
5	ø 4	0:26:00	0:16:00	0:10:00
	max. 5	0:34:00	0:18:00	0:16:00

In Tabelle 17 ist die Dauer der Kommissionierung pro verfügbarem Lagerlogistiker, in Abhängigkeit der durchschnittlichen und maximalen Anzahl der Paletten, dargestellt. dabei liegt die Kommissionierdauer für den GKK zwischen 10 und 50 Minuten.

Tabelle 18 Ermittlung Prozesszeiten GKK

Bestimmungsort:	GKK	
Anzahl der zu kommissionierenden Europaletten	ø 4	max. 5
Prozess	Dauer [h:min]	
Beladung Lastenaufzug (vollst. Auslastung)	0:04:00	0:08:00
Fahrzeit Lastenaufzug PG 3	0:01:00	0:03:00
Entladung Lastenaufzug (vollst. Auslastung)	0:04:00	0:08:00
Transport zwischen PG 3 und PG 2	0:04:00	0:05:00
Fahrzeit Lastenaufzug in EG PG 2	0:01:00	0:02:00
Beladung Lastenaufzug PG 2	0:04:00	0:05:00
Fahrzeit Lastenaufzug in GKK PG 2	0:01:00	0:02:00
Entladung Lastenaufzug PG 2	0:04:00	0:05:00
Kontrolle und Freigabe	2:01:00	2:01:00
<b>Gesamtdauer</b>	<b>2:24:00</b>	<b>2:39:00</b>

Die Zeiten der einzelnen Teilprozesse sind in Tabelle 18 dargestellt und sind abhängig von der durchschnittlichen und maximalen Anzahl der zu kommissionierenden Europaletten.

Tabelle 19 Gesamtprozessdauer Materialbereitstellung GKK

Kommissionierzeit pro Ebene, der Anzahl Paletten und verfügbaren Lagerlogistiker				Gesamtdauer Prozesse für Bestimmungsort [h:min]	Gesamtprozessdauer Bereitstellung [h:min]
Ebene PG 3	Anzahl Paletten	Anzahl Lagerlogistiker	Dauer [min]	GKK	
3	ø 4	1	0:38:00	2:24:00	3:02:00
		2	0:24:00		2:48:00
		3	0:14:00		2:38:00
	max.5	1	0:50:00	2:39:00	3:29:00
		2	0:26:00		3:05:00
		3	0:24:00		3:03:00
5	ø 4	1	0:26:00	2:24:00	2:50:00
		2	0:16:00		2:40:00
		3	0:10:00		2:34:00
	max.5	1	0:34:00	2:39:00	3:13:00
		2	0:18:00		2:57:00
		3	0:16:00		2:55:00

Wie bereits in Tabelle 16, Seite 61 zu sehen, ist in Tabelle 19 die Gesamtprozessdauer der Materialbereitstellung dargestellt. Diese ergibt sich aus der Summe der Ergebnisse von Tabelle 17 und 18 auf Seite 62.

In den Tabellen 16, S. 61 und 19 ist ersichtlich, dass die Gesamtprozessdauer für die Materialbereitstellung sehr stark variiert. Abhängig von Anzahl der Mitarbeiter bzw. Menge der zu kommissionierenden Europaletten kann je nach Bestimmungsort die Gesamtprozessdauer zwischen etwas weniger als drei Stunden und mehr als fünf Stunden betragen.

## 5 Lösungsmaßnahmen

### 5.1 Ausgangssituation und Grundlagen

Nach Abschluss der Ist-Analyse widmet sich dieser Abschnitt den Lösungsmaßnahmen. Das dabei ausgegebene Ziel ist die Reduzierung und Eliminierung von Logistikflächen im Produktionsgebäude 2 im Zuge der Fertigungsneustrukturierung. Hierfür werden sowohl technische Hilfsmittel als auch organisatorische Änderungen vorgeschlagen, die die Zielsetzung unterstützen und realisieren. Die dafür erarbeiteten Neuordnungen in den jeweiligen Flächen sind als Auto CAD Zeichnungen im Anlagenverzeichnis hinterlegt. Am Ende dieses Kapitels (siehe S. 80) erfolgt eine Auswertung bzw. Lösung zur Beräumung von Ebene 5 im PG 2.

Infolge dessen, dass diese Arbeit an eine vorangegangene Diplomarbeit anknüpft, welche sich mit der technologischen Neustrukturierung des PG 2 beschäftigt hat, werden zuerst die Logistikflächen erläutert. Dabei handelt es sich zum einen um bereits existierende Flächen, die lediglich neu angeordnet wurden und zum anderen um Flächen, die aufgrund der Neuplanung entstanden sind. Für welchen Bereich bzw. für welches Material die Flächen vorgesehen sind sowie die Flächengröße ist in Tabelle 20 aufgelistet. Des Weiteren sind, für eine bessere Übersicht, die Flächen im Lageplan der Anlage 2, Seite 106 eingearbeitet. Die Grundlage für den neuen Lageplan ist aus der Vorzugsvariante der vorrangegangenen Diplomarbeit entstanden und wurde nach Rücksprache mit dem Diplomanden freigegeben.

**Tabelle 20 Lager- und Logistikflächen neu**

<b>Bereich/ Material</b>	<b>Flächengröße</b>
Anlieferfläche Logistik	73 m <sup>2</sup>
Bereitstellfläche Lastenaufzug (Erdgeschoss)	59 m <sup>2</sup>
Stellfläche Verpackung Leuko/Motko	11,25 m <sup>2</sup>
Stellfläche Verpackung Leiko und LE-Kondensatoren	25 m <sup>2</sup>
Lagerfläche Becher	66 m <sup>2</sup>
Bereitstellfläche Lastenaufzug (2. Etage)	42 m <sup>2</sup>
Lagerfläche Wickel	115 m <sup>2</sup>
Stellfläche Alu-Becher	11,25 m <sup>2</sup>

Nachdem die Logistikflächen mit Zugehörigkeit und Größe definiert wurden, erfolgt im nächsten Abschnitt die Erarbeitung von organisatorischen und technischen Lösungsvorschlägen.

## 5.2 Organisatorische Änderungen

### Änderung der Materialbedarfslisten

Wie in der Ist-Analyse erwähnt (vgl. Kapitel 4-4, S. 34 und 4-5, S. 40) werden die Materialbedarfslisten produktionsbezogen generiert. Dabei ist weder auf den Materialbedarfslisten noch auf den Kommissionieraufträgen des WE/WEL ersichtlich, welches bzw. wie viel Material zu einem Auftrag gehört und wann es benötigt wird. Somit verweilt Material mitunter Stunden auf den Logistikflächen.

Wie hoch dabei der benötigte Flächenbedarf je Bestellung ist, zeigt die nachfolgende Rechnung. Aktuell werden die Bereiche GKL zweimal und GKK drei- bis viermal am Tag mit Material versorgt. Dabei liegt die Anzahl der gelieferten EP je Bestellung bei:

- durchschnittlich 13
- maximal 15

im **GKL** und

- durchschnittlich 4
- maximal 5

im **GKK** (vgl. Tabelle 46, Seite 139).

Werden diese Werte mit der Fläche einer EP, inklusive Manipulationsabstände, multipliziert, ergeben sich folgende Flächengrößen (Tabelle 21 und 22, S. 66).

**Tabelle 21 durchschnittlicher Flächenbedarf für Materialanlieferung**

<b>Ø Anzahl EP pro Bestellung</b>	<b>Fläche EP [m<sup>2</sup>] (inkl. Manipulationsabstände)</b>	<b>Benötigte Fläche [m<sup>2</sup>]</b>
13	1,4	18,2
4	1,4	5,6
<b>Gesamt:</b>		<b>23,8</b>



Tabelle 22 maximaler Flächenbedarf für Materialanlieferung

max. Anzahl EP pro Bestellung	Fläche EP [m <sup>2</sup> ] (inkl. Manipulationsabstände)	Benötigte Fläche [m <sup>2</sup> ]
15	1,4	21,0
5	1,4	7,0
<b>Gesamt:</b>		<b>28,0</b>

Wie aus den beiden Tabellen ersichtlich, liegt die benötigte Fläche zwischen 23,8 m<sup>2</sup> und 28,0 m<sup>2</sup>. Zusätzlich zu diesen benötigten Flächen kommt hinzu, dass noch Material aus vorangegangenen Bestellungen die Flächen belegt. Wird dabei die Annahme getroffen, dass es sich dabei um ca. 50 % der letzten Materialanlieferung handelt, so liegt der tatsächlich benötigte Flächenbedarf im Durchschnitt bei 35,7 m<sup>2</sup> und maximal bei 42 m<sup>2</sup>.

Um diese Flächen zu reduzieren, ist es erforderlich, die Menge an bestelltem Material so gering wie möglich zu halten. Eine mögliche Lösung ist die Änderung der Materialbedarfslisten von „produktionsbezogen“ in „auftragsbezogen“. Folglich wird nur das Material geordert und bereitgestellt, das tatsächlich zur Bearbeitung von aktuellen Aufträgen erforderlich ist. Dabei ist zu empfehlen, die Anzahl der Aufträge auf Stückzahl oder Zeitraum zu begrenzen. Mögliche Begrenzungen<sup>27</sup> sind:

- max. 4 Aufträge<sup>28</sup>
- höchstens 2-3 Stunden.

Wie hoch die Flächeneinsparung sein wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht ermittelbar. Das Ergebnis ist abhängig von der zukünftigen Anzahl an Europaletten pro Bestellung. Neben der Reduzierung der benötigten Bereitstellflächen ergibt sich durch die Umstellung ein weiterer Vorteil. Infolge der empfohlenen Begrenzungen reduzieren sich die Gesamtbereitstellungszeiten im PG 3 pro Bestellauslösung sowie die dazugehörigen Gesamttransportzeiten vom PG 3 zum PG 2. Der Grund liegt in der Bestellmenge. Diese verringert sich im Vergleich zum Ist-Stand wesentlich und hat demnach direkten Einfluss auf die eben genannten Zeiten.

<sup>27</sup> es handelt sich um eine Empfehlung und sollte im Vorfeld mit den Verantwortlichen abgestimmt werden

<sup>28</sup> abhängig von Auftragsgröße sowie Bearbeitungsumfang und -dauer

Damit dieser Wechsel realisiert werden kann, müssen Arbeits- sowie Prozessabläufe geändert bzw. angepasst werden. Um welche Abläufe es sich dabei handelt, wird nachfolgend aufgelistet und im Anschluss erläutert.

1. Auftragsbezogene Kommissionierung
2. Änderung der Materialanlieferungen
3. Einsatz eines Lastenaufzugführers

### **1. Auftragsbezogene Kommissionierung**

Wird Material für aktuelle Fertigungsaufträge benötigt, so ist auch die Kommissionierung daraufhin anzupassen. Das bedeutet, dass zähl- oder wiegbare Mengen aus Kartons, sonstigen Verpackungen oder auf Europaletten nicht vollständig, sondern wie gefordert bereitzustellen sind. Kleinteile hingegen, wie z.B. Dichtungen, die weder wieg- noch zählbar sind, sind weiterhin als vollständige Ladeinheit zu liefern. Diese Artikel sind oftmals im Beutel oder in kleineren Kartons verpackt und können im PG 2 in den bereits vorhandenen Regalen gelagert werden.

Obwohl die Menge und ggf. die Anzahl der zu kommissionierenden Artikel pro Europalette sinkt, hat diese Änderung nicht nur positive Auswirkung auf die Kommissionierung, wie Tabelle 23, Seite 68 zeigt:

**Tabelle 23 Auswirkung und Lösung auftragsbezogener Kommissionierung**

<b>Änderung</b>	<b>Auswirkung</b>	<b>Lösung</b>
Kommissionierung von mehr Misch- als Vollpaletten, aufgrund exakt geforderter Menge	Gesamtkommissionierzeiten steigen	Ermittlung und Anpassung der benötigten Vorlaufzeiten für Kommissionierung oder Einsatz von zusätzlichem Personal
Erstellen der Aufträge nach Bedarf	Material wird über die kompletten Schichten angefordert	Einsatz von zusätzlichem Personal oder Zusammenstellen aller geforderten Aufträge in der Früh- bzw. Tagschicht und Bereitstellen der EP im PG 3 <sup>29</sup>
Aufgrund von mehr Mischpaletten erhöhter Bedarf an Sicherung der Materialien auf EP	Einwickeln der EP mit Folie steigt, folglich steigt Verbrauch von Transportfolie	Einsatz von Aufsatzrahmen für EP (vgl. Kapitel 5.3, S. 78)

Wie in Tabelle 23 zu sehen, ist es ggf. erforderlich, zusätzliches Personal einzustellen oder aus anderen Bereichen zur Verfügung zu stellen. Bevor es zu dieser Entscheidung kommt, sind die Auslastung der Mitarbeiter sowie die Prozessdauer (Kommissionierung, Bereitstellung etc.) zu analysieren. Wird daraufhin kein zusätzliches Personal benötigt oder kann dieses nicht bereitgestellt werden, ist eine Materialbereitstellung im PG 3 denkbar. Der dort eingesetzte Lastenaufzug verfügt über zwei Zugänge, so dass der direkte Weg in die unterste Ebene gegeben ist. Allerdings erfordert diese Lösung eine Änderung der Restriktionen im PG 3. Folglich sind Zugangsberechtigungen so zu erweitern, dass zu jeder Zeit der Zugriff auf die bereitgestellten Materialien gewährleistet ist. Darüber hinaus wird Freifläche zum Lagern der Europaletten benötigt und die Aufträge sind zu kennzeichnen, um Verwechslungen auszuschließen.

<sup>29</sup> erfordert zusätzliche Maßnahmen

## **2. Änderung der Materialanlieferungen**

Bei der Änderung in die auftragsbezogene Materialbereitstellung ist es ebenfalls erforderlich die Anlieferprozesse anzupassen. Während im Ist-Stand die Priorität auf dem Be- und Entladen von LKWs liegt, muss bei einer Neugestaltung der Materialtransport Vorrang haben. Bei Nichteinhaltung kann es unweigerlich zu Versorgungsengpässen oder Produktionsunterbrechungen kommen. Des Weiteren muss sichergestellt werden, dass Personal zur Verfügung steht, welches diese Transporte jeder Zeit ausführen kann.

## **3. Einsatz eines Lastenaufzugführers**

Aufgrund von geführten Gesprächen mit den Produktionslogistikern und den dadurch erhaltenen Informationen wurde festgestellt, dass es vermehrt zu Wartezeiten für die Benutzung des Lastenaufzugs kommt. Das betrifft nicht nur den Bereich des GKL sondern jeden weiteren Geschäftsbereich im Unternehmen. Befragungen zu diesem Problem haben zum Vorschein gebracht, dass teilweise der tägliche Arbeitsablauf auf die „voraussichtliche“ Verfügbarkeit des Aufzugs angepasst wird. Um diese Problematik zu beseitigen ist der Einsatz eines Lastenaufzugführers zu empfehlen. Dieser Mitarbeiter ist ausschließlich verantwortlich für die Benutzung des Aufzugs und der dazugehörigen Materialtransporte zwischen den Ebenen. Dabei umfasst sein Arbeitsbereich, neben dem Lastenaufzug selbst, auch die dazugehörigen Bereitstellflächen. Seine Aufgaben bestehen aus dem Be- und Entladen des Aufzugs und der Fahrt in das entsprechende Stockwerk. Mit diesem Einsatz können Leerfahrten vermieden und Standzeiten der Materialien, Halbfertigteile usw. minimiert werden. Ein weiterer Vorteil, der sich dabei ergibt, ist die durchgehende Verfügbarkeit des Produktionslogistikers je Etage, da dieser keine Aufzugtransporte mehr selbst ausführt.

Folgendes Szenario soll einen Überblick über einen möglichen Ablauf geben.

### **Ausgangssituation:**

- Lastenaufzug befindet sich in der 1. Etage (GVW)
- Komponenten aus 1. Etage müssen in 2. Etage
- Komponenten müssen aus 2. Etage (ehemals GKK) ins Erdgeschoss
- im Erdgeschoss stehen Komponenten für 2. und 3. Etage bereit

Ablauf:

Der Lastenaufzugführer belädt den Aufzug und fährt von der 1. Etage in die 2. Etage. Dort angekommen wird der Aufzug entladen und die Komponenten werden auf der Stellfläche Lastenaufzug abgestellt. Anschließend wird der Lastenaufzug mit den Komponenten für das Erdgeschoss beladen und er setzt seine Fahrt dorthin fort. Ist die Fahrt in das Erdgeschoss beendet, wird der Lastenaufzug erneut entladen und die Komponenten werden auf der entsprechenden Stellfläche abgesetzt. Da bereits Komponenten für die 2. und 3. Etage bereitstehen, werden diese in den Lastenaufzug geladen. Im Anschluss daran erfolgt die Verteilung der Komponenten auf den Ebenen. Für den notwendigen Informationsaustausch über beispielsweise die Anzahl der Ladungsträger oder die Zielebene sind telefonische Absprachen zwischen den Produktionslogistikern der Etagen und dem Lastenaufzugführer zu treffen.

### **5.3 Einsatz technischer Hilfsmittel**

Durch den Einsatz technischer Hilfsmittel besteht die Möglichkeit, eine Reduzierung der Logistikflächen zu erreichen. Dabei bieten Hilfsmittel zu fast jedem vorhandenen Problem entsprechende Lösungen oder Unterstützungen an, was folglich zu einer großen Auswahl und Vielfalt an Hilfsmitteln führt. Aus diesem Grund wird die Bearbeitung der Diplomaufgabe auf folgende Hilfsmittel beschränkt, da diese, bezogen auf das vorhandene Problem, die größten Potentiale zur Lösung bieten.

- Palettenregal
- Fachbodenregal
- Rolluntersatz für Europaletten
- Gitteraufsetzrahmen für Europaletten
- Vordach bzw. Lagerzelt

Beginnend mit dem Palettenregal wird es zu jedem Hilfsmittel eine genaue Beschreibung geben. Darüber hinaus werden, zur Unterstützung und besseren Vorstellung, die Hilfsmittel mit Bildern und/oder Zeichnungen grafisch dargestellt. Für die Regale wird es, für den zukünftig geplanten Einsatz im PG 2, Auto CAD Zeichnungen aus der Produktion geben. Diese sind im Anlagenverzeichnis beigefügt.

## Palettenregal

Ein Palettenregal bietet eine gute Alternative zur ungestapelten Bodenblocklagerung. Mit dessen Einsatz wird die Lagerung auf mehreren Ebenen ermöglicht und es bietet zusätzlich einen Direktzugriff auf einzelne Ladeeinheiten. Des Weiteren lässt sich die vorhandene Raumhöhe besser ausnutzen. Der Nachteil sind die Investitionskosten, die durch die Regaltechnik entstehen.

Unterscheidungen gibt es bei Palettenregalen nach dem System der Lagerung und der Art der Einlagerung. Steht pro Feld ein Platz für die Lagerung zur Verfügung, wird von einem Einplatzsystem gesprochen. Befinden sich mehrere Ladeeinheiten auf einem Feld im Palettenregal, wird es als Mehrplatzsystem definiert (vgl. Abbildung 5-1). Bei der Art der Einlagerung wird lediglich unterschieden, ob die Ladeeinheiten längs oder quer im Regal gelagert werden (siehe Abbildung 5-2). /BODE-04/

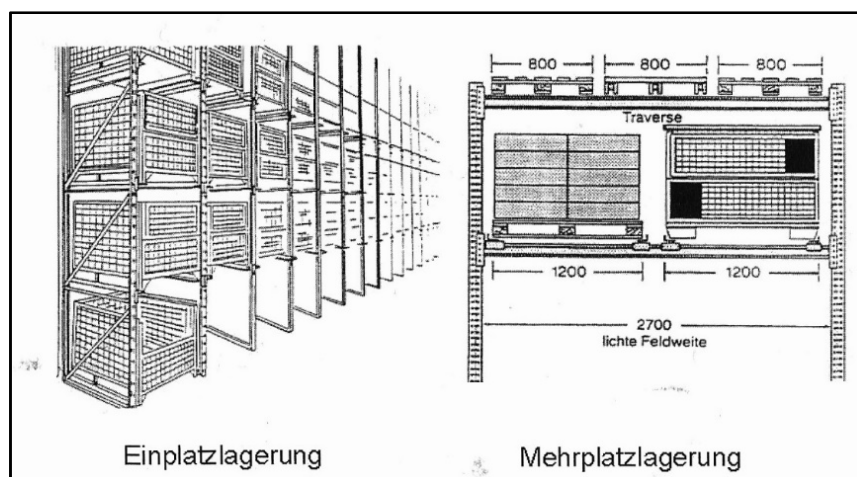


Abbildung 5-1 Unterschied Lagerung /BODE-04/

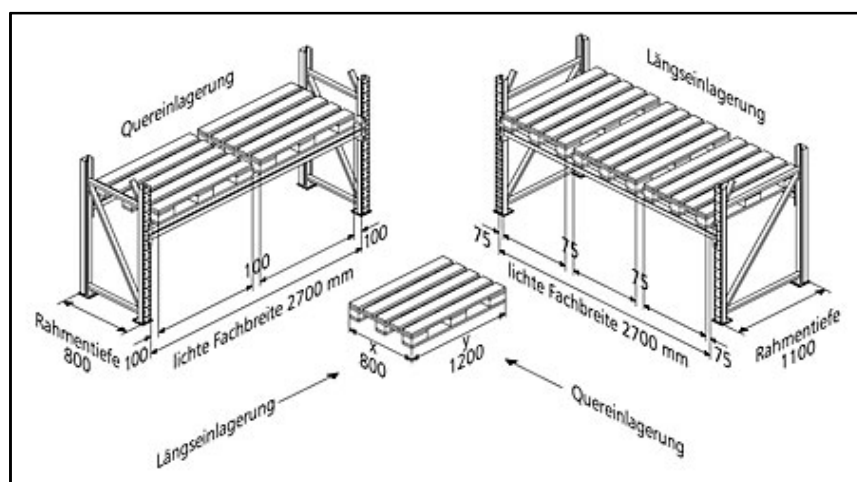


Abbildung 5-2 Unterschied Einlagerung /ELBE-15/

Für die Neustrukturierung sind drei Palettenregale vorgesehen. Diese sind jeweils in drei Felder mit einer Länge von 2700 mm unterteilt, wie Abbildung 5-3 zeigt. Die Regaltiefe beläuft sich auf 1100 mm und führt somit zu einer Längseinlagerung der Europaletten (vgl. Abbildung 5-2, S. 71). Folglich beläuft sich die Anzahl der EP pro Feld auf drei. Jedes Regal verfügt über zwei Ebenen. In Summe ergibt sich eine Anzahl von 54 Stellplätzen für Europaletten. Jedoch gibt es Einschränkungen in der Anzahl an KLT, die pro Stellplatz eingelagert werden können. Die ursprüngliche Anzahl von 48 KLT pro Europalette kann nicht auf jedem Stellplatz realisiert werden. Der Grund liegt in der baulichen Deckenstruktur der Ebene. So befinden sich in einigen Abständen Träger an der Decke, die die Einlagerung einer vollständigen Europalette nicht ermöglichen. In diesem Fall können nur Paletten mit maximal 40 bzw. 32 KLT eingelagert werden.<sup>30</sup> Dabei entsprechen 40 Stück einer Anzahl von acht KLT pro Ebene mit einem Stapelfaktor „1+4“ und 32 Stück ebenfalls acht KLT pro Ebene bei einem Stapelfaktor von „1+3“.

Für die ersten Berechnungen der verfügbaren Lagerplätze wird mit 48 KLT pro EP gerechnet. Demnach ergibt sich bei einer Stellplatzanzahl von 54 Europaletten eine Gesamtanzahl von 2592 KLT in den drei Palettenregalen. Die dazugehörige Auto CAD Zeichnung für die Anordnung der Palettenregale in der Produktion ist in Anlage 33, Seite 150 einzusehen.

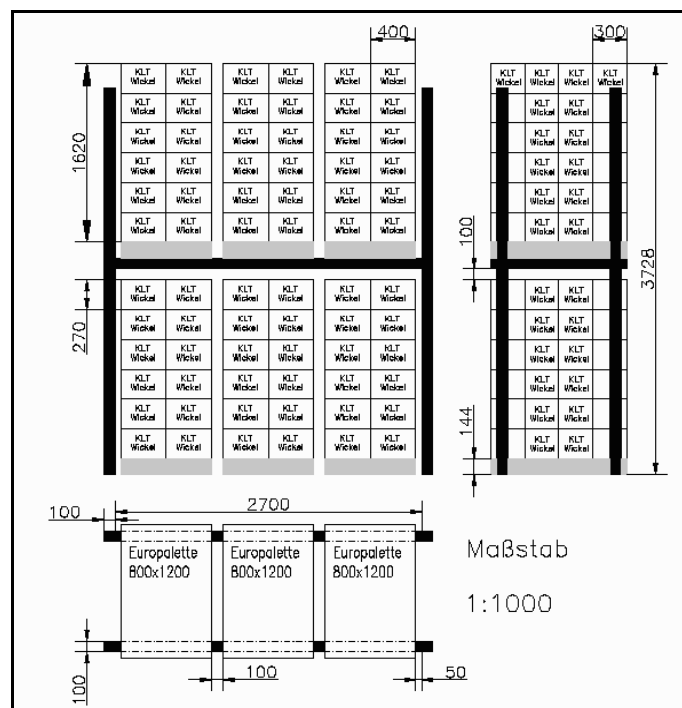


Abbildung 5-3 Zeichnung Feld Palettenregal

<sup>30</sup> Anzahl der maximal möglichen KLT pro EP ist zu testen

Wird eine Realisierung angestrebt, ist die Einführung einer Lagerverwaltungssoftware zu empfehlen. Mit dieser Software lassen sich Lagerungsprozesse, im speziellen die Auslagerungsprozesse, schneller abwickeln. Ist dieses Programm verfügbar, weiß der Produktionslogistiker genau, auf welchem Lagerplatz welcher Fertigungsauftrag mit welcher Menge an KLT bzw. Wickel zu finden ist. Als Resultat ergibt sich eine Minimierung aufwendiger Hubarbeiten sowie des Suchens der richtigen Aufträge.

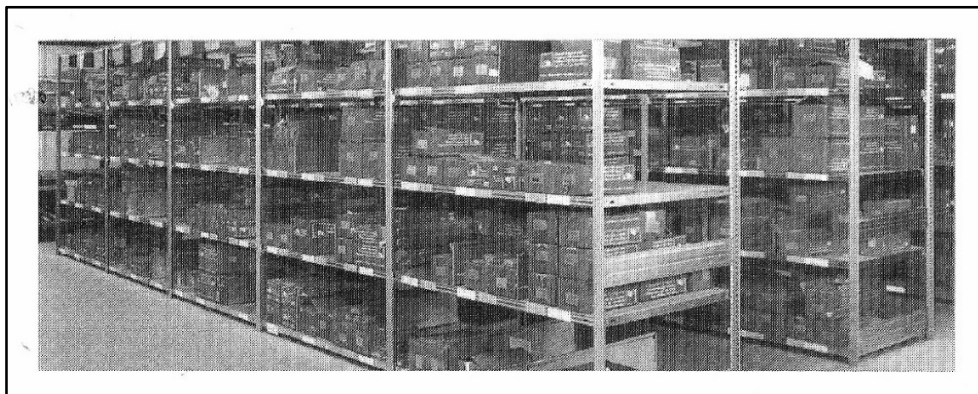
### **Fachbodenregal**

Bei der Aufnahme des Wickellagers in der Ebene 5 ist aufgefallen, dass die Menge an KLT auf einer Europalette sehr stark variiert. Mitunter befinden sich wenige KLT auf einer Europalette, wie Abbildung 5-4 zeigt.



**Abbildung 5-4 Lagerung Wickel auf Europalette**

Die Ursache liegt in der Auftragsgröße. Sind zum Lagern der Wickel z.B. drei KLT notwendig, werden diese, ebenso wie Großaufträge, auf Europaletten zusammengestellt. Dennoch vereinnahmen die gelagerten KLT die Fläche einer Europalette. Demzufolge ist der Einsatz eines Fachbodenregals zu empfehlen (vgl. Abbildung 5-5).



**Abbildung 5-5 Fachbodenregal /BODE-04/**



Ein Fachbodenregal wird in der Regel manuell bedient und verfügt über mehrere Ebenen. Bei einem Fachbodenregal handelt es sich um ein Kommissioniersystem. Deshalb werden in erster Linie zwei Varianten der Ein- und Auslagerung unterschieden, wie Abbildung 5-6 zeigt.

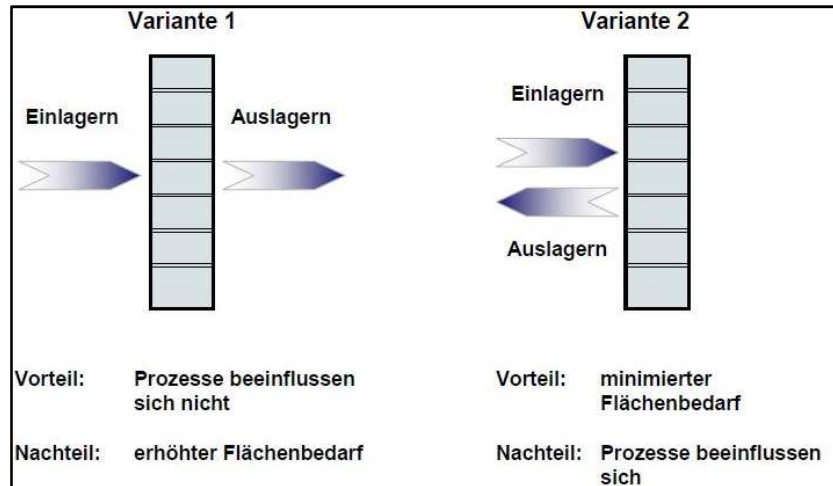


Abbildung 5-6 Varianten der Ein- und Auslagerung /KOBY-12/

Jede dieser Varianten hat Vor- und Nachteile. Variante 1 bietet die Möglichkeit, Ein- und Auslagerungen zeitgleich stattfinden zu lassen, benötigt dabei aber einen höheren Flächenbedarf, wo hingegen Variante 2 mit weniger Fläche auskommt. In diesem Fall beeinflussen sich aber Ein- und Auslagerungsprozesse. Welche Variante zu bevorzugen ist, kann mit Hilfe des folgenden Schemas ermittelt werden.

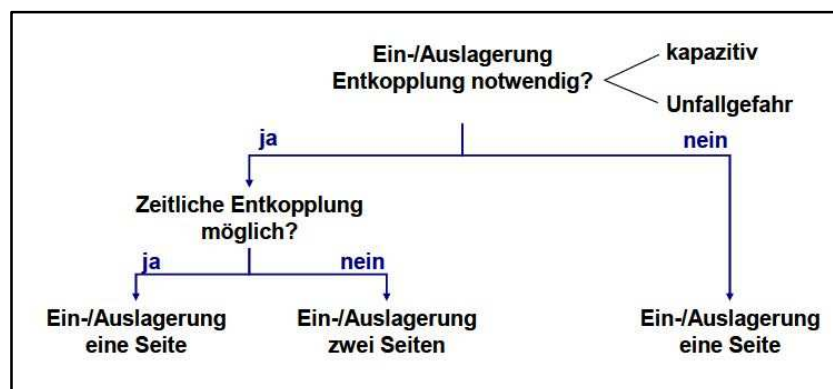


Abbildung 5-7 Entscheidungsschema für die Ein- und Auslagerung /KOBY-12/

Während das ausgegebene Ziel der Reduzierung der Logistikflächen im Vordergrund steht, sind gleichzeitig Unfallgefahren zu vermeiden. Diese entstehen beispielsweise, wenn Lagereinheiten im Fachbodenregal ein- und ausgelagert werden und zeitgleich Transporte mit elektrischen Flurfördergeräten stattfinden. Da bei der Fertigungsneu-

strukturierung die Materialbereitstellung ebenfalls von dem Produktionslogistiker übernommen wird und dieser entweder mit dem Flurfördergerät tätig ist oder das Fachbodenregal kommissioniert, entsteht kein Gefahrenpotential. Der zweite Punkt ist die gegenseitige Beeinflussung der Ein- und Auslagerungsprozesse. In diesem Fall ist erneut der Produktionslogistiker zuständig. Er kann entweder einlagern oder auslagern. Folglich ist keine zeitliche Entkopplung notwendig. Das führt abschließend zu dem Ergebnis, dass aus Variante 2 Abbildung 5-6, Seite 74, zu bevorzugen ist.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Lagerung der KLT im Fachbodenregal. Hierbei ist grundsätzlich eine einfachtiefe Lagerung vorhanden. Jedoch lässt sich, bei einer entsprechenden Fachbodentiefe, eine doppeltiefe Lagerung realisieren. Die doppeltiefe Lagerung ermöglicht es, artikelreine Komponenten oder kleinere Fertigungsaufträge gemeinsam im Regal zu lagern. Ist zusätzlich die Fachhöhe angepasst, können Komponenten und Ladungsträger doppelt gestapelt gelagert werden. Das ermöglicht eine noch kompaktere Zusammenstellung, setzt jedoch eine entsprechende Tragfähigkeit des Regalbodens voraus.

Wird die Fachhöhe und Fachbodentiefe wie eben beschrieben umgesetzt, ist ein Direktzugriff auf einzelne Ladungsträger nicht mehr möglich. Dennoch empfiehlt sich diese Umsetzung. Mit dem Einsatz eines Fachbodenregals werden Europaletten mit kleinen Auftragsgrößen eliminiert, da diese nicht im Palettenregal eingelagert werden müssen. Das hat den Vorteil, dass die Auslastung im Palettenregal sinkt bzw. genügend Kapazität für Einlagerungen großer Aufträge vorhanden ist. Für die Einlagerung im Fachbodenregal ist eine Begrenzung auf eine maximale Auftragsgröße von 16 KLT empfehlenswert. Dies entspricht zwei vollständigen Ebenen auf einer Europalette.

Für die Neustrukturierung werden insgesamt fünf Fachbodenregale mit jeweils zwei Ebenen eingeplant. Drei Regale haben eine Fachbodenlänge von 1100 mm und zwei eine Länge von 1900 mm. Aufgrund einer vorgesehenen doppeltiefen Lagerung beläuft sich die Fachbodentiefe auf 875 mm. Um die KLT möglichst kompakt zu lagern, ist die Fachhöhe auf 640 mm festgelegt. Somit können diese, inklusive des Sicherheitsabstandes, doppelt gestapelt werden. Im Fachbodenregal mit der Länge 1900 mm beläuft sich die maximale Anzahl an KLT auf 20 Stück pro Ebene. Bei einem Höchstgewicht je KLT von 15 kg beträgt die benötigte Tragkraft eines Fachbodens 300 kg. Für das Regal mit der Länge von 1100 mm liegt die Gesamtanzahl an KLT bei 12 Stück pro Ebene. Die hier notwendige Tragkraft je Fachboden liegt bei 180 kg. Die geplanten fünf Fachbodenregale bieten insgesamt Platz für 152 KLT. Wird dieser Wert durch die

maximal empfohlene Auftragsgröße von 16 KLT pro Auftrag dividiert (vgl. Abschnitt Fachbodenregal, S. 74), entspricht das neun Paletten im Palettenregal bzw. einer vollständigen Ebene eines Palettenregals (vgl. Abschnitt Palettenregal, S. 71).

In den folgenden Abbildungen sind die Fachbodenregale grafisch dargestellt und in Anlage 34, Seite 151 die Auto CAD Zeichnung aus der Produktion hinterlegt.

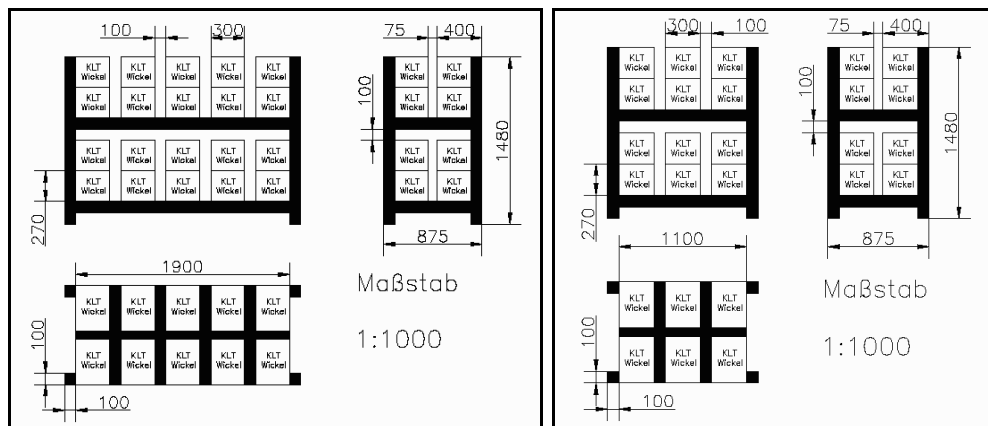


Abbildung 5-8 Zeichnung Fachbodenregal groß und klein

Für die Fachbodenregale wird ebenfalls der Einsatz einer Lagersoftware empfohlen. Neben der gezielten Entnahme sind aufgrund der sofortigen Nachvollziehbarkeit von Auftragsmenge und -größe schnellere Differenzierungen zwischen der Einlagerung im Fachbodenregal und im Palettenregal möglich. Des Weiteren kann für die Einlagerung im Fachbodenregal die benötigte Stellplatzanzahl im Vorfeld geschaffen oder reserviert werden. Folglich lassen sich, wie beim Palettenregal, unnötige Zusatzarbeiten, wie beispielsweise Umlagerungen, von vornherein verhindern.

### Rolluntersatz für Europaletten

Ein Rolluntersatz für Europaletten bietet gute Möglichkeiten zur Flächenminimierung. Wenngleich, je nach gewähltem Untersatz, die Außenmaße größer sind als die einer Europalette, wird die benötigte Bruttolagerfläche geringer. Durch den Verbau von jeweils zwei Bock- und Lenkrollen ist die benötigte Arbeitsgangbreite kleiner als bei Hand- bzw. Elektrohubwagen. Während die Mindestarbeitsgangbreite eines Handhubwagens mehr als 1500 mm beträgt und ein Elektrohubwagen mindestens 2000 mm benötigt,<sup>31</sup> liegt die Arbeitsgangbreite eines Rolluntersatzes bei unter 1300 mm<sup>32</sup>. Darüber hinaus ergeben sich, je nach Ausstattung des Rolluntersatzes, weitere Vorteile. Neben Feststellern an beiden Lenkrollen und der Stapelbarkeit im Leerzustand

<sup>31</sup> abhängig von Baureihe, Hersteller und Transport der Europaletten /RIMO-16/

<sup>32</sup> telefonische Nachfrage bei der Firma Rimo Transportgeräte /RIMO-16/

(vgl. Anlage 35, S. 151) besteht die Möglichkeit einen Rolluntersatz mit Schiebegriff und Deichsel ausstatten zu lassen (siehe Abbildung 5-9).

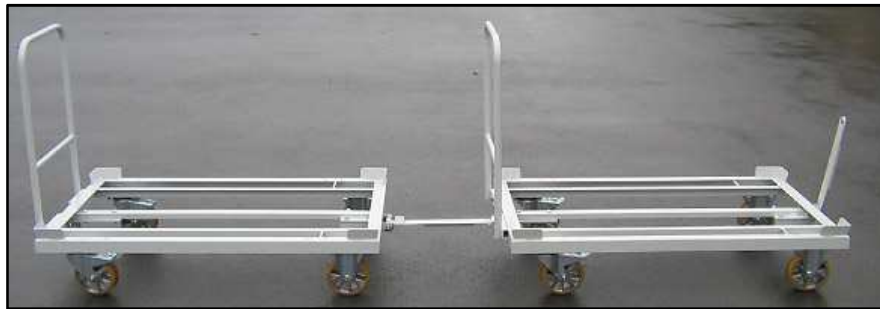


Abbildung 5-9 Rolluntersatz /RIMO-14/

Durch eine Zusatzausstattung mit Schiebegriff lässt sich der Rolluntersatz einfach bewegen und lenken, ohne dabei direkt am Material anfassen zu müssen. Des Weiteren ist der Griff abnehmbar, sodass, nach Abstellen auf der Lagerfläche, der direkte Zugriff von der Schiebeseite gewährleistet ist. Ist der eingesetzte Rolluntersatz mit einer Deichsel ausgestattet, können pro Fahrt zwischen PG 2 und PG 3 mehrere Europaletten auf einmal transportiert werden. Hierfür wird lediglich eine Zugmaschine, wie beispielsweise ein Gabelstapler mit einem nachrüstbaren Adapter für die Deichsel, benötigt. Für das Entkoppeln muss die Deichsel mit dem Fuß etwas nach unten gedrückt und der vordere Rolluntersatz etwas nach vorne bewegt werden. Sofern es keine Sonderanfertigung ist, liegt die Tragkraft eines Rolluntersatzes bei 800 kg<sup>33</sup>. Demnach ist ein Transport von Fertigware in das WE/WEL denkbar, da das Maximalgewicht einer Palette mit Fertigware bei ca. 700 kg<sup>34</sup> liegt.

Obwohl diese Alternative einen Transport mehrerer EP vom PG 3 zum PG 2 ermöglicht, ist ein vollständiger Transport und somit die Benutzung im PG 2 nicht ratsam. Aufgrund schlechter Witterungsbedingungen (Nässe, Schnee etc.) bzw. verschmutzten Außenbereichs, kann es zu Schmutz- und Nässeablagerungen an den Rollen kommen. Diese würden, durch den weiteren Transport, in den Innenbereich gelangen und zu einer Verunreinigung des Gebäudes führen. Aus diesem Grund ist eine Trennung der Rolluntersätze für Innen- und Außenbereich empfehlenswert. Um die Trennung zu realisieren und das Material weiterhin auf Rolluntersätzen transportieren zu können, wird ein Umschlagplatz notwendig. Auf diesem sind die gelieferten EP vom Rollunter-

<sup>33</sup> Herstellerangabe /RIMO-16/

<sup>34</sup> Angabe auf Nachfrage im Unternehmen erhalten

satz Außenbereich auf Innenbereich umzustapeln. Als denkbare Lösung für einen Umschlagplatz bietet sich der Bereich in der Materialschleuse bzw. direkt davor an. Wird die zweite Variante bevorzugt, ist eine Überdachung notwendig, um den Bereich frei von Verunreinigungen zu halten.

### **Gitteraufsatzrahmen für Europaletten**

Für den Transport von Waren auf Europaletten gibt es mit Aufsatzrahmen eine gute Alternative zur Transportfolie. Diese ermöglichen, aufgrund der räumlichen Begrenzung, ein besseres stapeln sowie zusammenstellen der Materialien und folglich einen sicheren Transport. Im Gegensatz zu der eingesetzten Transportfolie sind Aufsatzrahmen wiederverwendbar und je nach Modell zusammenklappbar und/oder stapelbar. Ein weiterer Vorteil ist das platzsparende Aufsetzen der Rahmen auf Europaletten und somit die Kombinierbarkeit mit einem Rolluntersatz. In Abhängigkeit von Verwendungszweck bzw. Einsatzgebiet sind Aufsatzrahmen in verschiedenen Ausführungen verfügbar. Für die Diplomarbeit werden folgende Modelle als mögliche Alternativen ausgewählt, die in den Abbildungen 5-10 und 5-11 ersichtlich sind.



**Abbildung 5-10 Gitteraufsatzrahmen V-Ausschnitt /MALE-16/**



**Abbildung 5-11 Gitteraufsatzrahmen mit Tür /MALE-16/**

Die ausgewählten Aufsatzrahmen bieten verschiedene Möglichkeiten der Materialbereitstellung. Wird die „produktionsbezogene“ Materialbereitstellung beibehalten, so ist der Einsatz der Gitteraufsatzrahmen mit V-Ausschnitt (siehe Abbildung 5-10) zu empfehlen. Aufgrund der vorhandenen Fangteller ist eine Stapelung möglich und führt demnach zu einer Reduzierung der benötigten Logistikfläche. Wird die zweite Variante in Form der „auftragsbezogenen Materialbereitstellung“ gewählt, ist das Modell Gitter-

aufsatzrahmen mit Tür (siehe Abbildung 5-11, S. 78) zu bevorzugen. Hierbei wird ausschließlich das Material bereitgestellt, welches tatsächlich für die Bearbeitung eines Auftrags benötigt wird. Sammelplätze oder materialbezogene Bereitstellplätze können dabei minimiert oder gänzlich eliminiert werden. Eine zusätzliche Option ergibt sich aufgrund der vorhandenen Zwischenböden. Mit den Zwischenböden ist eine Trennung der Materialien nach dem jeweiligen Arbeitsabschnitt bzw. -bereich möglich. Ist die Palette ergänzend mit einem Rolluntersatz ausgestattet, kann das Material direkt zur nächsten Arbeitsstation geschoben werden.

### **Vordach bzw. Lagerzelt**

Ein Vordach bzw. Lagerzelt ist eine gute Alternative zur Entlastung von Flächen im Gebäude sowie zum Schutz der Materialien bei schlechten Witterungsverhältnissen. Vordächer und Lagerzelte (nachfolgend Lagerzelt bzw. Zelt genannt) gibt es in unterschiedlichsten Ausführungen und Größen und lassen sich demnach individuell anfordern.

Für den Einsatz im Unternehmen empfiehlt sich die Anschaffung von zwei Zelten. Diese sind direkt am Gebäude PG 2 anzubringen um die Bereiche vor der Materialschleuse und dem Lastenaufzug zu überdachen (siehe Abbildung 5-12). Lediglich der Mitarbeiterzugang ist ohne Überdachung und trennt die beiden Zelte.

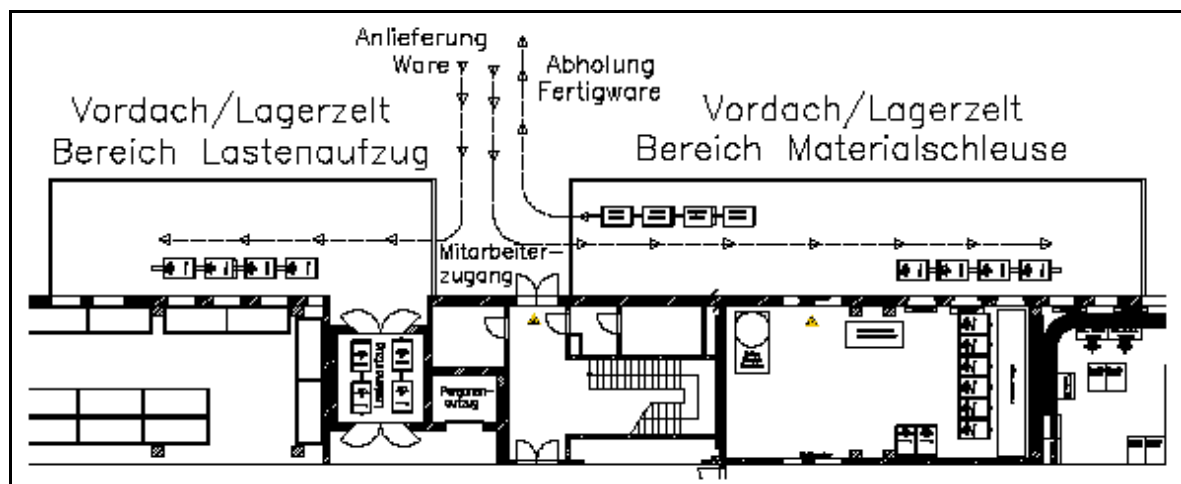


Abbildung 5-12 Prinzipskizze PG 2 mit Vordach

Die Abmaße der Zelte sind so zu dimensionieren, dass sowohl von Giebel- als auch von Traufseite das Unterfahren mit einem Gabelstapler gewährleistet ist und minimale Hubarbeiten ausführbar sind. Des Weiteren sind Seitenwände zu wählen, die ein einfaches Auf- und Zuziehen ermöglichen, um bei schlechter Witterung eine vollständige

Schutzfunktion ausüben zu können. Für den Schutz der Mitarbeiter und zur Unfallverhütung sind vor Ausgängen, die direkt zu einem Zelt führen bzw. sich in unmittelbarer Nähe befinden, Hinweisschilder mit „Achtung Staplerverkehr“ anzubringen (vgl. Anlage 36, S. 152). In der folgenden Abbildung ist das Prinzip eines Lagerzeltes grafisch dargestellt.



Abbildung 5-13 Lagerzelt /RÖDE-16/

## 5.4 Auswertung und Lösung Beräumung Ebene 5

### Auswertung der Beräumung des KLT Wickellagers

Für die Beräumung des Wickellagers in der Ebene 5 ist es erforderlich, den benötigten Platz für die KLT in anderen Bereichen bereitzustellen. Wie im Kapitel 4.10, Seite 53 ermittelt, liegt die Maximalanzahl an KLT bei 3456. Diese sind gleichmäßig auf 72 Europaletten verteilt. Für die Neuverteilung nach der Umstrukturierung ergeben sich aus Tabelle 24 folgende Lagerkapazitäten:

Tabelle 24 Auswertung KLT Stellplätze nach Neustrukturierung

Stellplatz	Europaletten	Anzahl Stellplätze KLT
Palettenregal	54	2592
Fachbodenregal	-	152
Produktion	36	1728
<b>Gesamtanzahl</b>	<b>90</b>	<b>4472</b>

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass sich die maximale Anzahl an KLT, nach der Neustrukturierung, auf 4472 Stück beläuft. Bezogen auf den Ausgangswert von 3456 KLT im Ist-Stand ist das eine Erhöhung um 1016 Stück.

Die Anzahl von 1728 KLT für den Stellplatz Produktion wurden in einer vorangegangenen Diplomarbeit geplant und ergeben sich aus neun Böcken mit jeweils vier Europlattenstellplätzen. Wie auch im Palettenregal beträgt die maximale Anzahl an KLT pro Europalette in der Produktion ebenfalls 48 Stück. /HART-16/

Für den Stellplatz Palettenregal ist zu beachten, dass ein minimaler Anteil, aufgrund der Deckenträger, abzuziehen ist. Dennoch ist eine vollständige Beräumung des aktuellen Wickellagers realisierbar.

Im letzten Teil dieses Kapitels erfolgt der Vergleich der Nettolagerflächen und Lagerkosten zwischen dem Ist-Stand und der Neustrukturierung. Für den Ist-Stand beträgt die Nettoflächengröße 89,10 m<sup>2</sup> mit dazugehörigen Lagerkosten von 585,39 Euro bei einem Preis von 6,57 €/m<sup>2</sup> (vgl. Tabelle 10, S. 54). Die für den Vergleich benötigten Werte der Neustrukturierung sind der Anlage 3, Seite 106 entnommen und setzen sich folgendermaßen zusammen. Geplant sind drei Palettenregale mit einer Länge von 8,5 m und einer Regalbreite von 1,2 m. Die fünf geplanten Fachbodenregale setzen sich zu insgesamt zwei längeren Regalen zusammen. Dabei beträgt eine Regallänge 5,3 m und die zweite 2,5 m. Die Breite der beiden Regale beträgt jeweils 0,875 m. Weiterhin fließen in den Vergleich die insgesamt neun Blöcke für die Bereitstellung der Wickel in der Produktion mit ein. Dabei hat jeder Block eine Länge von 2,5 m und eine Breite von 1,7 m. Mit Hilfe der Formel 6 ergibt sich aus diesen Werten folgendes Ergebnis für die Nettolagerflächen der Neustrukturierung, welches in der Tabelle 25 einzusehen ist.

**Formel 6 Berechnung Gesamtfläche für Wickelstellplätze**

$$\text{Gesamtfläche} = \text{Länge} \times \text{Breite} \times \text{Anzahl}$$

**Tabelle 25 Ermittlung Nettolagerfläche für Wickel und Wickellagerung**

<b>Stellplatz</b>	<b>Länge [m]</b>	<b>Breite [m]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtfläche [m<sup>2</sup>]</b>
<b>Palettenregal</b>	8,50	1,20	3	30,60
<b>Fachbodenregal</b>	5,30	0,875	1	4,64
	2,50	0,875	1	2,19
<b>Produktion</b>	2,50	1,70	9	38,25
<b>Gesamtfläche Neustrukturierung [m<sup>2</sup>]</b>				<b>75,68</b>



Für die Ermittlung der Gesamtkosten je Fläche wird auf Tabelle 10, Seite 54 und Tabelle 25, Seite 81 verwiesen.

**Tabelle 26 Nettoflächen- und Kostenvergleich Ist-Stand und Neustrukturierung Wickellagerung**

	<b>Fläche [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Preis/Fläche [€/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Gesamtkosten/ Fläche [€/m<sup>2</sup>]</b>
<b>Ist-Stand</b>	89,10	6,57	585,39
<b>Neustrukturierung</b>	75,68	6,57	497,22
<b>Einsparung</b>	<b>13,42</b>	<b>6,57</b>	<b>88,17</b>

Trotz einer Erhöhung um 1016 KLT auf maximal 4472 KLT wird bei der Neustrukturierung weniger Nettolagerfläche benötigt. Der Grund liegt in der Erhöhung der Stellplätze für die Produktion sowie in dem empfohlenen Aufbau von Paletten- und Fachbodenregalen. Aufgrund der gewonnenen Flächeneinsparung wirkt sich dieses Ergebnis direkt auf die Flächenkosten aus. Diese sinken um ca. 90 Euro auf unter 500 Euro, wie in Tabelle 26 zu entnehmen ist.

### **Auswertung der Beräumung des Lagers Kauffolie**

Bei der Beräumung des Folienlagers gibt es keine Möglichkeit, dieses in einer anderen Ebene des PG 2 zu verlagern. Ebenso ausgeschlossen ist eine Verteilung auf verschiedene Etagen. Der Grund liegt in einer fehlenden Freifläche von ca. 180 m<sup>2</sup> (vgl. Kapitel 4.10, S. 53), welche zum Lagern mindestens benötigt wird. Auch ein Aufbau weiterer Palettenregale ist nicht möglich. Für diese sind ebenfalls keine Freiflächen vorhanden. Demnach ist die einzige Lösung die komplette Verlagerung in ein anderes Gebäude. Für die Entscheidungsfindung wurden im Vorfeld die Verantwortlichen des GVW kontaktiert und mögliche Optionen des Lagerorts sowie dazugehörige Risiken besprochen. Kriterien, die die Auswahl unterstützten, waren direkte Anliefermöglichkeit, Transportweg zum PG 2, verfügbarer Lagerplatz sowie eine notwendige Lager-temperatur. Letzteres ist der wichtigste Punkt. Es muss gewährleistet werden, dass die Lagerung der Folie nicht zu kühl erfolgt. Da sonst, aufgrund zu hoher Temperaturunterschiede, die Folie beschlägt. Dieses würde zu einer notwendigen Vorwärmdauer von 48 Stunden<sup>35</sup> führen, was somit einen sofortigen Verbau der Folie ausschließt.

<sup>35</sup> um die geforderte Temperatur auch im Kern zu erreichen

Zur Auswahl eines etwaigen Lagerorts standen das PG 3 sowie eine, sich in unmittelbarer Nähe befindende, angemietete Lagerhalle<sup>36</sup>. Diese Lagerhalle steht nicht auf dem Firmengelände, sondern liegt in etwa 270 m<sup>37</sup> nördlich davon. Die Entscheidung, welcher Lagerort geeigneter ist, wird mit Hilfe der Tabelle 27 ermittelt.

**Tabelle 27 Entscheidungskriterien Umlagerung Lager Kauffolie**

<b>Kriterien</b>	<b>PG 3</b>	<b>Lagerhalle</b>
<b>direkte Anliefermöglichkeit vorhanden</b>	JA	NEIN
<b>Transportweg zum PG 2</b>	ca.30 m	ca. 270 m
<b>verfügbare Lagerplatz vorhanden</b>	NEIN	JA
<b>notwendige Lagertemperatur vorhanden</b>	JA	NEIN

Nach Betrachtung der Tabelle 27 ist, obwohl kein ausreichender Lagerplatz vorhanden ist, die Verlagerung der Kauffolie in das PG 3 vorzuziehen. Neben dem kurzen Transportweg und der direkten Anliefermöglichkeit ist bei diesem Lagerort der wichtige Aspekt, die der notwendigen Lagertemperatur, gegeben.

Wird die Realisierung angestrebt, bedarf es im Vorfeld einer Umstrukturierung. Zunächst ist eine Auslagerung des WAWAL erforderlich, um den benötigten Lagerplatz zu schaffen. Anschließend müssen, abhängig von der Art der Lagerung, entweder 274 Stellplätze in den vorhandenen Palettenregalen bereitgestellt oder bei einer Blocklagerung ca. 180 m<sup>2</sup> Nettolagerfläche geschaffen werden. Wird die Lagerung im Palettenregal bevorzugt, ist darauf zu achten, dass acht Stellplätze für das Sonderformat 1050 mm x 1050 mm einzuplanen sind (vgl. Kapitel 4.10, S. 52). Eine zusätzliche Option ist die Kombination aus Paletten- und Blocklagerung. Die dazugehörige Verteilung zwischen den zwei Lagern liegt im Ermessen des Unternehmens.

Obwohl die Umlagerung mit einem hohen Aufwand verbunden ist, ergibt sich eine finanzielle Verbesserung gegenüber dem jetzigen Standort. Wie in Tabelle 10, Seite 54 bereits ermittelt, belaufen sich die monatlichen Kosten der Fläche für die Kauffolie auf ca. 1200 Euro. Im PG 3 hingegen würden die Kosten wesentlich geringer ausfallen. Der Grund dafür liegt in den Gebäudekosten je m<sup>2</sup>, denn diese liegen im PG 3 bei 2,91 €/m<sup>28</sup>. Welches Einsparpotential die Verlagerung mit sich bringt, zeigt Tabelle 28, Seite 84.

<sup>36</sup> im Unternehmen „Sinterhalle“ genannt

<sup>37</sup> gemessen mit: <https://www.google.de/maps>

<sup>38</sup> erhalten auf Nachfrage bei der Abteilung Controlling

Tabelle 28 Lagerkostenvergleich PG 2 und PG 3 für Lager Kauffolie

Bereich	Größe [m <sup>2</sup> ]	Preis/Fläche [€/m <sup>2</sup> ]	Gesamtkosten/Fläche [€/m <sup>2</sup> ]
<b>PG 2</b>	182,80	6,57	1201,00
<b>PG 3</b>	182,80	2,91	532,00
<b>Einsparung</b>			<b>669,00</b>

Bei fast 670 Euro Ersparnis pro Monat gegenüber dem Ist-Stand ist eine Auslagerung des WAWAL und Umlagerung des Lagers Kauffolie zu empfehlen.

Für die daraus folgende notwendige Neuansiedlung des WAWAL ist der Standort Gera-Hermsdorf zu empfehlen. Dieser bietet ausreichend Platz und Freifläche für ein Lager. Des Weiteren erfolgen täglich Transporte zu diesem Standort, sodass keine zusätzlichen Routen bzw. Touren zu planen sind. Lediglich ein größerer LKW ist für diese Fahrten notwendig, um die Fertigwaren vollständig bzw. mit so wenig Touren wie möglich transportieren zu können.

## **6 Logistikablauf neu**

### **6.1 Einleitung Logistikablauf neu**

Nach der Darstellung der Lösungsmaßnahmen widmet sich dieses Kapitel einem neuen Logistikablauf. Unter Verwendung der technischen Hilfsmittel und organisatorischen Änderungen aus Kapitel 5, Seite 64 ff. wird der Ablauf beschrieben, welcher das Potential einer zusätzlichen Flächeneinsparung bietet. Der dazugehörige Neuentwurf des Lageplans ist in Anlage 3 (vgl. Seite 106) hinterlegt.

Dieser Logistikablauf ist ähnlich dem der Ist-Analyse gestaltet und in Teilbereiche untergliedert (vgl. Kapitel 4.2, S. 24 ff.). Dabei setzt sich die Unterteilung wie folgt zusammen.

#### **Logistikablauf neu Teil 1**

1. Materialbestellung und Kommissionierung
2. Auswahl Ladungsträger
3. Stapelung der Ladungsträger

#### **Logistikablauf neu Teil 2**

1. Materialtransport zwischen den Gebäuden
2. Materialtransport im PG 2

#### **Logistikablauf neu Teil 3**

1. Kommissionierung im PG 2 und Materialbereitstellung Teil 1
2. Materialtransport in Ebene 2
3. Kommissionierung im PG 2 und Materialbereitstellung Teil 2

#### **Logistikablauf neu Teil 4**

1. Rückführung Wagen und nicht verbrauchter Komponenten
2. Abtransport Fertigware

Für die Prozessbeschreibungen werden lediglich die Prozesse detailliert beschrieben welche sich im Rahmen des Logistikablaufs neu gestaltet haben. Auf Prozesse, bei denen der Ablauf identisch zur Ist-Analyse ist, werden mittels Kapitel und Seite darauf verwiesen. Kommen minimale Änderungen wie beispielweise zusätzliche Tätigkeiten,

Arbeitsabläufe hinzu, werden nur die Änderungen und nicht der vollständige Prozess beschrieben.

Angesicht der Tatsache, dass die eingesetzten technischen Hilfsmittel kombinierbar sind bzw. zusätzliche Optionen bieten, wird der Sachverhalt vor jedem Teilprozess bzw. -bereich grafisch dargestellt. Diese Darstellung dient in erster Linie als Entscheidungshilfe für den neuen Ablauf, ist aber, aufgrund des Aufbaus, gleichermaßen zur Ermittlung eines alternativen Logistikablaufs geeignet. Jede getroffene Auswahl kann sowohl UND- als auch ODER-Entscheidungen beinhalten. Welche Entscheidung jeweils getroffen wird bzw. empfehlenswert ist, ist unter jeder grafischen Abbildung erläutert. Weiterhin werden in der Grafik, wenn notwendig, besondere Maßnahmen bzw. Hinweise mit einem roten Pfeil und „Achtungssymbol“ markiert. Ein gelber Stern zeigt eine signifikante Verbesserung gegenüber dem aktuellen Standes auf.

Das Kapitel schließt mit der Auswertung der Potentiale und Risiken, die mit dem neuen Ablauf einhergehen.

## 6.2 Logistikablauf neu Teil 1

### 1. Materialbestellung und Kommissionierung

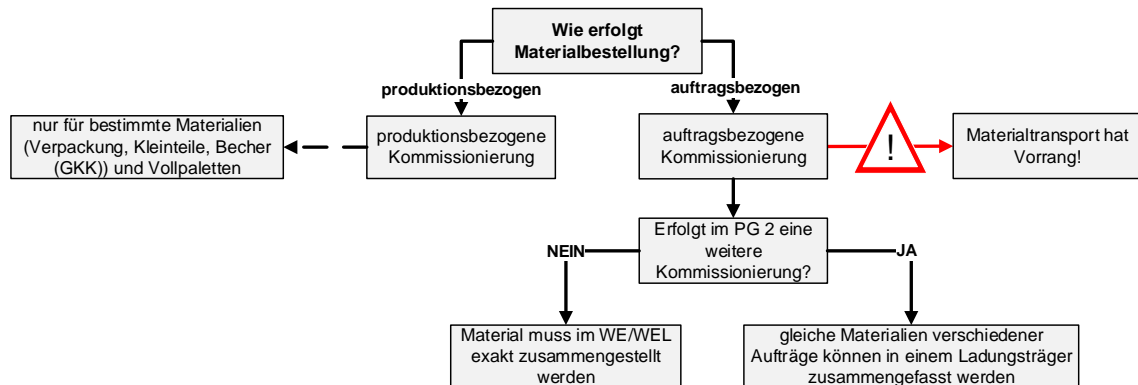


Abbildung 6-1 Materialbestellung und Kommissionierung

Bereits bei der Frage, welche Art der Materialbestellung bevorzugt wird, gibt es je nach Entscheidung erste Maßnahmen, die im späteren Verlauf zu beachten sind. Erfolgt, wie Abbildung 6-1 zeigt, die Materialbestellung auftragsbezogen, ist auch die Kommissionierung daraufhin anzupassen. Das heißt, es wird nur die Menge an Material kommissioniert, welche tatsächlich benötigt wird. Wird im weiteren Ablauf eine erneute Kommissionierung im PG 2 durchgeführt, so ist es möglich, gleiche Materialien für un-

verschiedliche Aufträge in einem Ladungsträger zu kommissionieren. Für die Reduzierung der Flächen im PG 2 wird die auftragsbezogene Materialbestellung mit einer zusätzlichen Kommissionierung im PG 2 ausgewählt.

Aufgrund dieser Entscheidung und der daraus resultierenden häufigeren Anlieferungen sind die Prioritäten neu festzulegen. Vorrang hat die Materialversorgung, um Unterbrechungen oder Ausfälle in der Produktion zu vermeiden. Be- und Entladeprozesse von LKWs sind unterzuordnen.

Ungeachtet der ausgewählten „auftragsbezogenen“ Bestellung und Kommissionierung ist ein vollständiger Verzicht auf die produktionsbezogene Materialbestellung nicht ratsam. Materialien, welche ständig bzw. in großer Menge benötigt werden (z.B. Verpackungsmaterial) sind nach wie vor in kompletter Menge pro Ladungsträger bereitzustellen. Weiterhin in vollständiger Verpackungsmenge sind Kleinteile (Schrauben, Dichtungen etc.) zu liefern. Diese benötigen wenig Platz und sind zukünftig in den gleichen Regalen und Behältnissen zu lagern, wie es aktuell gehandhabt wird. Für die kleinvolumigen Komponenten „Becher“ des ehemaligen Produktionsbereichs GKK ist ebenfalls die vollständige Bereitstellung sinnvoll. Diese sind in Kartons verpackt und werden in der, teilweise automatisierten, Produktion in großen Stückzahlen verbraucht. Folglich ist sowohl eine auftragsbezogene als auch die produktionsbezogene Materialbestellung und –kommissionierung zu empfehlen.

## 2. Auswahl Ladungsträger

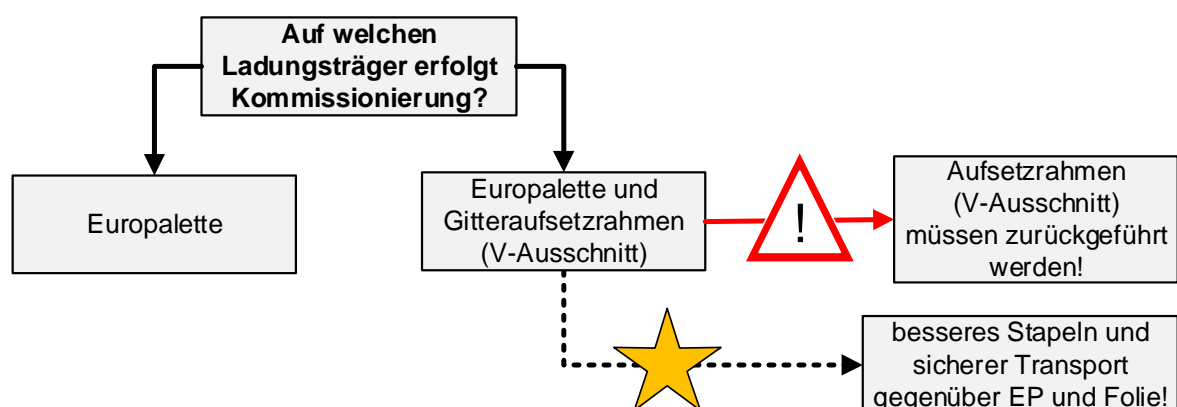


Abbildung 6-2 Auswahl Ladungsträger

Zur herkömmlichen Kommissionierung auf Europaletten besteht auch eine Alternative aus EP und Gitteraufsetzrahmen. Wie unter Kapitel 5.3, Seite 78 erwähnt, wird für die Kommissionierung der Gitteraufsetzrahmen mit V-Ausschnitt ausgewählt. Die Vorteile,

die diese Variante mit sich bringen, sind im selben Abschnitt erläutert. Für den dazugehörigen Ablauf nimmt der Lagerlogistiker nach Auftragserteilung sowohl eine EP als auch den Rahmen und fügt beides zusammen. Im Anschluss daran wird die Kommissionierung durchgeführt (vgl. Kapitel 4.3, S. 25). Damit Kommissionierarbeit und –zeit gespart wird, ist bei einer bestellten Menge, die der Menge auf einer Lagereinheit entspricht, z.B. einer Europalette, die vollständige Palette bereitzustellen. So ist, neben der Zeit- und Aufwandsersparnis, das Material für den Transport geschützt. Bestellmengen, die von der Menge auf einer Lagereinheit abweichen, sind in den Gitteraufsetzrahmen zu kommissionieren. Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht den eben beschriebenen Unterschied der Bereitstellung:

**Tabelle 29 Bereitstellung im Ladungsträger**

Bestellmenge	=	Menge auf EP	Bereitstellen der vollständigen EP
Bestellmenge	<	Menge auf EP	Bereitstellen der exakten Anzahl in Gitteraufsetzrahmen
Bestellmenge	>	Menge auf EP	Bereitstellen der vollständigen EP und Bereitstellen der Restmenge in Gitteraufsetzrahmen

Ist die zu kommissionierende Menge minimal kleiner als die auf dem Ladungsträger vorhandene, ist die Differenz herunterzunehmen und die EP bereitzustellen. Abhängig von der Menge je EP und dem unversehrten Transport ist zu testen, bis zu welcher Differenz die Bereitstellung der EP erfolgt. Das Abstellen vor dem Lastenaufzug, die abschließende Kontrolle sowie Sicherungsmaßnahmen bei schlechten Witterungsverhältnissen werden wie in der Ist-Analyse beibehalten. Am Ende der Bereitstellung und Kontrolle sind an jedem Aufsetzrahmen Materiallisten anzufügen. Darauf ist das kommissionierte Material inklusive Menge vermerkt.

Für die Kommissionierung im obersten Bereich des WE/WEL sind, neben den vorhandenen EP, Gitteraufsetzrahmen bereitzustellen. Bereitstellung und Kontrolle sind wie in der Ist-Analyse beschrieben zu handhaben.

Abhängig von der Auftragsgröße und dementsprechender Materialmenge ist eine Kommissionierung mit und ohne Gitteraufsetzrahmen zu praktizieren.

### 3. Stapelung der Ladungsträger

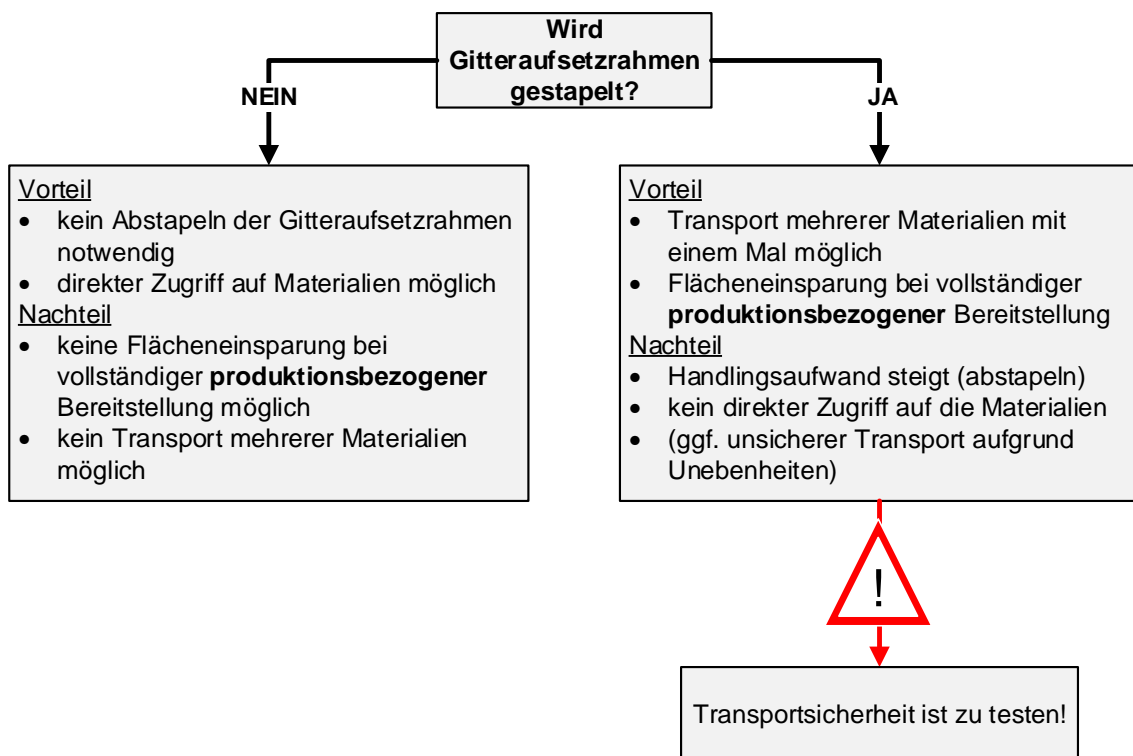


Abbildung 6-3 Stapelung der Gitteraufsetzrahmen

Aufgrund der vorhandenen Fangteller besteht die Alternative, die Gitteraufsetzrahmen zu stapeln (vgl. Anlage 37, S. 152). Folglich können, wie in Abbildung 6-3 zu lesen, mit einem Transport mehrere Materialien bereitgestellt werden.

Jedoch bringt ein Transport mehrerer Materialien nicht immer Vorteile. Abhängig von der gewählten Ausgangssituation kann die Entscheidung einer Stapelung zusätzlichen Aufwand nach sich ziehen. Wird produktionsbezogen bereitgestellt, so können auf der gleichen Grundfläche einer EP mehrere Rahmen bzw. Europaletten übereinander gestapelt werden. Das hat beispielsweise bei Großaufträgen den Vorteil, dass baugleiche Bechertypen auf einem Stellplatz gelagert werden. Eine Stapelung der Ladungsträger ist ebenfalls bei der zusätzlichen Kommissionierung im PG 2 möglich. Zumal das Material von dem angelieferten Ladungsträger in einen neuen Ladungsträger umgestapelt wird.

Bei auftragsbezogener Produktion ohne zusätzliche Kommissionierung hingegen müssen Aufträge vorsortiert gestapelt werden, um einen Direktzugriff auf die Materialien zu ermöglichen, welche als erstes benötigt werden. Jedoch ist bei der Kommissionierung im WE/WEL nicht ersichtlich, welcher Auftrag als erstes bearbeitet wird. Somit



entsteht ein zusätzlicher Mehraufwand für den Produktionslogistiker, da dieser die Paletten bedarfsgerecht bereitstellen muss.

Ein weiterer Aspekt ist die Transportsicherheit. Hierbei ist durch Fahrten (leer und voll) zu testen, dass ein unversehrter Transport über den Hofbereich gegeben ist. Kommt es zu enormen Schwankungen oder Umkippen der Ladungsträger, ist von einer Stapelung abzuraten. Wegen der nicht getesteten Transportsicherheit wird die ungestapelte Variante ausgewählt.

### 6.3 Logistikablauf neu Teil 2

#### Materialtransport zwischen den Gebäuden

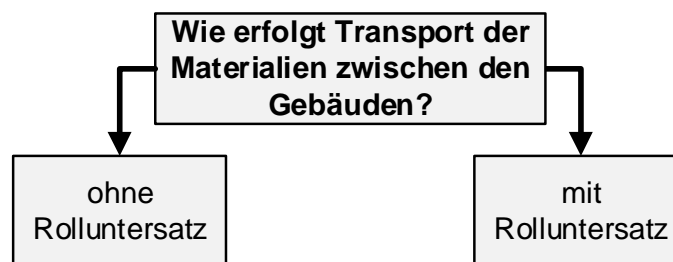


Abbildung 6-4 Transport zwischen den Gebäuden

Für den Transport der EP gibt es eine Alternative zum ursprünglichen Verfahren. Rolluntersätze ermöglichen das Transportieren von mehreren EP mit einer Fahrt. Ausgestattet mit Deichsel lassen sich die Rolluntersätze zusammenkoppeln (siehe Abbildung 5-9, S. 77) und mittels Gabelstapler gemeinsam bewegen. Für diese ausgewählte Variante ist bereits im WE/WEL der Grundstein zu legen. Nach Beendigung der Kontrolle und bevor der Transport der EP über den Lastenaufzug vor das PG 3 erfolgt, sind die Europaletten durch den Lagerlogistiker auf die Rolluntersätze zu heben. Entsprechendes Gerät zum Verrichten der Arbeit ist vorhanden.

Um im WE/WEL unnötige Schmutzverschleppungen, infolge von Schnee und Feuchtigkeit, zu vermeiden, ist es ratsam, die Rolluntersätze in der Nähe des Aufzugs zu lagern. Im Leerzustand ist der Rolluntersatz stapelbar und ermöglicht somit platzsparende Lagerung.

Für den Transport vor das PG 3 gelten dieselben Abläufe wie bei der Ist-Analyse (vgl. 4.3, S. 27), jedoch ohne die notwendigen Flurfördergeräte. Für das Bewegen der Untersätze ist ein Schiebegriff vorhanden. Vor dem Gebäude angekommen, werden die Rolluntersätze entweder durch den Lagerlogistiker oder Gabelstaplerfahrer zusam-

mengekoppelt und anschließend an dem Gabelstapler angekoppelt. Im Anschluss daran erfolgt die Fahrt zur Materialschleuse am PG 2 sowie das Abkoppeln der Rolluntersätze von der Zugmaschine. Als maximale Anzahl zu bewegender Rolluntersätze werden vier empfohlen. Das entspricht der vollen Kapazität des Lastenaufzugs.

### Materialtransport im PG 2

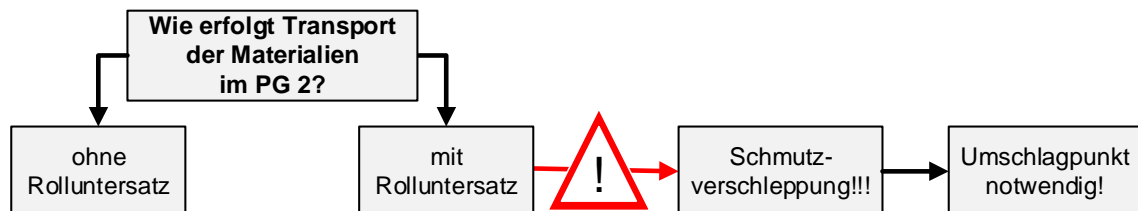


Abbildung 6-5 Materialtransport im PG 2

Der Transport im PG 2 wird sowohl mit als auch ohne Rolluntersatz fortgeführt. Diese Entscheidung ist abhängig vom Bestimmungsort bzw. dem gelieferten Material und wird im nachfolgenden Abschnitt näher erläutert.

Die Vorteile, die sich durch einen Transport auf Rolluntersätzen im PG 2 ergeben, sind im Kapitel 5.3, Seite 76 beschrieben. Jedoch zieht diese Entscheidung eine zusätzliche Maßnahme nach sich. Wie bereits im Abschnitt „Materialtransport zwischen den Gebäuden“ (vgl. Seite 90) beschrieben, kann es bei schlechten Witterungsverhältnissen zur Verschmutzung des Gebäudes kommen. Aus diesem Grund wird ein Umschlagpunkt notwendig. Als Alternative wird ein Vordach bzw. Lagerzelt empfohlen. Welche Vorteile ein Zelt/Vordach hat bzw. welche Anforderungen zu erfüllen sind und wo sich der Anbau befinden soll, ist im Kapitel 5.3, Seite 79 einzusehen.

Für die Bereitstellung im Zelt/Vordach sind die Giebelseiten offen zu halten, sodass der Gabelstaplerfahrer, wie Abbildung 5-12, Seite 79 zeigt, von einer Seite hereinfährt, die Rolluntersätze abkoppelt und auf der anderen Seite den Anbau wieder verlässt.

## 6.4 Logistikablauf neu Teil 3

### Kommissionierung im PG 2 und Materialbereitstellung Teil 1

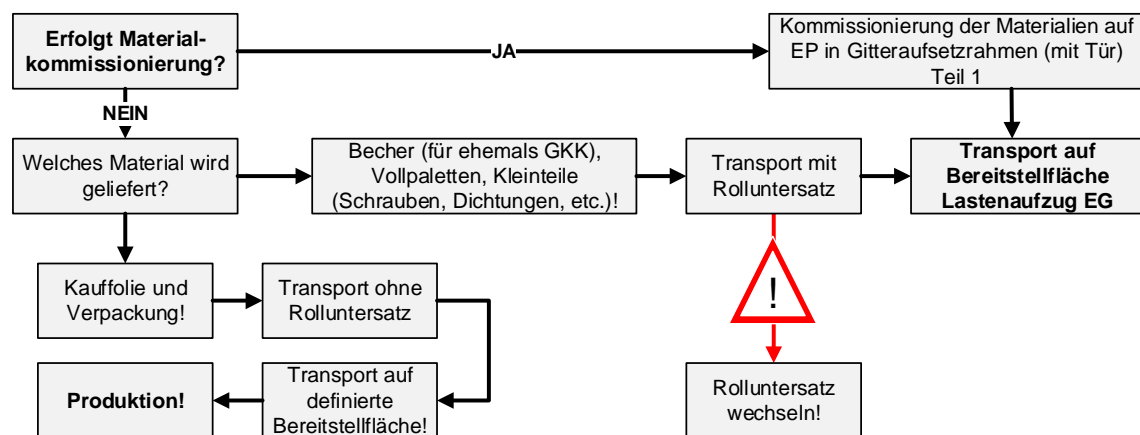


Abbildung 6-6 Kommissionierung und Bereitstellung Teil 1

Nachdem das Material am Umschlagpunkt angeliefert wurde, wird in diesem Abschnitt die exakte Kommissionierung beschrieben. Hierfür steht dem Produktionslogistiker die „Anlieferfläche Logistik“ zur Verfügung (vgl. Anlage 2, S. 106). Auf dieser Fläche befinden sich leere Rolluntersätze, Europaletten mit leeren Gitteraufsetzrahmen V-Ausschnitt<sup>39</sup>, Rolluntersätze inklusive Gitteraufsetzrahmen mit Tür, eine Stretchmaschine<sup>40</sup> sowie ein kleines Palettenregal.

Der jetzige Prozessablauf gestaltet sich folgendermaßen: Im ersten Schritt vergleicht der Produktionslogistiker die angekommenen Materialien mit Hilfe seiner Liste und den Listen, welche sich an den Gitteraufsetzrahmen befinden, auf Vollständigkeit und äußerliche Unversehrtheit. Zugleich erhält er einen Überblick, welches Material sich wo befindet. Ist diese Tätigkeit beendet, erfolgt das Ab stapeln bzw. Um stapeln mittels Elektrohubwagen. Dabei sind Vollpaletten und EP mit Gitteraufsetzrahmen, die teilweise oder vollständig mit Material für andere Ebenen bestückt sind, auf leere Aufsetzrahmen aufzusetzen. Europaletten hingegen, die vollständig im Erdgeschoss verbleiben, sind in der Anlieferfläche ohne Rolluntersatz abzustellen. Handelt es sich bei der Ware um beispielsweise Verpackungsmaterial, fährt der Produktionslogistiker diese direkt an die vorgesehenen Bereitstellflächen. Zur Rückführung der Aufsetzrahmen V-Ausschnitt in das PG 3 sind diese bei der Anlieferung neuer Materialien eins zu eins zu tauschen.

<sup>39</sup> aus vorangegangenen Anlieferungen

<sup>40</sup> wird im späteren Verlauf, im Kapitel 6.5, S. 96 ff., benötigt

Das bedeutet, bei einer Anlieferung von beispielsweise vier Rolluntersätzen mit jeweils zwei Vollpaletten und zwei Gitteraufsetzrahmen sind die zwei Rolluntersätze mit leeren Aufsetzrahmen zu bestücken. Der dazugehörige Ablauf ist in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

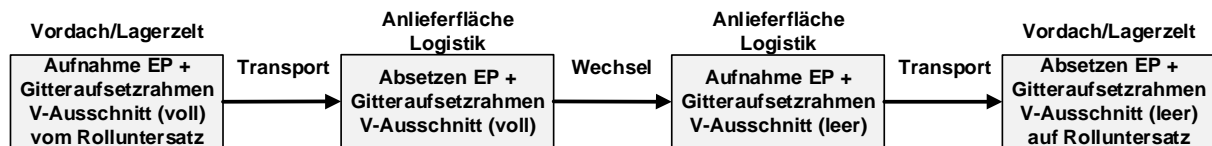


Abbildung 6-7 Austausch Gitteraufsetzrahmen

Diese Vorgänge wiederholen sich so oft, wie ausgetauscht werden muss. In diesem Fall ein weiteres Mal. Im Anschluss daran bzw. je nach Verfügbarkeit des Gabelstaplerfahrers erfolgt der Leertransport zum PG 3. Hierbei fährt der Gabelstaplerfahrer rückwärts an die Rolluntersätze heran und koppelt diese an. Danach erfolgen die Rückfahrt, das Abkoppeln aller Rolluntersätze und der Transport über den Lastenaufzug zum WE/WEL.

Ist das Verteilen und Umladen beendet, beginnt die erste Teilkommissionierung. Das ist der Tatsache geschuldet, dass nicht alle benötigten Komponenten aus dem WE/WEL angeliefert werden. Ein Teil davon, wie z.B. Deckel, werden im PG 2 gefertigt und sind demnach bereits im Produktionsgebäude 2. Des Weiteren sind kleine Komponenten (Schrauben, Drähte) in Regalen in der zweiten Etage gelagert.

Für die Kommissionierung wird der Rolluntersatz mit Gitteraufsetzrahmen mit Tür (nachfolgend Wagen genannt) benötigt. Dabei wird die Annahme getroffen, dass für die auftragsbezogene Kommissionierung maximal acht Wagen pro Materialbestellung notwendig sind. Diese sind auf der Anlieferfläche bereitzustellen. Für einen unverhofften Mehrbedarf steht als Ausweichfläche die „Bereitstellfläche Lastenaufzug EG“ (vgl. Anlage 2, S. 106) zur Verfügung.

Für das Bestücken nimmt der Produktionslogistiker die exakte Menge aus den EP mit Gitteraufsetzrahmen und verlädt diese in den Wagen. Anschließend ist die Position auf der Liste abzuhaken. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis alle Komponenten in dem richtigen Wagen verstaut sind. Abschließend werden die Auftragslisten an die entsprechenden Wagen gehängt, damit in der zweiten Ebene die Kommissionierung beendet werden kann.

Sind aufgrund der Auftragsgröße bzw. Komponentenmenge mehrere Wagen für einen Auftrag notwendig, so vermerkt der Produktionslogistiker das auf einem Hinweiszettel

und hängt den Zettel an die Wagen. Wie dabei ein Zettel auszusehen hat, zeigt die nachfolgende Abbildung:

<b>Nr. Fertigungsauftrag:</b>			
<b>Wagen:</b>		<b>von:</b>	

Abbildung 6-8 Prinzipdarstellung Hinweiszettel

## Transport in Ebene 2

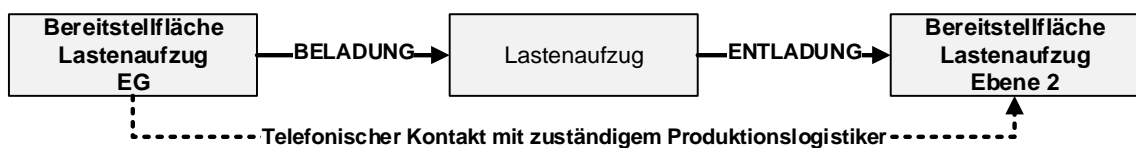


Abbildung 6-9 Transport in Ebene 2

Ist die erste Teilkommissionierung beendet, erfolgt der weitere Transport. Dafür schiebt der Produktionslogistiker die Wagen auf die „Bereitstellfläche Lastenaufzug EG“ (vgl. Anlage 2, S. 106) und informiert den Lastenaufzugführer über bereitstehendes Material. Anschließend belädt dieser den Lastenaufzug, fährt die Wagen in das 2.OG und beendet den Prozess mit der Bereitstellung der Wagen auf der Stellfläche Lastenaufzug 2.OG. Sofern der Produktionslogistiker auf dieser Ebene nicht persönlich anzutreffen ist, ist die Information über angelieferte Wagen und Materialien telefonisch zu übermitteln.

Dieser beschriebene Ablauf der Beladung Lastenaufzug mit Wagen ist gleichermaßen für den Transport der EP mit Gitteraufsetzrahmen V-Ausschnitt (Teilmengen bzw. vollständige EP) bzw. Vollpaletten ausführbar. Die Beladung mit vollständigen EP für die anderen Ebenen können bei guten Witterungsverhältnissen direkt über den Außenzugang des Lastenaufzugs realisiert werden. Bei schlechten Witterungsbedingungen ist dies realisierbar, wenn die Ware unter dem zweiten Vordach/Zelt umgestapelt wird. Für die empfohlene Umlagerung der Kauffolie (siehe Abschnitt 5.4, S. 82) und daraus folgende Bereitstellung ist kein Umstapeln notwendig. Diese Ware wird im 4.OG im Blocklager bzw. Palettenregal eingelagert. Die Informationsweitergabe zu dem zuständigen Mitarbeiter ist notwendig.

## Kommissionierung im PG 2 und Materialbereitstellung Teil 2

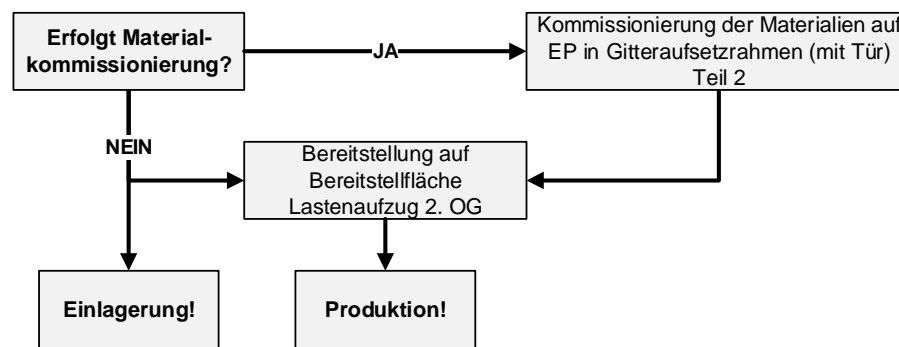


Abbildung 6-10 Kommissionierung und Bereitstellung Teil 2

Sind die Wagen in der zweiten Etage angekommen, erfolgt der abschließende Teil der Kommissionierung. Hierbei nimmt sich der Produktionslogistiker die angehängten Listen und kommissioniert das fehlende Material in die entsprechenden Wagen. Wie schon bei der Kommissionierung im EG, sind die fertigen Positionen abzuhaken.

Bei der gesamten Kommissionierung ist darauf zu achten, dass unnötiges Umlagern vermieden wird. Material, welches zuerst verbaut bzw. benötigt wird, ist so zu lagern, dass ein Direktzugriff gewährleistet ist. Dafür stehen in den Wagen Einlegeböden zur Verfügung.

Ist die Kommissionierung beendet, erfolgt die Bereitstellung für die Produktion. Je nach Notwendigkeit sind die Wagen an den Arbeitsstationen oder auf der „Bereitstellfläche Lastenaufzug 2. OG“ abzustellen. Alternativ steht die Fläche „Lagerfläche Becher“ zur Verfügung. (vgl. Anlage 2, S. 106). Ein Vorteil hierbei ist der kurze Weg zur ersten Arbeitsstation. Ein Nachteil ist, dass mehr Fläche beansprucht wird. Aufgrund der getroffenen Annahme von maximal acht Wagen pro Materialbestellung (vgl. Seite 93), ist es ratsam, die Fläche Bereitstellfläche Lastenaufzug zu nutzen. Wie in Anlage 38, Seite 153 zu sehen, bietet diese Fläche Platz für mindestens 16 Wagen. Ausweichend steht die Bereitstellfläche Lastenaufzug EG zur Verfügung. Wie die dazugehörige Anlage 39, Seite 154 darlegt ist auf dieser Fläche Platz für mindestens weitere 17 Wagen. Folglich wird die durch die vorhergehende Diplomarbeit bereitgestellte Fläche „Bereitstellfläche Becher“ nicht mehr benötigt.

Für den Transport der Materialien durch die Produktion werden die Wagen am Schiebegriff zur nächsten Arbeitsstation geschoben. Hierfür ist, je nach aktueller Verfügbarkeit, der Schichtführer, der Produktionslogistiker oder der zuständige Mitarbeiter verantwortlich.

## 6.5 Logistikablauf neu Teil 4

### Rückführung Wagen und nicht verbrauchter Komponenten

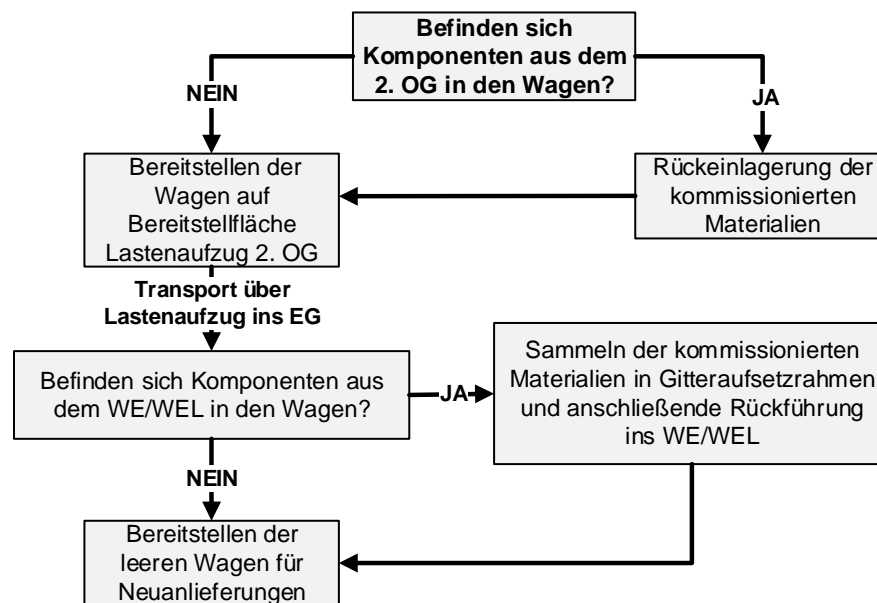


Abbildung 6-11 Rückführung Wagen und nicht verbrauchter Komponenten

Angeichts der technologischen Neuordnung in der vorangegangenen Diplomarbeit werden die Kondensatoren ausschließlich in der Ebene 2 gefertigt. /HART-16/

Das bedeutet, dass an der letzten Arbeitsstation die Wagen leer sind und die Kondensatoren auf speziellen Ladungsträgern in das Erdgeschoss transportiert werden.

Folglich sind auch die Wagen wieder zurück in das Erdgeschoss zu fahren. Hierfür sammelt der Produktionslogistiker die Wagen an den letzten Stationen ein und stellt diese auf der Bereitstellfläche ab.

Infolge von Großaufträgen, die mehrere Wagen umfassen, kann es vorkommen, dass Wagen bereits vor der letzten Station abgearbeitet sind.<sup>41</sup> In diesem Fall sind die Wagen von den Arbeitsstationen zu holen und auf der Bereitstellfläche abzustellen.

Den weiteren Transport der Wagen übernimmt wieder der Lastenaufzugführer. Angekommen auf der Bereitstellfläche Lastenaufzug EG werden die Wagen an den Produktionslogistiker übergeben. Dieser kümmert sich um die Wiederbereitstellung der leeren Wagen auf den dazugehörigen Flächen.

Sind aufgrund des technologischen bzw. prozentuellen Mehrbedarfs<sup>42</sup> Komponenten in den Wagen übrig geblieben, so sind diese wieder einzulagern. Dabei erfolgt die

<sup>41</sup> abhängig von Sortierung und Kommissionierung der Wagen

<sup>42</sup> Vom Unternehmen festgelegte Werte zur Sicherung gegen Ausschuss. Werte variieren je nach Bauteil und Komponente.

Einlagerung abhängig vom jeweiligen Bauteil. Bauteile, welche im 2. OG kommissioniert wurden, sind im Regal oder im definierten Lagerplatz einzulagern und im SAP einzubuchen. Komponenten, die aus dem WE/WEL angeliefert und im Erdgeschoss kommissioniert wurden, verbleiben auf den Wagen. Die Rückführung geschieht folgendermaßen: Sind die Bauteile im Erdgeschoss auf dem Wagen angekommen, werden diese in einem Gitteraufsetzrahmen V-Ausschnitt gesammelt. Des Weiteren schreibt der Produktionslogistiker einen Transportauftrag. Auf diesem sind der Artikel, die Artikelnummer sowie die korrekte Anzahl vermerkt. Anschließend wird der Gitteraufsetzrahmen, mit eintreffender Neuanlieferung, auf den Rolluntersatz für den Außenbereich aufgesetzt und durch den Gabelstaplerfahrer zurück zum PG 3 gefahren. Danach erfolgen das Abkoppeln und Bereitstellen im Lastenaufzug PG 3 und die Wiedereinlagerung.

### Abtransport Fertigware

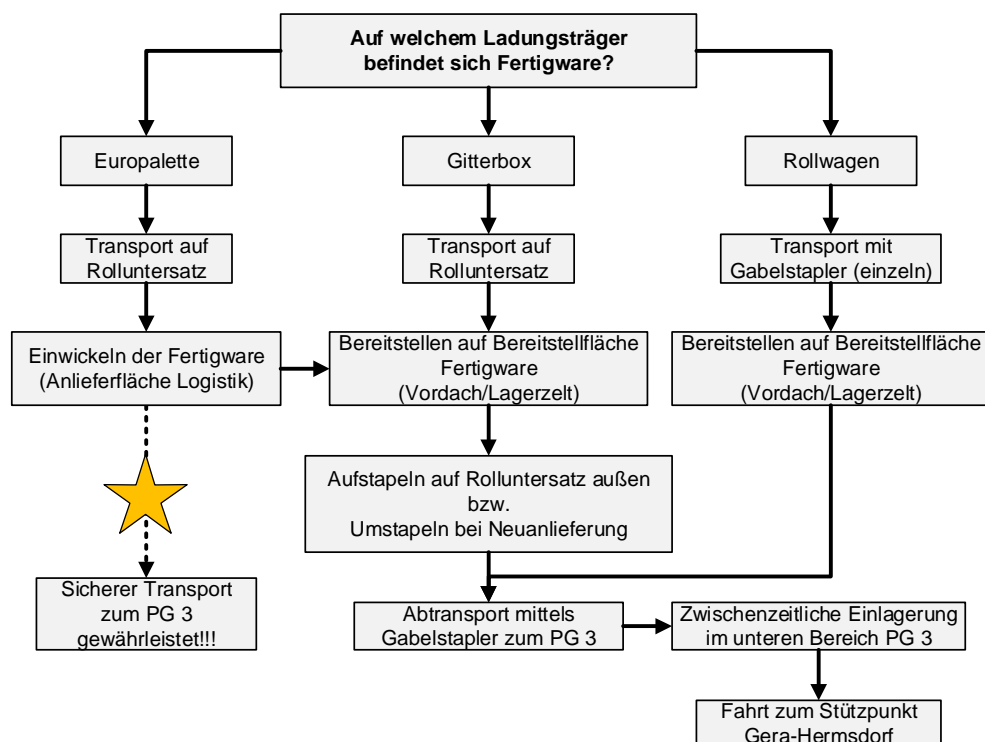


Abbildung 6-12 Abtransport Fertigware

Nach Beendigung der letzten Produktionsschritte und dem Verpacken der Kondensatoren erfolgt mit diesem Schritt der Abtransport der Fertigware. Abhängig vom kundenwunschbezogenen Ladungsträger wird die Fertigware entweder mit den Rolluntersätzen zum PG 3 gefahren oder der Transport geschieht einzeln, wenn die Fertigware auf



Rollwagen (vgl. Anlage 40, S. 154) verpackt ist. In beiden Fällen sammelt der Produktionslogistiker die fertig verpackten Kondensatoren von den jeweiligen Flächen ein und transportiert diese zur Bereitstellfläche Fertigware (vgl. Anlage 41, S. 155). Befinden sich die Kondensatoren auf einer EP, ist ein Zwischenschritt notwendig. Hierbei ist die Europalette auf die Stretchmaschine aufzusetzen und mit Folie zu umwickeln. Das ermöglicht einen sicheren Transport und erspart das spätere Einwickeln im PG 3. Anschließend wird die eingewickelte Palette ebenfalls auf der Bereitstellfläche abgestellt. Mit ankommender Neuankunft ist die Fertigware mit der gelieferten Ware auf den Rolluntersätzen auszutauschen oder auf bereitstehenden Rolluntersätzen für den Außenbereich aufzusetzen. Fertigwaren, welche sich auf Rollwagen befinden, sind separat zu transportieren. Für die auszuführenden Tätigkeiten des Aufsetzens sind sowohl Produktionslogistiker als auch Gabelstaplerfahrer zuständig. Der Abtransport zum PG 3 wird durch den Gabelstaplerfahrer durchgeführt. Ist der Gabelstaplerfahrer nur in der Tag- bzw. Frühschicht verfügbar, so ist der Transport durch einen Mitarbeiter des PG 2 durchzuführen.

## **6.6 Auswertung der Potentiale und Risiken des neuen Logistikablaufs**

Nachdem der neue Logistikablauf beschrieben wurde, erfolgt in diesem Abschnitt die abschließende Auswertung in Bezug auf Potential und Risiko. Eine Bewertung der Punkte wird nicht stattfinden. Das ist der Tatsache geschuldet, dass mit dem gewählten Logistikablauf die einzige Variante gewählt wurde, die eine zusätzliche Flächeneinsparung mit sich bringt. Folglich wurden keine weiteren Varianten betrachtet.

Das Potential, das mit der Umsetzung des Logistikablaufs sowie mit der Umlagerung der obersten Etage des PG 2 einhergeht, ist die Reduzierung von Logistikflächen. Neben der vollständigen Beräumung des Wickellagers und neben dem Lösungsvorschlag für die Beräumung des Lagers für Kauffolie ist es gelungen, im 2. OG eine Freifläche zu schaffen. Bei dieser Fläche handelt es sich um die Lagerfläche „Becher“. Diese besitzt eine Größe von ca. 66 m<sup>2</sup> und befindet sich direkt neben der „PK-Kondensatoren“<sup>43</sup> Montage (vgl. Anlage 42, S. 155). Aufgrund dieser gewonnenen Fläche entstehen verschiedene Alternativen für die Flächennutzung, die nachfolgend aufgelistet sind:

---

<sup>43</sup> Plastikkopf-Kondensatoren

- Erweiterungsfläche PK-Kondensatoren Montage
- zusätzliche Lagerfläche für Wickel
- Fläche zur Zwischenlagerung von Anlieferungen oder Halbfertigteilen
- Vorwärmfläche für Kauffolie (nur bei Lagerung der Kauffolie in Sinterhalle)
- Fläche für allgemeine Erweiterung der Produktion
- Fläche zum Lagern bei einem abgewandelten oder anderen Logistikablauf

In Abhängigkeit von zukünftigen Prognosen, Produktionsabläufen o.ä. sind weitere Möglichkeiten der Flächennutzung denkbar. Für welche Alternative sich abschließend entschieden wird, liegt ab diesem Punkt beim Unternehmen.

Weitere Reduzierungen in der Größenordnung Lagerfläche Becher sind nicht zu erreichen. Der Grund liegt an der vorherrschenden Flächenknappheit im PG 2. Bereitstellflächen wie z.B. für Verpackungsmaterial werden zur Produktionsversorgung benötigt. Die Flächen an den Lastenaufzügen sind für Zwischenlagerungen von ankommenden und abgehenden Warenströmen vorgesehen und notwendig, sodass in diesen Fällen keine Reduzierung erwirkt werden kann.

Des Weiteren hat eine Reduzierung zweckdienlich zu sein. Einsparungen in Bereichen, wo keine direkten Montagebereiche angrenzen oder keine Produktion stattfindet, sind für eine Reduzierung nicht sinnvoll, wie beispielsweise der Bereich „Anlieferfläche Logistik“ zeigt. Hier wäre eine Verkleinerung möglich aber nicht hilfreich, da diese gewonnene Freifläche keinen Nutzen für die Produktionserweiterung hat. Darüber hinaus sollte bei einer Reduzierung in Bereichen von Montagelinien genügend Potential vorhanden sein. Bereitstellflächen wie die der „Alu-Becher“ die trotz verschiedener Stellversuche<sup>44</sup> oder Verlagerungen nur wenige Quadratmeter an Fläche schaffen, sind nicht praktikabel (vgl. Anlage 2, S. 106). In diesem Fall ist die Flächeneinsparung so gering, dass sich kein Vorteil für danebenliegende Montagebereiche ergibt. Das Risiko, welches in erster Linie entstehen kann, fängt bereits bei der auftragsbezogenen Materialbestellung an. Bevor diese Auslösung Anwendung findet, ist eine entsprechende Implementierung im SAP notwendig. Dabei kann jedoch keine vollständige Umstellung erfolgen, zumal nach wie vor einige Materialien weiterhin in kompletter Menge bereitzustellen sind, wie in dem neuen Logistikablauf beschrieben (vgl. Kapitel 6, S. 85 ff.). Das führt dazu, dass vor der Einarbeitung im SAP zuerst die

---

<sup>44</sup> wurden intern mittels Auto CAD ausprobiert

Materialien für die jeweilige Auslösungsart zu analysieren sind. Erst nach dieser Analyse kann die Implementierung erfolgen. Ist diese nicht möglich oder verursacht es einen zu hohen finanziellen oder informationstechnischen Aufwand, ist auch der Logistikablauf nicht realisierbar.

Weiterhin mit einem Risiko behaftet ist die Materialversorgung. Aufgrund der geplanten Änderung auf häufigere Anlieferungen und demnach kürzere Anlieferzyklen kann es zu einer Versorgungsunterbrechung der Produktion kommen. Das tritt ein, wenn die Vorlaufzeiten zum Kommissionieren im PG 3, zum Transportieren zwischen den Gebäuden und die abschließende Kommissionierung im PG 2 sowie die Bereitstellung der Materialien zu kurz getaktet sind. Die Taktung ist abhängig von u.a. eingesetztem Personal, der Menge und Art des Materials, der Verfügbarkeit der Gabelstaplerfahrer bzw. des Lastenaufzugs und somit zu ermitteln. Ferner kommen, aufgrund des neuen Logistikablaufs und der zum Einsatz kommenden technischen Hilfsmittel, neue Arbeitsabläufe und Tätigkeiten hinzu, die nachfolgend aufgelistet sind. Zu diesen Punkten sind ebenfalls im Vorfeld die Zeiten zu ermitteln.

- Aufsetzen der Rahmen auf Europalette
- Stapelbarkeit der Materialien in den Aufsetzrahmen (V-Ausschnitt und Tür)
- Aufsetzen der Europaletten auf den Rolluntersätzen
- Handling der Rolluntersätze
- Koppeln und Entkoppeln der Rolluntersätze
- Transport der Rolluntersätze mit Gabelstapler
- Herunterheben der Europaletten von den Rolluntersätzen

Ein drittes Risiko ist der finanzielle Aspekt, der zu klären ist. Neben den Kosten für die Umstellung des Gesamtlogistikablaufs sind die Anschaffungspreise für die Hilfsmittel zu ermitteln. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt können keine Angaben zu der benötigten Anzahl an Hilfsmitteln gemacht werden. Diese sind an zukünftige Werte wie die Anzahl der Europaletten je Bestellauslösung oder die Durchlaufzeiten gebunden. Des Weiteren ist die Ausführung ausschlaggebend. Hier gibt es bereits Unterschiede in Material und Größe der Aufsetzrahmen, Tragfähigkeit und Art der Rollen für die Untersätze oder Bauart des geplanten Vordachs bzw. Lagerzeltes. Ebenfalls entscheidend ist die

Art der Anschaffung. In diesem Fall ist zu klären, ob gekauft, geleast oder gepachtet wird. Folglich beeinflussen diese Faktoren den dazugehörigen Anschaffungspreis.

Trotz der Risiken, die bei der Umsetzung des neuen Logistikablaufs entstehen können, ist einer Realisierung positiv entgegen zu blicken. Eine Veränderung birgt immer ein gewisses Risiko. Es ist wichtig, wie im Vorfeld damit umgegangen wird. Werden alle möglichen Sachverhalte analysiert, bewertet und geprüft, lassen sich Risiken minimieren oder eliminieren. Die Potentiale, die sich in diesem Fall ergeben, sind eine flexible Nutzung der geschaffenen Fläche. Folglich besteht die Option zur Produktions- oder Lagerflächenerweiterung. Darüber hinaus kann durch die Freifläche ggf. schneller auf sich ändernde Marktnachfrage reagiert werden, indem die Anschaffung neuer Produktionsmaschinen möglich ist, ohne vorher den notwendigen Platz zu schaffen.

Wenngleich mit dem neuen Logistikablauf jener gewählt wurde, der das einzige Potential einer zusätzlichen Flächeneinsparung hat, gibt es dennoch Teilalternativen in Bezug auf Ablauf und Anordnung. Diese verfügen nicht über das beschriebene Gesamtpotential, können aber weitere Alternativen für das Unternehmen offen legen. Diese Teilalternativen sind im nachfolgenden Abschnitt erläutert und ggf. grafisch dargestellt.

## **6.7 Alternativen für Ablauf und Anordnung**

### **Einleitung**

Im folgenden Abschnitt werden drei Alternativen vorgeschlagen, wie weitere Abläufe oder Anordnungen der bestellten Materialien umgesetzt werden können. Weiterhin wird dargelegt, dass keine weiteren Potentiale zur Flächenminimierung im PG 2 vorhanden sind. Somit sind die Abläufe und Anordnungen als alternative Gestaltung des PG 2 anzusehen. Für das Unternehmen bietet sie Möglichkeiten, wenn die Reduzierung nicht in dem Ausmaß angestrebt wird, wie sie im neuen Logistikablauf beschrieben wurde.

### **Alternative 1:**

#### **Sammelflächen für nicht verbrauchte Komponenten**

Wie im Ist-Stand dargestellt, besteht im neuen Logistikablauf ebenfalls die Option, die Komponenten zu sammeln und in geregelten Abständen zurückzuführen. In diesem

Fall werden Rolluntersätze mit Gitteraufsetzrahmen V-Ausschnitt empfohlen. Als Sammelfläche ist die Bereitstellfläche Lastenaufzug EG zu bevorzugen. Der Vorteil der sich ergibt, ist in erster Linie die Vermeidung von unnötigen Flächenbelegungen im Bereich der Produktion im 2.OG. Des Weiteren können im Zuge der Wagenrückführung (vgl. Kapitel 6.5, S. 96) spätere Zusatztransporte mit dem Lastenaufzug vermieden werden, indem die Materialien auf den Wagen verbleiben und erst im EG in die entsprechenden Gitteraufsetzrahmen einsortiert werden. Für die Rückführung werden die Gitteraufsetzrahmen, nach Erteilung eines Transportauftrags, mit ankommender Neuankunft getauscht und durch den Gabelstaplerfahrer zum PG 3 transportiert.

In Anlage 43, Seite 156 ist eine Alternativenanordnung für die Bereitstellfläche „Lastenaufzug EG“ einzusehen. Wird, trotz der Empfehlung, eine Sammelfläche auf der Lagerfläche „Becher“ angestrebt, ist für diese Variante eine mögliche Anordnung in Anlage 44, Seite 156 hinterlegt.

### **Alternative 2:**

#### **Auftragsbezogene Materialbestellung ohne zusätzliche Kommissionierung im PG 2**

Wird die auftragsbezogene Materialbestellung beibehalten, ist eine Alternative zum neuen Logistikablauf möglich. Dabei wird die vollständige Kommissionierung im WE/WEL durchgeführt. Die Kommissionierung erfolgt, wie unter Kapitel 6.2, Seite 86 beschrieben, in Gitteraufsetzrahmen V-Ausschnitt bzw. auf EP. Der Prozess des Kommissionierens auf der Anlieferfläche Logistik entfällt, sodass in den Rahmen exakt pro Auftrag zusammengestellt wird und es kein Sammeln gleicher Komponenten erlaubt (vgl. Kapitel 6.2, S. 86). Der Transport zum PG 2 sowie das Wechseln auf Rolluntersätze für den Innenbereich und der weitere Transport im PG 2 werden beibehalten. Die Bereitstellung der bestellten Materialien erfolgt auf der Lagerfläche „Becher“. Die dazugehörige Anordnung ist

abhängig von der zukünftigen Anzahl der kommissionierten Aufsetzrahmen pro Anlieferung. Aus diesem Grund entfällt die grafische Darstellung. Der Abtransport der Fertigwaren und die Rückführung der Hilfsmittel erfolgt nach dem neuen Logistikablauf.

### **Alternative 3:**

#### **Beibehaltung der vollständigen produktionsbezogenen Bestellung und Bereitstellung**

Wird, trotz der Neustrukturierung, die produktionsbezogene Materialbestellung und -bereitstellung beibehalten, ergibt sich in Ablauf und Anordnung folgendes Bild. Die

Auftragsauslösung erfolgt wie im Ist-Stand zweimal pro Tag für den ehemaligen Bereich GKL und drei- bis viermal für ehemals GKK. Die Kommissionierung erfolgt nach dem alten Schema auf Europaletten. Der Transport zum PG 2 wird ebenfalls nach dem Ist-Stand ablaufen. Für die anschließende Bereitstellung stehen für jeden ehemaligen Bereich separate Flächen zur Verfügung. Für den GKK sind nach wie vor die Fläche „Alu-Becher“ und die dazugehörigen Regale für die Kleinteile vorhanden und für den GKL ist die Lagerfläche „Becher“ vorbehalten (vgl. Anlage 2, S. 106).

Während die Alu-Becher weiterhin auf Paletten bereitzustellen sind, ist für die Becher des GKL eine Besonderheit zu beachten. Infolge der begrenzten Flächengröße von 66 m<sup>2</sup> und abhängig von dem Material, welches auf der Becherfläche gelagert wird, ist teilweise der Einsatz von Rolluntersätzen notwendig. Wird, wie in der Ist-Analyse im Kapitel 4.8, Seite 48 ermittelt, der Ist-Stand Gangbereich als Maßstab genommen, werden von den insgesamt 38 Stellplätzen 29 benötigt. Diese setzen sich aus 22 Stellplätzen für Becher (Festplatz und freie Platzvergabe) und sieben Stellplätze zum durchmesserbezogenen Sammeln der Becher (nicht verbrauchte Materialien) zusammen. Damit diese Anzahl auf der Fläche gelagert werden kann, muss der Rolluntersatz zum Einsatz kommen. Allein dieser ermöglicht aufgrund der geringeren Arbeitsgangbreite eine vollständige Lagerung aller 29 Europaletten auf der Lagerfläche „Becher“. Die dazugehörige Alternativenanordnung ist in Anlage 45, Seite 157 einzusehen. Die weiteren Stellplätze für Pappmüll, zum Sammeln der Europaletten, Verpackung und Karton Rücklieferung wurden in die Bereiche verlegt, in denen der Bedarf besteht (vgl. Anlage 3, S. 106).

Ist ein Einsatz ohne Rolluntersätze vorgesehen, verteilt sich die Anordnung der Paletten. Wie Anlage 46, Seite 157 zeigt, können nur noch die 22 Stellplätze für die Anlieferung bereitgehalten werden. Der Grund liegt in der benötigten Arbeitsgangbreite des Flurfördergerätes. Erfolgt dabei die Bereitstellung, wie im Ist-Stand, mit dem Elektrohubwagen, ist eine Arbeitsgangbreite von 2000 mm notwendig. Folglich führt das zu einem Platzmangel auf der Becherfläche. Zur Lösung dieses Problems kann nur die Verlagerung der sieben Sammelstellflächen für die nicht verbrauchten Becher empfohlen werden. Für die Verlagerung ist ebenfalls die Bereitstellfläche Lastenaufzug EG zu bevorzugen (vgl. Kapitel 6.7 „Alternative 1“, S. 101).

Die Rückführung der Rolluntersätze sowie der Abtransport der Fertigwaren erfolgt nach dem Muster des neuen Logistikablaufs (vgl. Kapitel 6.5, S. 96 ff.). Lediglich die Umlagerung der Rolluntersätze entfällt.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dieser Arbeit wird das Projekt, welches mit der flächenminimierenden und materialflussorientierten Neustrukturierung der Fertigung eines Elektronikfertigers begann (vgl. /HART-16/), abgeschlossen. Das ausgegebene Ziel dieser Diplomarbeit ist die Entwicklung von Konzepten zur Reduzierung des Logistikflächenbedarfs im Rahmen der Fertigungsneustrukturierung für die Firma ELECTRONICON Kondensatoren GmbH am Standort Keplerstraße.

An diesem Standort werden auf zwei Ebenen des 5-geschossigen Produktionsgebäudes 2 (PG 2) Kondensatoren für verschiedene Einsatzbereiche gefertigt. Im Erdgeschoss, dem Geschäftsbereich Kondensatoren Leistungskondensatoren (GKL), ist die Produktion auf zylindrische Großkondensatoren u.a. für Photovoltaik oder Windkraftanlagen ausgelegt. Wohingegen im 2.OG, dem Geschäftsbereich Kondensatoren Kleinkondensatoren (GKK), die Fertigung von Leuchten- und Motorkondensatoren für z.B. Waschmaschinen und Kleinelektronik erfolgt. Mit diesen zwei Geschäftsbereichen befasst sich der erste Teil dieser Diplomarbeit. Der zweite Teil, der betrachtet wird, ist die oberste Etage des PG 2. In diesem Bereich sind, aufgrund von Platzmangel im Gebäude, zwei Lager für Kauffolie und Wickel entstanden. Anders als bei den beiden Produktionsebenen, wo eine Reduzierung des Logistikflächenbedarfs das Ziel ist, ist in diesem Fall eine vollständige Beräumung angestrebt.

Damit entsprechende Lösungen erarbeitet werden konnten, war zu Beginn eine umfangreiche Ist-Analyse notwendig. Diese beinhaltete, neben einem Lageplan der Bereiche GKL und GKK inklusive Ablauf und Anordnung, den vollständigen Logistikablauf sowie die Aufnahme aller Logistikflächen in den entsprechenden Bereichen. Weiterhin wurden die Arbeitsgang- und Wegbreite ermittelt und die Dauer der Materialbereitstellung einer Analyse unterzogen. Während die ersten beiden Punkte direkt den Logistikflächenbedarf beeinflussen, ist der Punkt zur Ermittlung der Arbeitsgang- und Wegbreite aufgrund der baulichen Struktur des Erdgeschosses, dem eingesetzten Flurfördergerät und den dort angelegten Lagerflächen hervor gegangen. Der letzte Analysepunkt hingegen hatte keinen direkten Einfluss auf den Logistikflächenbedarf, bot dennoch Potentiale für eine Reduzierung der Logistikflächen.

Die anschließende Auswertung der Analyse brachte verschiedene Aspekte zum Vorschein. Demnach gab der Logistikablauf Aufschluss über Probleme, die sowohl den

Ablauf negativ beeinflussen als auch die Logistikflächen unnötig belasten. Die Logistikflächenanalyse offenbarte die Flächengröße und Anzahl der Lagerplätze für Europaletten bzw. die Anzahl der Kleinladungsträger auf den Europaletten. Weiterhin gibt dieser Teil Einblick in monatliche Kosten je Fläche sowie die für die Beräumung der obersten Ebene benötigten Flächenbedarfe. Im Teilabschnitt zur Ermittlung Arbeitsgang- und Wegbreitewurde, mittels zwei verschiedener Ausgangswerte, dargelegt, dass eine schnelle und adäquate Lösung gefunden werden muss. Diese Auswertung hatte einen sicherheitsrelevanten Hintergrund und war unabhängig von der geplanten Reduzierung zu betrachten. Für den letzten Analyseabschnitt wurden Prozesse und Tätigkeiten dokumentiert und beschrieben sowie dazugehörige Zeitmessungen durchgeführt. Des Weiteren wurden, über eine Dauer von elf Wochen, weitere Daten erfasst und ausgewertet. Diese waren erforderlich, um benötigte Durchschnitts- und Maximalwerte zu erhalten. Das abschließende Ergebnis ist eine Auswertung der Dauer der Materialbereitstellung in Abhängigkeit des eingesetzten Personals, der Bestellmenge und des Bestimmungsorts.

Nach Beendigung der Ist-Analyse wurden aus den gesammelten Daten, Werten und Erkenntnissen Lösungsmaßnahmen erarbeitet, die der Firma ELECTRONICON Kondensatoren GmbH, neben der geforderten Beräumung des 5.OG, einen neuen Logistikablauf präsentieren. Dabei handelt es sich um die Variante, die als einzige das Potential einer zusätzlichen Flächenreduzierung aufweist. Die Ablaufbeschreibung ist ähnlich der Ist-Analyse aufgebaut. Des Weiteren ist, zur Unterstützung und besseren Vorstellung, jeder Teilabschnitt zusätzlich mit einer Grafik dargestellt. Für die dazugehörigen Layoutentwürfe bildete die Vorzugsvariante der vorangegangenen Diplomarbeit die Grundlage. Diese Vorzugsvariante wurde nach Rücksprache mit dem Diplomanden und durch den Diplomanden freigegeben. Die daraus entwickelten Entwürfe werden als Lagepläne zu den Logistikflächen und -abläufen dargestellt.

Bevor eine endgültige Realisierung angestrebt wird, sind auf Grundlage der neuen Entwürfe, weitere Analysen wie beispielsweise neue Durchlauf- oder Kommissionierzeiten durchzuführen. Weiterhin sollten die Machbarkeit der organisatorischen Änderungen überprüft und notwendige Maßnahmen im Vorfeld abgeklärt werden. Erst nach Beendigung dieser Analysen können exakte Werte für benötigte Hilfsmittel berechnet, der Aufwand der organisatorischen Änderungen geplant und daraus folgend genaue Investitionskosten ermittelt werden.



## VI Quellenverzeichnis

- /ARNO-08/ **Arnold, D.** (Hrsg.); **Isermann, H.** (Hrsg.); **Kuhn, A.** (Hrsg.); **Tempelmeier, H.** (Hrsg.); **Furmans, K.** (Hrsg.): Handbuch Logistik. 3., neu bearb. Aufl. Berlin : Springer, 2008 (VDI-Buch)
- /ASTA-13/ **ASTA:** Ausschuss für Arbeitsstätten : ASR A1.3 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung (2013). URL [www.baua.de](http://www.baua.de) (zugegriffen am: 18.04.2016)
- /BODE-04/ **Bode, W. ; Preuß, R. W.:** Intralogistik in der Praxis : Komplettanbieter der Intralogistik ; [ein Fachbuch der STILL-Akademie]. Suhl : Wirtschafts Verl., 2004
- /BUND-16/ **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:** BAuA - Impressum / Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin : Verkehrswege - ASR A1.8. URL [http://www.baua.de/de/\\_Service/Impressum.html#doc678416bodyText6](http://www.baua.de/de/_Service/Impressum.html#doc678416bodyText6). – Aktualisierungsdatum: 03.04.16 (zugegriffen am: 03.04.2016)
- /ELBE-15/ **Elbetec GmbH & Co. KG:** Komplettregale - Elbetec GmbH & Co. KG. URL <http://www.elbetec.com/Shop/lagertechnik/palettenregale2/komplettregale/index.html>. – Aktualisierungsdatum: 16.01.15 (zugegriffen am: 03.04.2016)
- /ELEC-16/ **Electronicon:** ELECTRONICON Kondensatoren GmbH. URL <http://www.electronicon.com/> (zugegriffen am: 03.04.2016)
- /FEES-16/ **Feess, E. ; Krieger, W.:** Gabler Wirtschaftslexikon : Stichwort: Senke. URL <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/84141/senke-v10.html> (zugegriffen am: 17.02.2016)
- /GERA-07/ **Gera Stadt:** Weltweit konkurrenzfähig vom Standort Gera aus: Electronicon gehört zu den europäischen Marktführern. URL [https://www.gera.de/sixcms/detail.php?id=36926&\\_nav\\_id1=10226&\\_nav\\_id2=10227&\\_lang=en](https://www.gera.de/sixcms/detail.php?id=36926&_nav_id1=10226&_nav_id2=10227&_lang=en). – Aktualisierungsdatum: 24.05.16 (zugegriffen am: 24.05.2016)

- /HART-16/ **Hartenstein, S.:** Diplomaufgabe : Flächenminimierende sowie materialflussorientierte Neustrukturierung der Fertigung eines Elektronikfertigers. Zwickau, Westsächsische Hochschule Zwickau, Fakultät Automobil- und Maschinenbau. Diplomarbeit. 2016
- /HOCH-13/ **Hochsattel, S.:** "Den werden sie wohl immer brauchen ...": Eine kleine Chronik zu 75 Jahren Kondensatorenfertigung in Gera ; [1938 - 2013]. Gera : Electronicon Kondensatoren GmbH, 2013
- /HOMP-11a/ **Hompel, M. ten (Hrsg.); Heidenblut, V. (Hrsg.):** Taschenlexikon Logistik : Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen der wichtigsten Begriffe aus Materialfluss und Logistik. 3., bearb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011 (VDI-Buch)
- /HOMP-11b/ **Hompel, M. ten; Sadowsky, V.; Beck, M.:** Kommissionierung: Materialflusssysteme 2 - Planung und Berechnung der Kommissionierung in der Logistik. Berlin : Springer, 2011 (VDI-/Buch]
- /JUNG-14/ **Jungheinrich AG:** Betriebsanleitung EJE 110 / 116 / 118 / 120 (2014). URL <http://www.jungheinrich.de/betriebsanleitungen/51040400.pdf> (zugegriffen am: 13.01.2016)
- /JUNG-16/ **Jungheinrich PROFISHOP AG & Co. KG:** Arbeitsgangbreite für Stapler und Hubwagen. URL <http://www.jh-profishop.de/wiki/arbeitsgangbreite-fuer-stapler-und-hubwagen/> (zugegriffen am: 20.02.2016)
- /KOBY-12/ **Kobylka, A.:** innerbetriebliche TUL-Prozesse. Zwickau, Westsächsische Hochschule Zwickau, Institut für Produktionstechnik. Hochschulmitschrift. 22.02.2012
- /KRAM-12/ **Krampe, H. (Hrsg.):** Grundlagen der Logistik : Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme. 4., völlig neu bearb. und erw. Aufl. München : Huss-Verl., 2012 (Logistik Wissen)
- /KRIE-12/ **Krieger, W.:** Gabler Wirtschaftslexikon : Stichwort: Quelle. URL <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/84140/quelle-v8.html> (zugegriffen am: 17.02.2016)

- /MALE-16/ **Malewicz & Sohn GmbH & Co. KG:** Malewicz - Transportbehälter: Gitteraufsatzrahmen, Gitterbox, Gestelle, Paletten. URL <http://www.malewicz.de/> (zugegriffen am: 10.03.2016)
- /RIMO-14/ **RIMO Transportgeräte GmbH & Co. KG:** Rimo-Rolluntersätze-Milkrun (2014). URL [http://www.rimo.de/werk1/images/pdf/RIMO\\_EP\\_Milkrun.pdf](http://www.rimo.de/werk1/images/pdf/RIMO_EP_Milkrun.pdf) (zugegriffen am: 09.03.2016)
- /RIMO-16/ **RIMO Transportgeräte GmbH & Co. KG:** Rimo Transportgeräte. URL <http://www.rimo.de/werk1/> (zugegriffen am: 09.03.2016)
- /RÖDE-16/ **RÖDER HTS HÖCKER GmbH:** HTS Industrie Systemhallenbau. URL <http://www.hts-ind.de/> (zugegriffen am: 13.04.2016)
- /STAP-14/ **Stapler-Profishop:** DD Profishop. URL <https://www.stapler-profishop.de/> (zugegriffen am: 23.04.2016)
- /WANN-10/ **Wannenwetsch, H.:** Integrierte Materialwirtschaft und Logistik : Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion. 4., aktualisierte Aufl. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010 (Springer-Lehrbuch)

## VII Abbildungsverzeichnis

	<u>Seite</u>
Abbildung 2-1 Blocklager /HOMP-11a, S. 36/	5
Abbildung 2-2 Beispiel Prinzipskizze für Blockberechnung	7
Abbildung 2-3 Verkehrswegbreiten /BUND-16/	10
Abbildung 2-4 Zusammensetzung Arbeitsgangbreite (Ast) /JUNG-16/	11
Abbildung 3-1 Hauptkomponenten eines Kondensators	12
Abbildung 3-2 Kondensator MKPG gasgefüllt und MKP(D) ölgefüllt /ELEC-16/	13
Abbildung 3-3 Kondensator E62-3ph AC Filter /ELEC-16/	13
Abbildung 3-4 Kondensator E50 PK16 DC /ELEC-16/	14
Abbildung 3-5 Kondensator E51 AC/DC /ELEC-16/	14
Abbildung 3-6 Kondensator E63 DC /ELEC-16/	15
Abbildung 3-7 Kondensator E53 AC/DC /ELEC-16/	15
Abbildung 3-8 Kondensator E12/E33 Typ B /ELEC-16/	16
Abbildung 3-9 Kondensator E13 Typ B /ELEC-16/	16
Abbildung 3-10 Kondensator 280 MKP UHD ölgefüllt /ELEC-16/	17
Abbildung 3-11 Produktionsgebäude 2	17
Abbildung 3-12 Kondensatoren GKL /ELEC-16/	19
Abbildung 3-13 Gang GKL	20
Abbildung 3-14 Kondensatoren GKK /ELEC-16/	20
Abbildung 4-1 Anlieferpunkte PG 2	28
Abbildung 4-2 Logistikablauf Teil 1	29
Abbildung 4-3 Materialschleuse	30
Abbildung 4-4 Transport in Materialschleuse	30
Abbildung 4-5 Beschriftung Kartonage Becher	31
Abbildung 4-6 Europalette quer unterfahren GKL	32
Abbildung 4-7 Platzmangel zwischen Europaletten	32
Abbildung 4-8 Gangbereich mit Komponente "Becher"	35
Abbildung 4-9 Sammelfläche "Becher" nach Durchmesser	36
Abbildung 4-10 Logistikablauf Teil 2 GKL	38
Abbildung 4-11 Lastenaufzug	39
Abbildung 4-12 Logistikablauf Teil 2 GKK	43
Abbildung 4-13 Logistikfläche Gangbereich	48

---

Abbildung 4-14 Teilausschnitt Zugänge Produktionsräume	49
Abbildung 4-15 Elektro-Deichselhubwagen "EJE 116"	55
Abbildung 4-16 Prinzipskizze Gangbereich GKL	56
Abbildung 5-1 Unterschied Lagerung /BODE-04/	71
Abbildung 5-2 Unterschied Einlagerung /ELBE-15/	71
Abbildung 5-3 Zeichnung Feld Palettenregal	72
Abbildung 5-4 Lagerung Wickel auf Europalette	73
Abbildung 5-5 Fachbodenregal /BODE-04/	73
Abbildung 5-6 Varianten der Ein- und Auslagerung /KOBY-12/	74
Abbildung 5-7 Entscheidungsschema für die Ein- und Auslagerung /KOBY-12/	74
Abbildung 5-8 Zeichnung Fachbodenregal groß und klein	76
Abbildung 5-9 Rolluntersatz /RIMO-14/	77
Abbildung 5-10 Gitteraufsatzrahmen	78
Abbildung 5-11 Gitteraufsatzrahmen mit Tür /MALE-16/	78
Abbildung 5-12 Prinzipskizze PG 2 mit Vordach	79
Abbildung 5-13 Lagerzelt /RÖDE-16/	80
Abbildung 6-1 Materialbestellung und Kommissionierung	86
Abbildung 6-2 Auswahl Ladungsträger	87
Abbildung 6-3 Stapelung der Gitteraufsatzrahmen	89
Abbildung 6-4 Transport zwischen den Gebäuden	90
Abbildung 6-5 Materialtransport im PG 2	91
Abbildung 6-6 Kommissionierung und Bereitstellung Teil 1	92
Abbildung 6-7 Austausch Gitteraufsatzrahmen	93
Abbildung 6-8 Prinzipdarstellung Hinweiszettel	94
Abbildung 6-9 Transport in Ebene 2	94
Abbildung 6-10 Kommissionierung und Bereitstellung Teil 2	95
Abbildung 6-11 Rückführung Wagen und nicht verbrauchter Komponenten	96
Abbildung 6-12 Abtransport Fertigung	97

## VIII Tabellenverzeichnis

	<u>Seite</u>
Tabelle 1 Beispiel Blockrechnung	7
Tabelle 2 Mindestbreite der Wege für den Fußgängerverkehr /BUND-16/	8
Tabelle 3 Mindestmaße Randzuschlag und Begegnungszuschlag für $v \leq 20$ km/h /BUND-16/	9
Tabelle 4 Höhenvergleich am Beispiel Komponente "Becher"	19
Tabelle 5 Zeitmessung Kontrolle, Freigabe und Bereitstellung GKL	33
Tabelle 6 Zeitmessung Kontrolle, Freigabe und Bereitstellung GKL	41
Tabelle 7 Probleme Logistikablauf Teil 1	44
Tabelle 8 Probleme Logistikablauf Teil 2	45
Tabelle 9 Probleme Logistikablauf Teil 3	46
Tabelle 10 Kostenermittlung Logistikflächen	54
Tabelle 11 Berechnung Mindestwegbreite nach ASR A1.8 /BUND-16/	56
Tabelle 12 Ermittlung Bruttogangbreite und Berechnung Nettogangbreite	57
Tabelle 13 Vergleich der Ergebnisse Arbeitsgang- und Wegbreiten	57
Tabelle 14 Dauer Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker GKL	60
Tabelle 15 Ermittlung Prozesszeiten GKL	61
Tabelle 16 Gesamtprozessdauer Materialbereitstellung GKL	61
Tabelle 17 Dauer Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker GKK	62
Tabelle 18 Ermittlung Prozesszeiten GKK	62
Tabelle 19 Gesamtprozessdauer Materialbereitstellung GKK	63
Tabelle 20 Lager- und Logistikflächen neu	64
Tabelle 21 durchschnittlicher Flächenbedarf für Materialanlieferung	65
Tabelle 22 maximaler Flächenbedarf für Materialanlieferung	66
Tabelle 23 Auswirkung und Lösung auftragsbezogener Kommissionierung	68
Tabelle 24 Auswertung KLT Stellplätze nach Neustrukturierung	80
Tabelle 25 Ermittlung Nettolagerfläche für Wickel und Wickellagerung	81
Tabelle 26 Nettoflächen- und Kostenvergleich Ist-Stand und Neustrukturierung Wickellagerung	82
Tabelle 27 Entscheidungskriterien Umlagerung Lager Kauffolie	83
Tabelle 28 Lagerkostenvergleich PG 2 und PG 3 für Lager Kauffolie	84
Tabelle 29 Bereitstellung im Ladungsträger	88

---

Tabelle 30 Zeitaufnahme Kommissionierung Mischpalette Ebene 3	122
Tabelle 31 Zeitaufnahme Kommissionierung Mischpalette Ebene 5	123
Tabelle 32 Zeitaufnahme Kommissionierung Vollpalette Ebene 3	124
Tabelle 33 Zeitaufnahme Kommissionierung Vollpalette Ebene 5	124
Tabelle 34 Zeitaufnahme Beladung Lastenaufzug PG 3	126
Tabelle 35 Zeitaufnahme Entladung Lastenaufzug PG 3	127
Tabelle 36 Zeitaufnahme Transport vom PG 3 zum PG 2 GKL	128
Tabelle 37 Zeitaufnahme Transport vom PG 3 zum PG 2 GKK	128
Tabelle 38 Zeitaufnahme Transport Europalette in Materialschleuse PG 2	130
Tabelle 39 Zeitaufnahme Fahrt in das Erdgeschoss PG 2	131
Tabelle 40 Zeitaufnahme Beladung Lastenaufzug PG 2	132
Tabelle 41 Zeitaufnahme Fahrt in den GKK	133
Tabelle 42 Zeitaufnahme Entladung Lastenaufzug PG 2	134
Tabelle 43 Ermittlung Anzahl der Europaletten GKL und GKK pro Anlieferung	136
Tabelle 45 Verteilung zwischen Vollpalette und Mischpalette	138
Tabelle 46 Ermittlung Anzahl Vollpaletten und Mischpaletten pro Bestellung	139
Tabelle 47 Ermittlung Verteilung und Dauer der Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker GKL	142
Tabelle 48 Ermittlung Verteilung und Dauer der Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker GKK	143
Tabelle 49 Ermittlung Dauer Ladevorgang Lastenaufzug PG 3 GKL	145
Tabelle 50 Ermittlung Dauer Ladevorgang Lastenaufzug PG 3 GKK	145
Tabelle 51 Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3 GKL	146
Tabelle 52 Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3 GKK	146
Tabelle 53 Ermittlung Gesamttransportdauer zwischen PG 3 und PG 2 GKL	147
Tabelle 54 Ermittlung Gesamttransportdauer zwischen PG 3 und PG 2 GKK	147
Tabelle 55 Ermittlung Gesamtdauer Bereitstellung in Materialschleuse PG 2	147
Tabelle 56 Ermittlung Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug PG 2	148
Tabelle 57 Ermittlung Gesamtfahrzeiten Lastenaufzug in EG PG 2	149
Tabelle 58 Ermittlung Gesamtdauer Beladung Lastenaufzug	149

## IX Anlagenverzeichnis

	<u>Seite</u>
Anlage 1 Ist-Stand GKL/GKK	106
Anlage 2 Stellflächen neu	106
Anlage 3 Logistikablauf neu	106
Anlage 4 Lagerfunktionen nach /WANN-10/	106
Anlage 5 Auszug Materialbedarfsliste GKL	107
Anlage 6 Auszug Kommissionierauftrag	108
Anlage 7 Auszug Kommissionierauftrag mit kommissionierten Mehrbedarf	109
Anlage 8 Logistikfläche für Kartonagen GKL	110
Anlage 9 Logistikfläche für Europaletten GKL	110
Anlage 10 Logistikfläche für Rollwagen Pappmüll GKL	110
Anlage 11 Logistikfläche für Karton-Rückführung GKL	111
Anlage 12 Versorgungsleitungen Gangbereich GKL	111
Anlage 13 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Gangbereich GKL	112
Anlage 14 Logistikfläche für Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren Teil 1	113
Anlage 15 Logistikfläche für Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren Teil 2	113
Anlage 16 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Endkontrolle Leiko & LE-Kondensatoren	113
Anlage 17 Logistikfläche für Fertigware GKL	114
Anlage 18 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Fertigware GKL	114
Anlage 19 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Logistikfläche GKK	114
Anlage 20 Logistikfläche für Bereitstell- und Sammelplatz GKK	115
Anlage 21 Logistikfläche für Kartonage GKK	115
Anlage 22 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Kartonage GKK	115
Anlage 23 Logistikfläche für Becher GKK	116
Anlage 24 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Becher GKK	116
Anlage 25 Logistikfläche für Wickel GKK	116
Anlage 26 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Wickel GKK	117
Anlage 27 Logistikfläche für Kauffolie Ebene 5	117
Anlage 28 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Kauffolie	118
Anlage 29 Logistikfläche für Wickellager Ebene 5	120
Anlage 30 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Wickellager	120



---

Anlage 31 Ermittlung und Berechnung der Prozesszeiten für den Gesamtprozess Materialbereitstellung	121
Anlage 32 Beladung Lastenaufzug PG 3	125
Anlage 33 Auto CAD Zeichnung Palettenregale Produktion	150
Anlage 34 Auto CAD Zeichnung Fachbodenregal Produktion	151
Anlage 35 Stapelbarkeit Rolluntersatz /RIMO-16/	151
Anlage 36 Hinweisschild "W014 Warnung vor Flurförderzeugen" /ASTA-13/	152
Anlage 37 Prinzip Gitteraufsetzrahmen gestapelt /STAP-14/	152
Anlage 38 Auto CAD Zeichnung der Bereitstellfläche Lastenaufzug 2. OG mit Wagen	153
Anlage 39 Auto CAD Zeichnung der Bereitstellfläche Lastenaufzug EG mit Wagen	154
Anlage 40 Fertigware auf Rollwagen	154
Anlage 41 Auto CAD Zeichnung der Bereitstellfläche Fertigware	155
Anlage 42 Auto CAD Zeichnung der Lagerfläche Becher und Montage PK-Kondensatoren	155
Anlage 43 Auto CAD Zeichnung der Sammelfläche nicht verbrauchter Komponenten auf der Fläche Lastenaufzug EG	156
Anlage 44 Auto CAD Zeichnung der Sammelfläche nicht verbrauchter Komponenten auf der Lagerfläche Becher	156
Anlage 45 Auto CAD Zeichnung der Lagerfläche Becher mit 29 Stellplätzen	157
Anlage 46 Auto CAD Zeichnung der Lagerfläche Becher mit 22 Stellplätzen	157

Anlage 1 Ist-Stand GKL/GKK

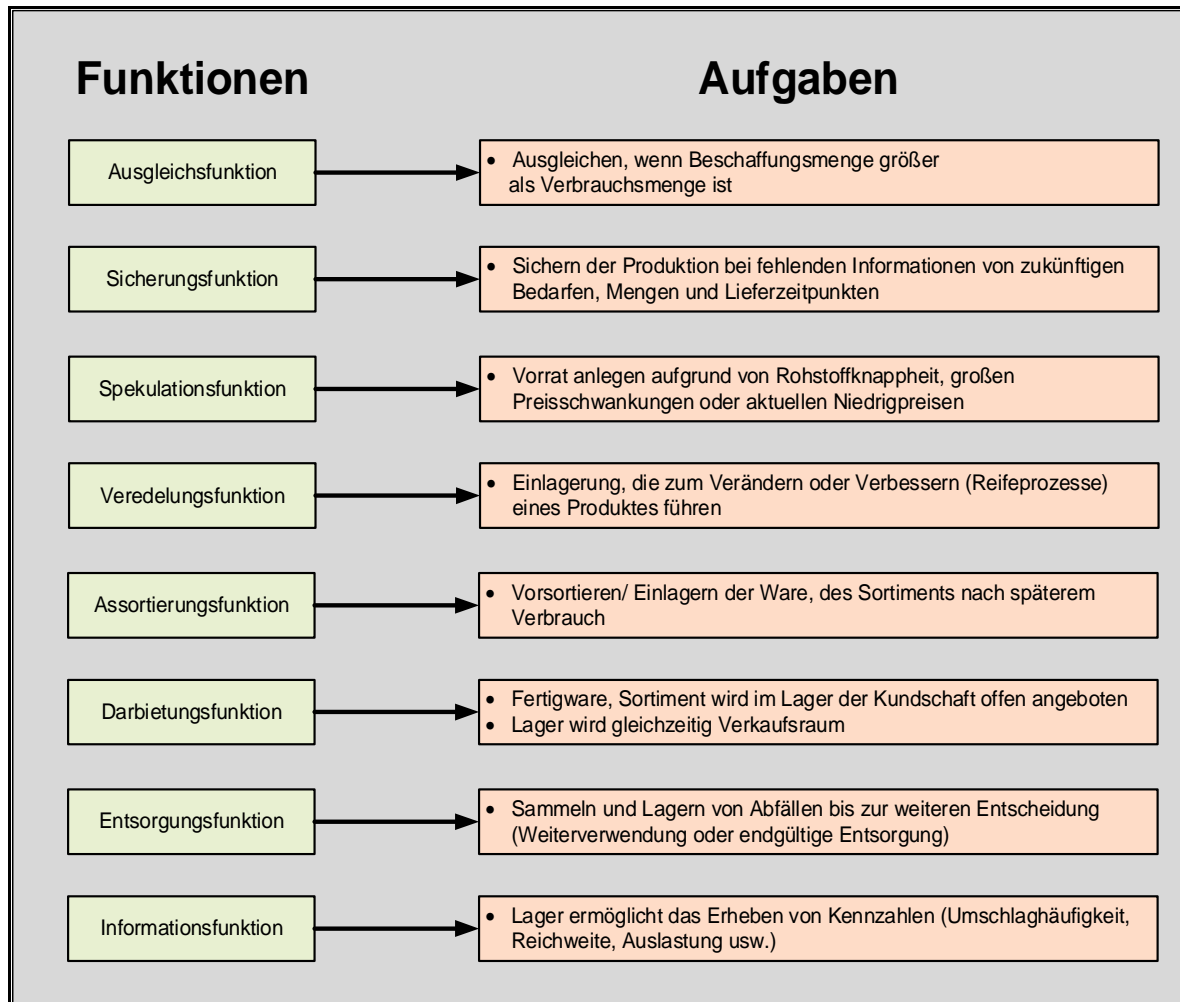
Zusatzordner

Anlage 2 Stellflächen neu

Zusatzordner

Anlage 3 Logistikablauf neu

Zusatzordner

**Anlage 4 Lagerfunktionen nach /WANN-10/**

## Anlage 5 Auszug Materialbedarfsliste GKL

Materialbereitstellung Nachschubelemente		Seite 1	
Selektionshorizont: 31.12.9999		<b>bestellte Menge</b>	
Sicht: Lagerortebene		<b>gelieferte Menge</b>	
Ersteller: [REDACTED]			
Druckdatum: 08.10.2015 07:30:31			
Material	Materialkurztext		BerMg
02109.015-33.1	RLot 1,5 mm Sn99Cu1 F-SW 2.1.2/25 Hast.		48,000 ✓
02110.015-32.1	RLot 1,5 mm Sn99Cu1 F-SW 32 Kolo <i>ola</i>		10,000 ✓
03438.150-11.9	Klebeband Polyester 0,08x50mm 66m gelb		1.584 ✓
03605.003-06.5	WEVONAT 300 / Härter Fass		250,000 ✓
03605.016-50.0	WEVO-Vergußmasse PU 552 FL/5 schwarz		40,000 ✓
05520.014-03.2	Mutter (halb) M10 MSverzinkt DIN 439		3.000 ✓
05525.107-11.2	Scheibe 10.5A MS verzinkt DIN 125	3165	3.000 ✓
08462.115-42.0	Wellpappiring 1150x 750x 420 geschlossen		6 ✓
08462.200-01.7	Karton 0200 1150x 750x1000mm VDW2.95FB21		3 ✓
200.027-02503	Druckscheibe ø 89 Langloch+Aussp. PSP2,0		900 ✓
200.027-02505	Druckscheibe ø110 Langloch+Aussp. PSP2,0		500 ✓
200.401-022038	Isolierseg.180° UL PK16a HostacomPPR4170		1.000 ✓
200.401-022041	Isolierseg 180° UL PK85i 45°Hostacom PPR		2.500 ✓
200.403-022006	Isolierkappe ø 113,1 LATER 4 G/30		1.000 ✓
200.403-022016	Isolierkappe ø113,1 m.Lø45 LATER 4 G/30		1.000 ✓
200.550-020120	Zugbügel kompl. f.RK43A T20 ISR 87776.1		5.000 ✓
201.00W-116148	Becher 116,0x148,5mm AL99,5 Bohr.2xø19BB	640	600 ✓
201.015-095286	Becher 95,0mmx286,0mm AL99,5 M12x16	200	192 ✓
201.015-116235	Becher 116,0mmx235,5mm AL99,5 M12x16		480 ✓
207.275-021104	Unterteil Loch-ø13mm, 3x Loch-ø23mm h=20		1.500 ✓
207.275-021301	Obert. f. 3xRK43/80A-L/S KD C2/6 PK h=58		1.125 ✓
209.950-01202	Beutel M12 2 Halbmutter + Zahnscheibe		500 ✓
209.950-01203	Beutel M12 3 Halbmutter + Zahnscheibe		500 ✓
275.148-02041	Gehäuse für RK 43A, schwarz		500 ✓
Z50.N00-01011	SA iM6x10 N5 ø12 l=15 1xBand 50x10x0,3		600 ✓
Z50.N00-01012	SA iM6x10 N5 ø12 l=15 2xBand 155x10x0,3		900 ✓
Z50.R00-02012	Deckel -PK16 außen NT Lochabst.50	648	600 ✓

## Anlage 6 Auszug Kommissionierauftrag

Transportauftrag 0000854326  
Materialbeleg 4901003869

17.12.2015 Seite 1

**Bestimmungsort**Materialbereitstellung nach **31 PL GKK Montage L** angefragt von [REDACTED]

Versandstelle:  
Lieferschein: Kundennummer:  
Warenempfänger:  
Empfängerland/ort:  
Incoterms:

Material..... Charge.... B Pos. T Typ Lagerplatz Sollmenge..... Meh

02109.016-33.7	0001	V 01	03I9	278,000	KG
RLot 1,6 mm Sn99.3Cu0.7 F-SW HC33 2kg-		N 921	TRANSFER	24,000	
		R 01	03I9	254,000	

Zollnummer: 83113000

02203.008-12.0	0002	V 01	04B7	13,500	KG
Cu-Draht verz. 0,8mm E-Cu58 F21-V5 464		N 921	TRANSFER	13,500	

Zollnummer: 74081910

02203.008-12.0	0003	V 01	04A9	144,900	KG
Cu-Draht verz. 0,8mm E-Cu58 F21-V5 464		N 921	TRANSFER	2,500	
		R 01	04A9	142,400	

Zollnummer: 74081910

03605.003-06.0	0004	V 01	3-13X1	400,000	KG
WEVO-Rizinusölpaste Typ 7030 EP4		N 921	TRANSFER	400,000	

Zollnummer: 39095090

**verfügbare Menge**

200.403-021012	0005	V 01	5-02C4	65.000	ST
Deck-Isokappe ø 25mm LATER 4 G/30 PBT		N 921	TRANSFER	20.000	
		R 01	5-02C4	45.000	

**Materialnummer****bestellte Menge**

200.403-021022	0006	V 01	5-0502	31.800	ST
Boden-Isokappe ø 25mm LATER 4 G/20 PBT		N 921	TRANSFER	15.900	
		R 01	5-0502	15.900	

Zollnummer: 85329000

**Restmenge**

201.001-025067	0007	V 01	5-07H2	2.000	ST
Becher 25,0mmx 67,0mm Al99,5 M 8x10		N 921	TRANSFER	2.000	

Zollnummer: 85329000

201.001-025067	0008	V 01	5-10M6	19.200	ST
Becher 25,0mmx 67,0mm Al99,5 M 8x10		N 921	TRANSFER	9.200	
		R 01	5-10M6	10.000	

**Materialkurztext**

201.001-025087	0009	V 01	5-02H2	3.000	ST
Becher 25,0mmx 87,0mm Al99,5 M 8x10		N 921	TRANSFER	3.000	

Zollnummer: 85329000

Kommissionierer \_\_\_\_\_ Kontrolleur \_\_\_\_\_

Anlage 7 Auszug Kommissionierauftrag mit kommissionierten Mehrbedarf

Transportauftrag 0000877652  
 Materialbeleg 4901026118

27.01.2016 Seite 3

bestellte Menge

kommissionierte Menge

Material..... Charge.... B Pos. T Typ Lagerplatz Sollmenge..... Meh

Politrix D50 0,15mm Art.Nr.1315100/	27	N 921	TRANSFER	19,9	14,000	✓
Zollnummer: 48114120		R 01	09R5		45,700	✓
08439.020-01.0	0020	V 01	2-E70		250,000	KG
PSP 2.00x 1000x1000mm PSP3010		N 921	TRANSFER X X		50,000	✓
Zollnummer: 48059380		R 01	2-E70		200,000	
08439.020-15.0	0021	V 01	09R4		55,9	55,900
Politrix D100 0,20mm Art.Nr.13-D100/	1	N 921	TRANSFER		47,000	✓
Zollnummer: 48043180		R 01	09R4		8,900	✓
08440.050-02.5	0022	V 01	09D5		106,750	KG
Polipress D/50 0,25mm	Breite: 102	N 921	TRANSFER	53,375	45,000	✓
Zollnummer: 48043180		R 01	09D5		61,750	✓
08462.756-12.0	0023	V 01	08P2		34	ST
Zuschnitt 1200x756 1.2B 40mmNoppenscha		N 921	TRANSFER	6	5	✓
Zollnummer: 39239000		R 01	08P2		29	✓
200.033-02303	0024	V 01	10G3		3000	6.000
Anschlußstück m.Düse ø4,4 einseitig Löt		N 921	TRANSFER		2.000	✓
Zollnummer: 85329000		R 01	10G3		1.000	✓
200.033-02304	0025	V 01	10G4		1500	1.500
Anschlußstück m.Düse ø4,4 beidseitig Lö		N 921	TRANSFER		200	✓
Zollnummer: 85329000		R 01	10G4		1.300	✓
200.044-01016	0026	V 01	05K8		335	1.595
Öldichter Anschluß K=54 ø14/17 M10x24		N 921	TRANSFER		200	✓
Zollnummer: 85471000		R 01	05K8		1.295	✓
200.044-01017	0027	V 01	05G8		1064	1.064
Öldichter Anschluß K=20 ø14/17 M10x24		N 921	TRANSFER		600	✓
Zollnummer: 85471000		R 01	05G8		464	✓
200.050-02004	0028	V 01	05S8			280
SA iM 6x5 NE ø12 /SW12	l=10,9 a	N 921	TRANSFER			280

Kommissionierer \_\_\_\_\_ Kontrolleur \_\_\_\_\_

**Anlage 8 Logistikfläche für Kartonagen GKL**



**Anlage 9 Logistikfläche für Europaletten GKL**



**Anlage 10 Logistikfläche für Rollwagen Pappmüll GKL**



**Anlage 11 Logistikfläche für Karton-Rückführung GKL**



**Anlage 12 Versorgungsleitungen Gangbereich GKL**



Anlage 13 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Gangbereich GKL

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	4	1,20	4,80	Europaletten	1	0,80	0,80	4
Manipulationsabstände	5	0,10	0,50	Manipulationsabstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			5,30	Summe			1,00	5,30
Block 2								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	1,20	2,40	Europaletten	1	0,80	0,80	2
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			2,70	Summe			1,00	2,70
Block 3								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	4	1,20	4,80	Europaletten	1	0,80	0,80	4
Manipulationsabstände	5	0,10	0,50	Manipulationsabstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			5,30	Summe			1,00	5,30
Block 4								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	7	1,20	8,40	Europaletten	1	0,80	0,80	7
Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Manipulationsabstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			9,20	Summe			1,00	9,20
Block 5								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	13	1,20	15,60	Europaletten	1	0,80	0,80	13
Manipulationsabstände	14	0,10	1,40	Manipulationsabstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			17,00	Summe			1,00	17,00
Block 6								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	8	1,20	9,60	Europaletten	1	0,80	0,80	8
Manipulationsabstände	9	0,10	0,90	Manipulationsabstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			10,50	Summe			1,00	10,50
Gesamtanzahl Europaletten bzw. Stellplätze								38
Gesamt Nettolagerfläche "Gangbereich GKL" [m <sup>2</sup> ]								50,00



## Anlage 14 Logistikfläche für Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren Teil 1



## Anlage 15 Logistikfläche für Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren Teil 2



## Anlage 16 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Endkontrolle Leiko &amp; LE-Kondensatoren

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	1	1,20	1,20	2
Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>1,90</b>			<b>Summe</b>	<b>1,40</b>	<b>2,66</b>
Block 2								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	1	1,20	1,20	1
Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>1,00</b>			<b>Summe</b>	<b>1,40</b>	<b>1,40</b>
Block 3								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	6	0,80	4,80	Europaletten	1	1,20	1,20	6
Manipulations-abstände	7	0,10	0,70	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>5,50</b>			<b>Summe</b>	<b>1,40</b>	<b>7,70</b>
<b>Gesamtanzahl Europaletten bzw. Stellplätze</b>								<b>9</b>
<b>Gesamt Nettolagerfläche "Endkontrolle Leiko und LE-Kondensatoren" [m<sup>2</sup>]</b>								<b>11,76</b>

## Anlage 17 Logistikfläche für Fertigware GKL



## Anlage 18 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Fertigware GKL

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	5	0,80	4,00	Europaletten	1	1,20	1,20	5
Manipulations-abstände	6	0,10	0,60	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>4,60</b>			<b>Summe</b>	<b>1,40</b>	<b>6,44</b>
<b>Gesamtanzahl Europaletten bzw. Stellplätze</b>								<b>5</b>
<b>Gesamt Nettolagerfläche "Fertigware" [m<sup>2</sup>]</b>								<b>6,44</b>

## Anlage 19 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Logistikfläche GKK

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	2	1,20	2,40	2
Manipulations-abstände	1	0,10	0,10	Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>0,90</b>			<b>Summe</b>	<b>2,70</b>	<b>2,43</b>
Block 2								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	4	0,80	3,20	Europaletten	6	1,20	7,20	24
Manipulations-abstände	5	0,10	0,50	Manipulations-abstände	7	0,10	0,70	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>3,70</b>			<b>Summe</b>	<b>7,90</b>	<b>29,23</b>
Block 3								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	3	1,20	3,60	3
Manipulations-abstände	1	0,10	0,10	Manipulations-abstände	4	0,10	0,40	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>0,90</b>			<b>Summe</b>	<b>4,00</b>	<b>3,60</b>
<b>Gesamtanzahl Europaletten bzw. Stellplätze</b>								<b>29</b>
<b>Gesamt Nettolagerfläche "Logistikfläche GKK" [m<sup>2</sup>]</b>								<b>35,26</b>

## Anlage 20 Logistikfläche für Bereitstell- und Sammelplatz GKK



## Anlage 21 Logistikfläche für Kartontage GKK



## Anlage 22 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Kartontage GKK

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	3	0,80	2,40	Europaletten	2	1,20	2,40	6
Manipulations-abstände	4	0,10	0,40	Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>2,80</b>			<b>Summe</b>	<b>2,70</b>	<b>7,56</b>
(Einzelplatz)								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	1	1,20	1,20	1
Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>1,00</b>			<b>Summe</b>	<b>1,40</b>	<b>1,40</b>
<b>Gesamtanzahl Europaletten bzw. Stellplätze</b>								<b>7</b>
<b>Gesamt Nettolagerfläche "Kartontage GKK" [m<sup>2</sup>]</b>								<b>8,96</b>

Anlage 23 Logistikfläche für Becher GKK



Anlage 24 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Becher GKK

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	3	0,80	2,40	Europaletten	1	1,20	1,20	3
Manipulations-abstände	4	0,10	0,40	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>2,80</b>			<b>Summe</b>	<b>1,40</b>	<b>3,92</b>
Block 2								
Nebeneinander	Anzahl	Breite	Gesamt-	Hintereinander	Anzahl	Länge	Gesamt-	Anzahl Euro-
Europaletten	3	0,80	2,40	Europaletten	1	1,20	1,20	3
Manipulations-abstände	4	0,10	0,40	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
		<b>Summe</b>	<b>2,80</b>			<b>Summe</b>	<b>1,40</b>	<b>3,92</b>
<b>Gesamtanzahl Europaletten bzw. Stellplätze</b>								<b>6</b>
<b>Gesamt Nettolagerfläche "Becher GKK" [m<sup>2</sup>]</b>								<b>7,84</b>

Anlage 25 Logistikfläche für Wickel GKK



Anlage 26 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Wickel GKK

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	1	1,20	1,20	2
Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			1,40	2,66
Block 2								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	1	1,20	1,20	1
Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,00	Summe			1,40	1,40
Block 3								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	1	1,20	1,20	1
Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Manipulations-abstände	2	0,10	0,20	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,00	Summe			1,40	1,40
Gesamtanzahl Europaletten bzw. Stellplätze								4
Gesamt Nettolagerfläche "Wickel GKK" [m <sup>2</sup> ]								5,46

Anlage 27 Logistikfläche für Kauffolie Ebene 5



Anlage 28 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Kauffolie

Block 1 - E 501								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	1,05	1,05	Europaletten	8	1,05	8,40	8
Manipulationsabstände	1	0,10	0,10	Manipulationsabstände	9	0,10	0,90	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,15	Summe			9,30	10,70
Block 1 - E 502								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	7	1,20	8,40	7
Manipulationsabstände	2	0,10	0,20	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,00	Summe			9,20	9,20
Block 2 - Blockzeile E 503 und E 504								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	7	1,20	8,40	14
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			9,20	17,48
Block 3 - Blockzeile E 505 und E 506								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	7	1,20	8,40	14
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			9,20	17,48
Block 4 - Blockzeile E 507 und E 508								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	7	1,20	8,40	14
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			9,20	17,48
Block 5 - Blockzeile Q 501 und Q 502								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	2	1,20	2,40	4
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			2,70	5,13
Block 6 - Blockzeile Q 503 und Q 504								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	2	1,20	2,40	4
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			2,70	5,13

## Weiter Tabelle: Berechnung der Nettolagerfläche Kauffolie

Block 7 - E 509								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	3	1,20	3,60	3
Manipulationsabstände	1	0,10	0,10	Manipulationsabstände	4	0,10	0,40	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			0,90	Summe			4,00	3,60
Block 7 - E 510								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	1	0,80	0,80	Europaletten	7	1,20	8,40	7
Manipulationsabstände	2	0,10	0,20	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,00	Summe			9,20	9,20
Block 8 - Blockzeile E 511 und E 512								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	7	1,20	8,40	14
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			9,20	17,48
Block 9 - Blockzeile E 513 und E 514								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	7	1,20	8,40	14
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			9,20	17,48
Block 10 - Blockzeile E 515 und E 516								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	7	1,20	8,40	14
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			9,20	17,48
Block 11 - Blockzeile E 517 und E 518								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	7	1,20	8,40	14
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			9,20	17,48
Block 12 - Blockzeile E 519 und E 520								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	2	0,80	1,60	Europaletten	7	1,20	8,40	14
Manipulationsabstände	3	0,10	0,30	Manipulationsabstände	8	0,10	0,80	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			1,90	Summe			9,20	17,48
Gesamtanzahl Sonderpaletten Stellplätze								8
Gesamtanzahl Europaletten ungestapelt bzw. Stellplätze								137
Gesamt Nettolagerfläche "Kauffolie" [m <sup>2</sup> ]								182,80

## Anlage 29 Logistikfläche für Wickellager Ebene 5



## Anlage 30 Tabelle Berechnung der Nettolagerfläche Wickellager

Block 1								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	6	0,80	4,80	Europaletten	2	1,20	2,40	12
Manipulations-abstände	7	0,10	0,70	Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			5,50	Summe			2,70	14,85
Block 2								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	6	0,80	4,80	Europaletten	2	1,20	2,40	12
Manipulations-abstände	7	0,10	0,70	Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			5,50	Summe			2,70	14,85
Block 3								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	6	0,80	4,80	Europaletten	2	1,20	2,40	12
Manipulations-abstände	7	0,10	0,70	Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			5,50	Summe			2,70	14,85
Block 4								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	6	0,80	4,80	Europaletten	2	1,20	2,40	12
Manipulations-abstände	7	0,10	0,70	Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			5,50	Summe			2,70	14,85
Block 5								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	6	0,80	4,80	Europaletten	2	1,20	2,40	12
Manipulations-abstände	7	0,10	0,70	Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			5,50	Summe			2,70	14,85
Block 6								
Nebeneinander	Anzahl	Breite Last [m]	Gesamt-breite [m]	Hintereinander	Anzahl	Länge Last [m]	Gesamt-länge [m]	Anzahl Europaletten/Block
Europaletten	6	0,80	4,80	Europaletten	2	1,20	2,40	12
Manipulations-abstände	7	0,10	0,70	Manipulations-abstände	3	0,10	0,30	Fläche pro Block [m <sup>2</sup> ]
Summe			5,50	Summe			2,70	14,85
Gesamtanzahl Europaletten bzw. Stellplätze								72
Gesamt Nettolagerfläche "Wickel" [m <sup>2</sup> ]								89,10



## **Anlage 31 Ermittlung und Berechnung der Prozesszeiten für den Gesamtprozess Materialbereitstellung**

### **Prozess „Kommissionierung Mischpalette PG 3“**

In diesem Teilprozess wird die Kommissionierung von Mischpaletten im WE/WEL durchgeführt. Hierbei werden zwar Ebene 3 und Ebene 5 gemeinsam beschrieben, aufgrund der Abweichung im Endergebnis jedoch separat dargestellt. Der Ablauf gestaltet sich dabei folgendermaßen: Der Logistikmitarbeiter hat den Kommissionierauftrag erhalten, durchgeschaut und sich zu einem Flurfördergerät (FFG) begeben. Mit dem Weg zum Sammelplatz der Europaletten beginnt die erste Zeitmessung und endet mit der Aufnahme einer Palette<sup>45</sup>. Die nächste Messung ist die Fahrt vom Sammelplatz zur ersten Kommissionierposition. Ist der Mitarbeiter dort angekommen, startet die nächste Zeitaufnahme. Sie beinhaltet den vollständigen Kommissioniervorgang einer Position. Das bedeutet:

- (ggf. vorher Heben der benötigten Materialien vom Lagerplatz in den Griffbereich)
- Suchen des richtigen Materials bei unterschiedlichen vielen Artikeln auf einer Europalette
- Zählen und Greifen der erforderlichen Menge
- Ablegen der kommissionierten Menge auf der Europalette
- Vermerken der „neuen“ Restmenge auf der Kartonage des eben benötigten Materials
- (ggf. Zurückheben der Materialien auf den entsprechenden Lagerplatz)
- Vermerken von Abweichungen zwischen benötigter und kommissionierter Menge auf dem Kommissionierauftrag
- Sichten der nächsten Position

Ist das nächste Ziel bekannt, endet diese Zeitmessung und startet zugleich die Zeitaufnahme bis zum Ankommen bei der nächsten Kommissionierposition. Demnach wird wieder die Zeit des Kommissioniervorgangs gemessen. Diese Vorgänge wiederholen sich so lange, bis eine Europalette voll ist oder der Auftrag beendet ist. Die Messungen,

---

<sup>45</sup> nur in der Ebene 3

die einen kompletten Durchgang beenden, ergeben sich aus dem Weg von der letzten Position zum Bereitstellplatz vor dem Lastenaufzug und dem Abstellen der Europalette. In Abhängigkeit von der Anzahl der Positionen, der Entnahmeebene und –menge ergeben sich nach zehn Versuchen folgende Werte, die in den Tabellen 30 und 31, Seite 123 ersichtlich sind.

Tabelle 30 Zeitaufnahme Kommissionierung Mischpalette Ebene 3

Mischpalette Ebene 3	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aufnahme Europalette [s]	4,35	5,41	3,67	25,78	20,49	18,32	1,00	22,42	10,48	8,45
Weg zur Kommissionierposition 1 [s]	15,56	17,28	33,78	16,35	24,14	28,81	17,26	36,77	21,51	39,49
(Entnahmeebene)	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
Kommissionieren Position 1 [s]	78,88	12,78	242,95	32,45	25,95	111,36	35,99	78,89	62,78	77,81
Weg zur Kommissionierposition 2 [s]	6,53	11,30		12,28	18,24	28,41		32,45	45,72	15,55
(Entnahmeebene)	1	1		1	1	3		2	3	1
Kommissionieren Position 2 [s]	67,34	33,81		54,84	26,63	209,26		93,56	155,82	40,16
Weg zur Kommissionierposition 3 [s]	5,56	24,35		14,80	13,84	50,78		47,59	27,23	24,86
(Entnahmeebene)	1	3		1	1	1		1	3	1
Kommissionieren Position 3 [s]	29,85	120,86		37,72	28,68	57,86		111,23	134,92	75,14
Weg zur Kommissionierposition 4 [s]	10,51	15,95		23,76	25,18			22,65	16,76	23,22
(Entnahmeebene)	1	3		3	2			3	1	3
Kommissionieren Position 4 [s]	48,28	92,17		97,04	104,82			107,18	26,94	111,53
Weg zur Kommissionierposition 5 [s]	31,17	18,44		22,06	14,07			32,09	44,10	40,01
(Entnahmeebene)	1	2		1	1			1	1	2
Kommissionieren Position 5 [s]	53,42	122,93		54,62	63,76			48,52	54,52	97,33
Weg zur Kommissionierposition 6 [s]	8,75	10,09		5,43	8,52			58,31	25,98	13,24
(Entnahmeebene)	1	1		1	1			2	2	2
Kommissionieren Position 6 [s]	40,86	51,76		29,79	49,21			88,45	81,84	96,40
Weg zur Kommissionierposition 7 [s]	21,67	23,66		23,18	1,00			41,30	36,30	18,77
(Entnahmeebene)	1	1		2	1			3	1	1
Kommissionieren Position 7 [s]	24,23	40,24		95,13	94,11			144,73	27,43	50,52
Weg zur Kommissionierposition 8 [s]	4,84	15,52		26,56	16,08				27,36	23,18
(Entnahmeebene)	2	1		1	1				2	1
Kommissionieren Position 8 [s]	102,45	19,48		55,16	63,39				93,12	48,28
Weg zur Kommissionierposition 9 [s]	25,34	34,45							38,83	
(Entnahmeebene)	1	1							1	
Kommissionieren Position 9 [s]	32,45	56,85							61,44	
Weg zur Kommissionierposition 10 [s]									27,39	
(Entnahmeebene)									1	
Kommissionieren Position 10 [s]									45,66	
Weg zum Lastenaufzug [s]	32,45	36,90	43,71	17,68	24,88	38,47	42,52	32,92	15,23	20,73
Abstellen vor Lastenaufzug [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gesamtzeit pro kommissionierter Palette [s]	645,49	765,23	325,11	645,63	623,99	544,27	97,77	1000,06	1082,36	825,67
Gesamtzeit pro kommissionierter Palette [min:s]	0:10:45	0:12:45	0:05:25	0:10:46	0:10:24	0:09:04	0:01:38	0:16:40	0:18:02	0:13:46
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:11:00	0:13:00	0:05:30	0:11:00	0:10:30	0:09:30	0:02:00	0:17:00	0:18:30	0:14:00
Anzahl Komm.-Aufträge pro Palette [Stk.]	9	9	1	8	8	3	1	7	10	8
Gesamtzeit pro Komm.-Auftrag [min:s]	0:01:13	0:01:27	0:05:30	0:01:23	0:01:19	0:03:10	0:02:00	0:02:26	0:01:51	0:01:45
Gesamtzeit pro Komm.-Auftrag gerundet [min]	0:01:30	0:01:30	0:05:30	0:01:30	0:01:30	0:03:30	0:02:00	0:02:30	0:02:00	0:02:00
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:11:12	gerundet [min:s]		0:12:00						
Ø Zeit/Komm.-Auftrag [min:s]	0:02:21	gerundet [min:s]		0:03:00						

Wie aus der Tabelle 30 ersichtlich, beträgt die durchschnittliche Kommissionierzeit pro Europalette in der Ebene 3 des WE/WEL ca. 12 Minuten.

Tabelle 31 Zeitaufnahme Kommissionierung Mischpalette Ebene 5

Mischpalette Ebene 5	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Weg zur Kommissionierposition 1 [s]	38,96	20,53	16,54	7,66	22,37	20,51	8,38	41,59	31,11	17,28
(Entnahmeebene)	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2
Kommissionieren Position 1 [s]	30,60	51,33	147,54	31,70	112,33	55,68	35,36	39,42	64,74	164,34
Weg zur Kommissionierposition 2 [s]	16,85	6,00	24,17	22,86	26,12	15,07	31,00	28,03	11,03	7,56
(Entnahmeebene)	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1
Kommissionieren Position 2 [s]	14,00	140,79	144,02	32,45	126,16	133,45	120,60	99,75	135,30	45,28
Weg zur Kommissionierposition 3 [s]	47,59	14,60		9,24	22,12	31,77	21,95	18,99	16,01	14,27
(Entnahmeebene)	1	2		2	2	1	2	1	1	1
Kommissionieren Position 3 [s]	29,38	150,73		79,92	140,37	161,99	133,81	44,58	33,41	131,08
Weg zur Kommissionierposition 4 [s]	8,25			20,90		11,47		16,57		
(Entnahmeebene)	1			1		2		1		
Kommissionieren Position 4 [s]	14,30			22,36		134,46		69,52		
Weg zur Kommissionierposition 5 [s]						9,87		15,23		
(Entnahmeebene)						2		1		
Kommissionieren Position 5 [s]						138,15		23,27		
Weg zum Lastenaufzug [s]	31,83	35,96	37,21	33,69	35,62	39,62	37,47	36,01	35,57	32,27
Abstellen vor Lastenaufzug [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gesamtzeit pro kommissionierter Palette [s]	232,76	420,94	370,48	261,78	486,09	753,04	389,57	433,96	328,17	413,08
Gesamtzeit pro kommissionierter Palette [min:s]	0:03:53	0:07:01	0:06:10	0:04:22	0:08:06	0:12:33	0:06:30	0:07:14	0:05:28	0:06:53
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:04:00	0:07:30	0:06:30	0:04:30	0:08:30	0:13:00	0:06:30	0:07:30	0:05:30	0:07:00
Anzahl Komm.-Aufträge pro Palette [Stk.]	9	9	1	8	8	3	1	7	10	8
Gesamtzeit pro Komm.-Auftrag [min:s]	0:00:27	0:00:50	0:06:30	0:00:34	0:01:04	0:04:20	0:06:30	0:01:04	0:00:33	0:00:53
Gesamtzeit pro Komm.-Auftrag gerundet [min]	0:00:30	0:01:00	0:06:30	0:01:00	0:01:30	0:04:30	0:06:30	0:01:30	0:01:00	0:01:00
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:07:03	gerundet [min:s]		0:08:00						
Ø Zeit/Komm.-Auftrag [min:s]	0:02:30	gerundet [min:s]		0:03:00						

Da FFG und Europalette in unmittelbarer Nähe sind, entfällt die Messung in diesem Fall. Die Auswertung von Tabelle 31 ergibt, dass in der Ebene 5 die Kommissionierzeit pro Europalette ca. 8 Minuten dauert.

### Prozess „Kommissionierung Vollpalette PG 3“

Entspricht die bestellte Menge eines Materials der Menge auf einer Europalette oder ist die bestellte Menge minimal weniger als das auf einer Lagereinheit vorhandene, werden vollständige Paletten bereitgestellt. In diesem Fall beginnt die erste Zeitmessung beim ausgewählten FFG und endet beim gewünschten Lagerplatz. Ist der Mitarbeiter dort angekommen, wird die nächste Zeit gemessen. Das beinhaltet das Heben des benötigten Materials vom Lagerplatz und ggf. Vermerken von Mengendifferenzen auf dem Kommissionierauftrag. Ist diese Tätigkeit abgeschlossen, stoppt die Messung und es werden, wie bereits bei den Mischpaletten, der Weg zum Bereitstellplatz vor

dem Lastenaufzug und das Abstellen der Palette zeitlich erfasst. Mit dem Abstellen endet der Prozess „Kommissionierung Vollpalette“. Bei dieser Prozessaufnahme gab es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Ebenen im PG 3, wie in den Tabellen 32 und 33 ersichtlich ist.

Tabelle 32 Zeitaufnahme Kommissionierung Vollpalette Ebene 3

Vollpalette Ebene 3	Versuch										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Weg zum Kommissionierauftrag [s]	21,48	26,1	37,47	39,08	15,15	17,39	26,45	33,22	35,11	15,07	
(Entnahmeebene)	1	1	3	1	2	2	1	3	2	1	
Kommissionieren Auftrag [s]	6,71	7,84	18,43	5,11	14,77	13,38	8,25	26,3	15,29	12,61	
Weg zum Lastenaufzug [s]	10,93	23,29	36,56	46,4	12,01	18,38	26,31	28,59	46,5	14,19	
Abstellen im Lastenaufzug [s]	6,07	5,4	7,69	9,62	6,52	9,96	5,64	7,05	8,06	7,08	
Gesamtzeit [s]	45,19	62,63	100,15	100,21	48,45	59,11	66,65	95,16	104,96	48,95	
Gesamtzeit [min]	0:00:45	0:01:03	0:01:40	0:01:40	0:00:48	0:00:59	0:01:07	0:01:35	0:01:45	0:00:49	
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:30	0:02:00	0:02:00	0:01:00	0:01:00	0:01:30	0:02:00	0:02:00	0:01:00	
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:30	gerundet [min:s]		0:02:00							

Nach zehn Versuchen lag der Durchschnitt pro kommissionierten Vollpalette bei etwa 2 Minuten.

Tabelle 33 Zeitaufnahme Kommissionierung Vollpalette Ebene 5

Vollpalette Ebene 5	Versuch										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Weg zum Kommissionierauftrag [s]	46,72	31,9	31,55	41,74	28,49	12,63	24,36	15,86	37,57	44,38	
(Entnahmeebene)	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	
Kommissionieren Auftrag [s]	17,24	27,23	20,64	29,08	22,48	35,69	18,18	11,15	29,28	26,74	
Weg zum Lastenaufzug [s]	40,93	27,11	27,86	37,86	23,56	14,19	18,35	16,08	34,11	37,50	
Abstellen im Lastenaufzug [s]	7,31	6,30	8,14	5,31	6,56	9,10	5,73	6,61	6,06	9,61	
Gesamtzeit [s]	112,20	92,54	88,19	113,99	81,09	71,61	66,62	49,70	107,02	118,23	
Gesamtzeit [min]	0:01:52	0:01:33	0:01:28	0:01:54	0:01:21	0:01:12	0:01:07	0:00:50	0:01:47	0:01:58	
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:02:00	0:02:00	0:01:30	0:02:00	0:01:30	0:01:30	0:01:30	0:01:00	0:02:00	0:02:00	
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:42	gerundet [min:s]		0:02:00							

Ebenfalls nach zehn Durchgängen liegt auch hier die durchschnittliche Zeit pro Palette bei ca. 2 Minuten.

### **Prozess „Beladung Lastenaufzug PG 3“**

Für die Transporte zum Außenbereich des PG 3 steht dem WE/WEL ein Lastenaufzug zur Verfügung. Die Kapazität des Lastenaufzugs beträgt vier Europaletten, die längsseitig in den Aufzug gefahren und abgestellt werden. Ähnlich wie beim Lastenaufzug im PG 2 (vgl. Kapitel 4.5, S. 39) wird die erste Palette mit einem Handhubwagen an der gegenüberliegenden Seite des Lastenaufzugs abgestellt (siehe Anlage 32) und für die anderen Europaletten ein weiteres FFG benötigt.

**Anlage 32 Beladung Lastenaufzug PG 3**



Sofern keine Restmengen an Europaletten zu beladen sind, wird der Lastenaufzug ausschließlich mit Maximalkapazität beladen, um somit die Anzahl der Transporte so gering wie möglich zu halten. Im späteren Verlauf dieses Abschnitts wird, bei der Berechnung der Gesamtdauer, ebenfalls von einer vollständigen Auslastung ausgegangen.

Die Zeitmessungen für einen Teilprozess setzen sich folgendermaßen zusammen: Die erste Messung ist der Weg des Lagerlogistiklers mit Handhubwagen zur ersten Europalette, danach folgt die Aufnahme der Europalette, daran anschließend der Transport in den Lastenaufzug und beendet wird der Teilprozess mit dem Absetzen der EP. Dieser Vorgang wiederholt sich insgesamt viermal und wird mit dem Abstellen des Handhubwagens vor dem Lastenaufzug abgeschlossen. In Tabelle 34, Seite 126 sind die Einzelergebnisse des Prozesses und der daraus ermittelte Durchschnitt ersichtlich.

Tabelle 34 Zeitaufnahme Beladung Lastenaufzug PG 3

Beladung Lastenaufzug PG 3	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transport zur EP 1 [s]	25,45	23,74	21,23	22,24	26,21	23,11	29,45	18,06	17,47	26,55
Aufnahme EP 1 [s]	3,55	4,03	3,32	4,21	2,99	3,28	4,01	3,19	3,60	4,47
Transport in Lastenaufzug [s]	19,74	15,32	21,40	19,85	22,96	17,03	14,83	17,86	19,61	22,04
Abstellen EP 1 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 2 [s]	20,21	22,77	23,72	18,27	23,82	20,93	20,40	14,14	19,22	21,33
Aufnahme EP 2 [s]	4,70	4,95	3,63	3,07	3,79	3,21	4,20	3,64	4,04	4,90
Transport in Lastenaufzug [s]	11,41	13,63	15,37	25,50	12,56	22,16	14,97	20,91	21,41	18,52
Abstellen EP 2 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 3 [s]	18,38	18,00	22,68	21,08	14,81	21,64	17,18	20,23	21,63	18,16
Aufnahme EP 3 [s]	4,02	4,93	3,09	3,15	3,39	3,84	4,88	3,48	4,87	3,49
Transport in Lastenaufzug [s]	18,73	16,10	13,65	20,12	18,09	13,84	24,73	19,46	21,35	19,82
Abstellen EP 3 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 4 [s]	12,75	19,22	12,98	19,09	14,74	16,22	12,97	15,63	13,71	24,08
Aufnahme EP 4 [s]	3,87	3,74	4,55	4,06	4,71	3,93	3,29	4,21	4,08	4,46
Transport in Lastenaufzug [s]	19,89	17,54	13,56	12,49	15,62	25,55	21,12	17,64	16,87	23,57
Abstellen EP 4 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Abstellen Hubwagen vor LA [s]	9,87	11,47	8,55	9,10	11,05	9,03	10,17	11,53	9,41	9,89
Gesamtzeit [s]	176,57	179,44	171,73	186,23	178,74	187,77	186,20	173,98	181,27	205,28
Gesamtzeit [min:s]	0:02:57	0:02:59	0:02:52	0:03:06	0:02:59	0:03:08	0:03:06	0:02:54	0:03:01	0:03:25
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:30	0:03:00	0:03:30	0:03:30	0:03:00	0:03:30	0:03:30
Anzahl Paletten [Stk.]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Gesamtzeit pro Palette [min:s]	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:53	0:00:45	0:00:53	0:00:53	0:00:45	0:00:53	0:00:53
Gesamtzeit pro Palette gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00
Ø Zeit für Komplettbeladung LA [min:s]	0:03:15	gerundet [min:s]		0:04:00						
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:00	gerundet [min:s]		0:01:00						

Wie aus Tabelle ersichtlich, benötigt das Beladen des Lastenaufzugs mit einer Palette 1 Minute und somit die Gesamtbeladung 4 Minuten.

### Prozess „Fahrzeit Lastenaufzug PG 3“

Die Fahrzeit ist abhängig von der jeweiligen Ebene im PG 3 und unterscheidet sich um ca. 10 Sekunden. Mehrere Messungen haben ergeben, dass die Fahrzeit kaum Abweichungen aufweist und in etwa 45 Sekunden beträgt. Wie bereits in Kapitel 4.13, Seite 57 ff. erwähnt, werden alle ermittelten Werte auf die nächst höhere ganze Zahl gerundet. Demnach ergibt sich beim Lastenaufzug eine pauschale Fahrzeit von einer Minute.

### Prozess „Entladung Lastenaufzug PG 3“

Angekommen im Erdgeschoss des PG 3 erfolgen die Entladung des Lastenaufzugs und das Bereitstellen der Europaletten davor. Die dabei durchgeführten Zeitmessungen setzen sich wie folgt zusammen: Zu Beginn der Entladung wird lediglich die erste

Palette angehoben, da sich aufgrund der Beladung noch ein Handhubwagen darunter befindet. Der zweite Schritt ist das Aufnehmen der EP, dem folgend der Transport vor den Lastenaufzug und anschließend das Abstellen. Danach erfolgt die Fahrt mit Handhubwagen zur zweiten Palette und der eben beschriebene Vorgang wird wiederholt, bis der Lastenaufzug entladen ist. Mit dem Abstellen der letzten Palette vor dem Aufzug endet der Prozess. Wie in Tabelle 35 zu sehen ist, beläuft sich die Komplettentladung auf 3 Minuten.

Tabelle 35 Zeitaufnahme Entladung Lastenaufzug PG 3

Entladung Lastenaufzug PG 3	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transport zu EP 1 [s]	Entfällt	Entfällt	Entfällt	Entfällt	Entfällt	Entfällt	Entfällt	Entfällt	Entfällt	Entfällt
Aufnahme EP 1 [s]	3,26	3,96	4,79	4,21	3,90	4,00	3,25	3,16	4,92	3,26
Transport vor Lastenaufzug [s]	28,45	23,35	22,57	19,23	19,29	25,69	20,95	18,94	20,97	19,85
Abstellen EP 1 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 2 [s]	15,68	17,02	29,87	25,69	23,53	20,16	29,25	21,58	22,31	22,54
Aufnahme EP 2 [s]	4,70	4,21	3,92	3,04	4,93	3,09	4,87	3,34	3,31	4,81
Transport vor Lastenaufzug [s]	22,59	23,13	29,05	17,70	19,17	22,41	27,61	19,86	27,73	22,62
Abstellen EP 2 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 3 [s]	18,87	20,74	21,86	21,26	22,63	20,27	17,82	18,85	18,52	17,05
Aufnahme EP 3 [s]	4,54	4,62	3,67	3,79	4,49	3,02	4,18	4,88	3,56	3,45
Transport vor Lastenaufzug [s]	17,69	19,86	18,66	17,37	19,47	17,26	19,10	19,50	17,74	17,87
Abstellen EP 3 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 4 [s]	20,01	18,32	18,08	19,39	17,71	17,22	20,12	18,48	20,84	21,13
Aufnahme EP 4 [s]	3,99	3,75	0,74	4,24	3,83	4,48	4,84	3,07	4,11	4,77
Transport vor Lastenaufzug [s]	13,57	13,01	12,66	13,38	12,23	14,34	13,29	14,39	14,83	13,81
Abstellen EP 4 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Abstellen Hubwagen in LA	12,21	9,07	9,60	10,98	12,31	11,37	9,31	11,95	12,78	12,17
Gesamtzeit [s]	169,56	165,04	179,47	164,28	167,49	167,31	178,59	162,00	175,62	167,33
Gesamtzeit [min:s]	0:02:50	0:02:45	0:02:59	0:02:44	0:02:47	0:02:47	0:02:59	0:02:42	0:02:56	0:02:47
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00
Anzahl Paletten [Stk.]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Gesamtzeit pro Palette [min:s]	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45
Gesamtzeit pro Palette gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00
Ø Zeit für Komplettentladung LA [min:s]	0:03:00	gerundet [min:s]			0:03:00					
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:00	gerundet [min:s]			0:01:00					

### Prozess „Transport vom PG 3 zum PG 2“

Für die Transporte der EP zwischen beiden Gebäuden ist der Gabelstaplerfahrer zuständig. Da die Anzahl der Paletten pro Bestellung stark variieren, wird als ein Durchgang der Transport einer Palette betrachtet. Ein vollständiger Durchgang gestaltet sich wie folgt: Es wird davon ausgegangen, dass sich der Gabelstaplerfahrer bereits am

Lastenaufzug PG 3 (Quelle<sup>46</sup>) befindet und somit die Fahrt zur ersten Palette entfällt. Beginnend mit der Aufnahme erfolgt im Anschluss die Fahrt zum PG 2 (Senke<sup>47</sup>) (je nach Bestimmungsort Materialschleuse oder Lastenaufzug). Dort angekommen wird die Palette abgestellt und es folgt die Leerfahrt zurück zum PG 3 (Quelle). Die Auswertung der Zeiten sind in den Tabellen 36 bzw. 37 für den jeweiligen Bereich erfasst.

Tabelle 36 Zeitaufnahme Transport vom PG 3 zum PG 2 GKL

Transport von PG 3 zu PG 2 (GKL)	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aufnahme EP [s]	3,04	1,79	2,79	1,71	2,08	2,41	3,10	1,59	2,33	2,59
Fahrt zur Schleuse [s]	34,09	24,32	34,42	37,29	37,29	36,20	35,01	37,24	34,33	36,40
Abstellen vor Schleuse [s]	2,20	1,67	1,91	1,20	1,37	1,80	2,02	1,45	1,76	2,17
Fahrt zum PG 3 [s]	21,49	22,60	21,37	23,25	22,49	22,50	23,15	21,36	21,27	22,01
Gesamtzeit [s]	60,82	50,38	60,49	63,45	63,23	62,91	63,28	61,64	59,69	63,17
Gesamtzeit [min:s]	0:01:01	0:00:50	0:01:00	0:01:03	0:01:03	0:01:03	0:01:03	0:01:02	0:01:00	0:01:03
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:01:30	0:01:00	0:01:30	0:01:30	0:01:30	0:01:30	0:01:30	0:01:30	0:01:00	0:01:30
Anzahl Paletten [Stk.]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:24	gerundet [min:s]		0:02:00						

Wie in der Tabelle ersichtlich ist, beträgt die durchschnittliche Transportzeit für den GKL 2 Minuten pro Europalette.

Tabelle 37 Zeitaufnahme Transport vom PG 3 zum PG 2 GKK

Transport von PG 3 zu PG 2 (GKK)	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aufnahme EP [s]	2,53	2,00	2,20	1,87	3,38	1,56	2,52	2,80	1,89	2,91
Fahrt zum Lastenaufzug [s]	29,96	27,32	29,43	22,92	25,71	24,80	28,08	23,49	28,61	27,04
Abstellen vor Lastenaufzug [s]	1,80	1,69	1,89	2,00	1,55	1,99	2,04	1,95	1,66	1,82
Fahrt zum PG 3 [s]	20,91	18,49	16,83	18,56	20,75	17,52	19,08	17,76	19,98	23,70
Gesamtzeit [s]	55,20	49,50	50,35	45,35	51,39	45,87	51,72	46,00	52,14	55,47
Gesamtzeit [min:s]	0:00:55	0:00:49	0:00:50	0:00:45	0:00:51	0:00:46	0:00:52	0:00:46	0:00:52	0:00:55
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00
Anzahl Paletten [Stk.]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:00	gerundet [min:s]		0:01:00						

Aufgrund der kürzeren Distanz zwischen PG 3 und PG 2 beträgt die Transportzeit für die Paletten des GKL 1 Minute.

<sup>46</sup> bezeichnet im Verkehrswesen und im innerbetrieblichen Materialfluss den Ausgangspunkt des Güter- bzw. Materialflusses /KRIE-12/

<sup>47</sup> bezeichnet in der Transportlogistik sowie der innerbetrieblichen Logistik den Endpunkt des Güter- bzw. Materialflusses /FEES-16/



**Prozess „Transport Europalette in Materialschleuse GKL“**

Wie bei den anderen Prozessen, werden auch in diesem Fall zehn Versuche durchgeführt. Dabei entspricht ein Versuch gleichzeitig einer kompletten Bestellung. Aufgrund der unterschiedlichen Bestellmengen an bereitgestellten Europaletten kommt es zu einer Besonderheit. Hierbei wird die ermittelte Gesamtdauer eines Durchgangs durch die Anzahl der Paletten geteilt, um daraus die Transportzeit einer einzelnen Palette zu erhalten.

Beginnend mit dem Weg zum benötigten FFG und der Öffnung der Schleuse folgt anschließend der Gang zur ersten Europalette. Danach wieder das Anheben, der Transport und das Absetzen in der Schleuse. Abgesehen vom Gang zum FFG und Öffnen der Schleuse wiederholt sich die Reihenfolge, bis alle Paletten das Ziel Materialschleuse erreicht haben. Den dazugehörigen Abschluss und somit das Ende eines Versuches bilden das Schließen der Schleuse und Abstellen des FFG. Obwohl die Anzahl der bereitgestellten Paletten schwankt, zeichnet sich dennoch eine homogene Dauer des Prozesses pro Europalette ab. Die genauen Ergebnisse inklusive Anzahl der Paletten pro Bestellung und ermittelten Durchschnitts ist in Tabelle 38, Seite 130 dargestellt.

Tabelle 38 Zeitaufnahme Transport Europalette in Materialschleuse PG 2

Transport Europalette in Materialschleuse PG 2	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Weg zum FFG [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Öffnen der Schleuse [s]	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Transport zur EP 1 [s]	8,51	9,36	7,44	10,23	8,37	7,66	11,21	9,54	8,20	7,59
Aufnahme EP 1 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	16,73	15,77	17,54	18,21	14,77	19,21	15,23	13,75	16,13	17,27
Abstellen EP 1 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 2 [s]	17,48	19,63	18,80	21,03	14,00	15,67	13,48	16,35	19,74	15,86
Aufnahme EP 2 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	17,69	16,75	15,56	17,75	18,66	18,70	18,42	19,84	15,78	16,22
Abstellen EP 2 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 3 [s]	18,92	18,01	17,59	16,32	17,78	19,01	20,44	17,71	19,51	20,58
Aufnahme EP 3 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	19,61	14,88	17,01	17,90	15,44	17,35	15,75	19,48	18,17	17,02
Abstellen EP 3 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 4 [s]	22,49	15,27	19,87	17,61	15,72	16,57	19,52	21,27	16,28	15,05
Aufnahme EP 4 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	30,96	20,21	25,75	33,21	14,34	17,24	18,23	17,33	27,40	15,01
Abstellen EP 4 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 5 [s]	15,83	27,49	23,95	19,01	17,28	16,84	25,24	15,79	18,48	18,74
Aufnahme EP 5 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	22,37	31,10	16,56	26,83	15,53	29,54	24,66	19,63	19,08	18,73
Abstellen EP 5 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 6 [s]	15,55	20,78	17,07	19,81	23,29	27,21	20,43	16,67	18,72	17,18
Aufnahme EP 6 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	21,22	23,78	15,50	18,33	17,78	19,09	16,49	17,81	15,11	18,38
Abstellen EP 6 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 7 [s]	16,10	16,90	33,18	19,71	17,54	22,40	14,56	19,31	20,46	16,23
Aufnahme EP 7 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	24,35	15,39	17,90	18,25	18,97	19,67	24,20	26,23	24,58	18,84
Abstellen EP 7 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 8 [s]	17,44	16,72	16,43	18,62	32,11	18,29	19,26	15,91	14,60	25,78
Aufnahme EP 8 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	16,56	15,00	16,76	18,49	20,90	25,80	17,16	16,40	18,88	15,43
Abstellen EP 8 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 9 [s]	9,69	17,51	10,26	14,81	16,24	18,63	19,68	30,24	15,02	18,07
Aufnahme EP 9 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	11,22	18,53	15,40	11,84	16,18	14,17	13,72	17,68	18,41	16,13
Abstellen EP 9 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 10 [s]	10,42	16,25	17,96	18,33	19,04	19,15	17,30	16,35	22,77	23,98
Aufnahme EP 10 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	32,24	19,75	26,23	24,75	17,96	14,12	19,90	16,32	17,41	17,69
Abstellen EP 10 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 11 [s]	22,95	16,04	17,48		26,15	18,33		34,27	19,66	14,60
Aufnahme EP 11 [s]	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00	1,00	1,00
Transport in Schleuse [s]	14,28	10,57	32,03		19,30	19,39		19,91	18,46	18,72
Abstellen EP 11 [s]	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00		1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 12 [s]	12,53		19,63		15,90	16,37		14,62	13,60	
Aufnahme EP 12 [s]	1,00		1,00		1,00	1,00		1,00	1,00	
Transport in Schleuse [s]	20,79		17,51		16,73	20,38		17,74	17,48	
Abstellen EP 12 [s]	1,00		1,00		1,00	1,00		1,00	1,00	
Transport zur EP 13 [s]	15,26				16,23	16,75			14,13	
Aufnahme EP 13 [s]	1,00				1,00	1,00			1,00	
Transport in Schleuse [s]	10,06				11,28	18,96			18,45	
Abstellen EP 13 [s]	1,00				1,00	1,00			1,00	
Transport zur EP 14 [s]					17,66	14,09				
Aufnahme EP 14 [s]					1,00	1,00				
Transport in Schleuse [s]					35,84	18,24				
Abstellen EP 14 [s]					1,00	1,00				
Transport zur EP 15 [s]					16,36					
Aufnahme EP 15 [s]					1,00					
Transport in Schleuse [s]					26,61					
Abstellen EP 15 [s]					1,00					
Schließen der Schleuse [s]	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
abstellen FFG [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gesamtzeit [s]	509,25	439,69	499,41	423,04	605,96	568,83	406,88	496,15	514,51	427,10
Gesamtzeit [min:s]	0:08:29	0:07:20	0:08:19	0:07:03	0:10:06	0:09:29	0:06:47	0:08:16	0:08:35	0:07:07
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:08:30	0:07:30	0:08:30	0:07:30	0:10:30	0:09:30	0:07:00	0:08:30	0:09:00	0:07:30
Anzahl Paletten [Stk.]	13	11	12	10	15	14	10	12	13	11
Gesamtzeit pro Palette [min:s]	0:00:39	0:00:41	0:00:43	0:00:45	0:00:42	0:00:41	0:00:42	0:00:43	0:00:42	0:00:41
Gesamtzeit pro Palette gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00
Ø Zeit/Gesamtbereitstellung [min:s]	0:08:24	gerundet [min:s]		0:09:00						
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:00	gerundet [min:s]		0:01:00						
Ø Anzahl Paletten [Stk.]	12,1	gerundet [Stk.]		13						

## Prozess „Transport Europalette auf Bereitstellplatz GKK“

### Ablauf Bereitstellung GKK

Im Rahmen der Ist-Analyse zu diesem Abschnitt hat sich eine Besonderheit abgezeichnet. Anders als bei den bisherigen Prozessen setzt sich dieser Prozess aus vier Teilbereichen zusammen. Die Vorgehensweise ist analog zu vorhergehenden Prozessen, nur dass in diesem Fall die Teilprozesse beschrieben werden. Die dabei ermittelten Teilergebnisse ergeben in Summe die Gesamtdauer des Prozesses „Transport Europalette auf Bereitstellplatz GKK“. Bei den Teilprozessen handelt es sich um:

- Fahrt in das Erdgeschoss
- Beladung Lastenaufzug
- Fahrt in die Ebene GKK
- Entladung Lastenaufzug

### Teilprozess „Fahrt in das Erdgeschoss PG 2“

Beginnend mit dem Öffnen der Türen des Lastenaufzugs steht im nächsten Schritt der Weg zum FFG an. Anschließend erfolgt der Gang in den Lastenaufzug und das Schließen der Türen. Die Fahrt in das Erdgeschoss und das erneute Öffnen des Lastenaufzugs beendet diesen Teilprozess. In Tabelle 39 ist die erste Auswertung ersichtlich.

Tabelle 39 Zeitaufnahme Fahrt in das Erdgeschoss PG 2

Lastenaufzug PG 2 Fahrt in EG	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lastenaufzug öffnen [s]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Weg zum FFG [s]	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Gang zum Lastenaufzug [s]	5,36	10,27	5,42	8,55	8,03	6,78	10,87	7,97	6,48	6,27
Lastenaufzug schließen [s]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fahrt in EG [s]	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Lastenaufzug öffnen [s]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Gesamtzeit [s]	47,36	52,27	47,42	50,55	50,03	48,78	52,87	49,97	48,48	48,27
Gesamtzeit [min:s]	0:00:47	0:00:52	0:00:47	0:00:51	0:00:50	0:00:49	0:00:53	0:00:50	0:00:48	0:00:48
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:00	gerundet [min:s]		0:01:00						

Wenn auch einige Tätigkeiten Zeitunterschiede von bis zu 5 Sekunden aufweisen, dauert dieser Prozess im Durchschnitt eine Minute.

### Teilprozess „Beladung Lastenaufzug PG 2“

Die Kapazität des Lastenaufzugs beträgt ebenfalls vier Europaletten. Doch im Gegensatz zum Lastenaufzug des WE/WEL kann hier keine vollständige Beladung angestrebt werden. Restmengen oder weniger als vier bereitgestellte Europaletten müssen in die Ebene des GKK transportiert werden und können nicht im Außenbereich gesammelt werden.

Der Ablauf dieses Prozesses gestaltet sich folgendermaßen: Die Türen sind geöffnet und es beginnt mit dem Weg zur ersten Europalette. Wie bereits in ähnlichen Prozessen, erfolgen jetzt die Aufnahme der Palette, der Transport in den Aufzug und das Abstellen. Diese Reihenfolge wiederholt sich weitere dreimal und endet mit dem Abstellen der letzten Palette im Lastenaufzug. Die dabei ermittelten Werte pro Palette gleichen den Werten des PG 2, die Zeit der Gesamtbeladung ist dabei minimal kürzer. In Tabelle 40 sind alle dokumentierten Daten zu diesem Vorgang einsehbar.

Tabelle 40 Zeitaufnahme Beladung Lastenaufzug PG 2

Beladung Lastenaufzug PG 2	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transport zur EP 1 [s]	18,61	17,79	18,89	17,68	17,85	27,26	23,32	16,43	24,28	20,58
Aufnahme EP 1 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Lastenaufzug [s]	19,64	28,63	19,61	12,77	23,86	21,21	15,91	21,18	17,25	18,42
Abstellen EP 1 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 2 [s]	16,70	13,19	17,30	12,79	14,73	10,57	11,19	28,32	13,47	25,02
Aufnahme EP 2 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Lastenaufzug [s]	15,31	9,17	24,20	24,90	16,27	17,72	13,64	15,30	15,49	9,78
Abstellen EP 2 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 3 [s]	17,80	15,76	16,74	16,24	15,94	16,16	18,45	22,07	10,89	16,49
Aufnahme EP 3 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Lastenaufzug [s]	14,48	15,97	13,53	15,43	13,82	19,00	24,44	25,35	11,96	14,81
Abstellen EP 3 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 4 [s]	17,18	14,89	22,64	21,01	10,00	19,49	12,52	13,83	13,11	12,53
Aufnahme EP 4 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport in Lastenaufzug [s]	26,34	13,38	24,10	15,42	11,20	27,99	18,70	13,51	20,59	17,07
Abstellen EP 4 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gesamtzeit [s]	154,06	136,78	165,01	144,24	131,67	167,4	146,17	163,99	135,04	142,7
Gesamtzeit [min:s]	0:02:34	0:02:17	0:02:45	0:02:24	0:02:12	0:02:47	0:02:26	0:02:44	0:02:15	0:02:23
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:03:00	0:02:30	0:03:00	0:02:30	0:02:30	0:03:00	0:02:30	0:03:00	0:02:30	0:02:30
Anzahl Paletten [Stk.]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Gesamtzeit pro Palette [min:s]	0:00:45	0:00:38	0:00:45	0:00:38	0:00:38	0:00:45	0:00:38	0:00:45	0:00:38	0:00:38
Gesamtzeit pro Palette gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00
Ø Zeit für Komplettbeladung LA [min:s]	0:02:42	gerundet [min:s]		0:03:00						
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:00	gerundet [min:s]		0:01:00						

Die Beladung mit einer Palette beträgt in diesem Fall zwischen 38 Sekunden und 45 Sekunden, gerundet ergibt das eine Zeit pro Palette von einer Minute.

Teilprozess „Fahrt in den GKK“

Mit dem Schließen des Lastenaufzugs startet dieser Teilprozess. Der weitere Verlauf setzt sich der Reihenfolge nach aus der Fahrzeit, dem Öffnen der Türen und dem Gang zum benötigten FFG zusammen. Tabelle 41 zeigt den Gesamtablauf zuzüglich der ermittelten Zeiten.

Tabelle 41 Zeitaufnahme Fahrt in den GKK

Lastenaufzug PG 2 Fahrt in GKK	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lastenaufzug schließen [s]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fahrt in Ebene 3 [s]	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Lastenaufzug öffnen [s]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Aufnahme FFG [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gesamtzeit [s]	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00
Gesamtzeit [min:s]	0:00:41	0:00:41	0:00:41	0:00:41	0:00:41	0:00:41	0:00:41	0:00:41	0:00:41	0:00:41
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:00	gerundet [min:s]			0:01:00					

Auch in diesem Fall, wie bereits bei der Fahrt in das Erdgeschoss, beträgt die Dauer der Fahrt inklusive der zusätzlichen Tätigkeiten eine Minute.

Teilprozess „Entladung Lastenaufzug PG 2“

Mit der Entladung des Lastenaufzugs vervollständigt sich der Gesamtprozess der Bereitstellung GKK. Nachdem im letzten Abschnitt die Türen geöffnet wurden und FFG zur Verfügung steht, beginnt mit dem Transport zur ersten Europalette der Teilprozess. Es folgen erneut Aufnahme, Fahrt zur Bereitstellfläche und das Absetzen. Insgesamt viermal bei voller Beladung des Aufzugs oder, wenn nicht voll beladen, bis alle Paletten aus dem Aufzug ausgeladen wurden. Die hier notierten Ergebnisse sind vergleichbar mit der Beladung des Aufzugs, wie in Tabelle 42 auf Seite 134 zu sehen ist und betragen im Durchschnitt eine Minute pro Palette.

Tabelle 42 Zeitaufnahme Entladung Lastenaufzug PG 2

Entladung Lastenaufzug PG 2	Versuch									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transport zur EP 1 [s]	11,03	10,23	13,84	11,97	16,96	17,83	12,53	11,15	17,26	14,73
Aufnahme EP 1 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport auf Bereitstellfläche [s]	17,12	15,13	16,53	19,96	12,10	15,72	15,19	14,96	11,42	18,90
Abstellen EP 1 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 2 [s]	33,70	20,18	24,53	19,63	19,44	25,35	24,00	16,76	26,62	15,31
Aufnahme EP 2 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport auf Bereitstellfläche [s]	16,58	12,72	17,93	20,48	23,58	24,81	19,71	21,22	27,69	17,88
Abstellen EP 2 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 3 [s]	22,00	17,30	25,91	27,35	24,33	19,15	22,29	17,44	29,58	22,80
Aufnahme EP 3 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport auf Bereitstellfläche [s]	20,30	16,70	18,23	16,95	23,85	25,17	22,36	24,16	22,29	19,21
Abstellen EP 3 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport zur EP 4 [s]	22,65	14,28	13,62	21,38	20,89	24,75	24,37	14,11	24,98	17,68
Aufnahme EP 4 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport auf Bereitstellfläche [s]	18,67	16,31	16,74	9,50	14,75	11,56	12,63	19,91	24,16	13,37
Abstellen EP 4 [s]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gesamtzeit [s]	171,05	132,85	158,33	159,22	168,90	178,34	168,08	155,71	201,00	157,88
Gesamtzeit [min:s]	0:02:51	0:02:13	0:02:38	0:02:39	0:02:49	0:02:58	0:02:48	0:02:36	0:03:21	0:02:38
Gesamtzeit gerundet [min:s]	0:03:00	0:02:30	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:00	0:03:30	0:03:00
Anzahl Paletten [Stk]	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Gesamtzeit pro Palette [min:s]	0:00:45	0:00:38	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:45	0:00:53	0:00:45
Gesamtzeit pro Palette gerundet [min:s]	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00	0:01:00
Ø Zeit für Komplettentladung LA [min:s]	0:03:00	gerundet [min:s]		0:03:00						
Ø Zeit/Palette [min:s]	0:01:00	gerundet [min:s]		0:01:00						

### Prozess „Kontrolle und Freigabe“

Wie im Kapitel 4.4, Seite 33 das erste Mal erwähnt, wurde der Prozess „Kontrolle und Freigabe“ nur einmal durchgeführt. In Abhängigkeit von verschiedenen Kriterien kann die ermittelte Gesamtdauer stark schwanken. Dennoch sind die gesammelten Ergebnisse für die abschließende Berechnung notwendig. Aus welchen Tätigkeiten, Teilprozesse und sonstigen Arbeiten sich die Dauer der „Kontrolle und Freigabe“ zusammensetzen, wurde ebenfalls unter dem Kapitel 4.4, Tabelle 5, Seite 33 sowie Kapitel 4.5, Tabelle 6, Seite 41 dargestellt. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse in diesem Abschnitt nur noch einmal genannt und nicht näher beschrieben. Folgende Zeiten wurden je nach Bereich ermittelt.

- GKL: 2:35 h
- GKK: 2:01 h

## **Ermittlung der durchschnittlichen und maximalen Anlieferung**

### **von Europaletten je Bestellung**

Nach Beendigung der Einzelprozessbeschreibungen erfolgt in diesem Abschnitt die Auswertung der Anlieferungen im Zeitraum der elf Wochen. Hierfür wurden pro Kalenderwoche (KW) und Bereich die Anzahl der gesamten Europaletten betrachtet.

Da es, infolge zusätzlicher Materialbereitstellungen durch andere Abteilungen, Lager oder Produktionsstützpunkte bzw. Umstapeln von Europaletten an Schleuse und Lastenaufzug PG 2, zu minimalen Abweichungen gekommen ist, wurde sowohl die Bereitstellung durch die Lagerlogistik als auch durch die Produktionslogistik berücksichtigt. Der dabei ermittelte größte Wert an bereitgestellten Paletten wurde für die Auslegung des Maximums verwendet.

Um von der wöchentlichen Anzahl von Europaletten auf die Anzahl zu gelangen, die durchschnittlich pro Anlieferung bereitgestellt wird, wird folgender Rechenweg durchgeführt:

#### **Formel 7 Berechnung Anzahl Europaletten pro Tag**

$$\text{Anz. } \frac{\text{EP}}{\text{Tag}} = \left( \text{Anz. } \frac{\text{EP}}{\text{KW}} \right) \div \left( \text{Anz. der produzierenden Tage}^{48} \right)$$

#### **Formel 8 Berechnung Anzahl Europaletten pro Anlieferung**

$$\text{Anz. } \frac{\text{EP}}{\text{Anlieferung}} = \left( \text{Anz. } \frac{\text{EP}}{\text{Tag}} \right) \div \left( \text{Anz. } \frac{\text{Anlieferung}}{\text{Tag}} \right)$$

Da lediglich der GKL mit zwei Anlieferungen pro Tag konstant ist und der GKK zwischen drei und vier Anlieferung pro Tag erhält, wird in diesem Fall mit einer viermaligen Anlieferung gerechnet.

Für die Berechnung des Maximums wird der größte Wert im Erhebungszeitraum gewählt und ebenfalls dieser Rechenweg angewendet. Die Ergebnisse pro Geschäftsbe- reich sind in Tabelle 43, Seite 136 ersichtlich.

---

<sup>48</sup> 5 Tage von Montag bis Freitag

Tabelle 43 Ermittlung Anzahl der Europaletten GKL und GKK pro Anlieferung

Bereitstellung GKL	Kalenderwoche												Ergebnis			
	KW 41	KW 42	KW 43	KW 44	KW 45	KW 46	KW 47	KW 48	KW 49	KW 50	KW 51	Ø Anzahl EP gerundet	Maximum gerundet	Maximum gerundet		
durch Lagerlogistik																
Anzahl Europaletten/KW [Stk]	128	111	124	125	127	89	117	118	104	118	100	114,64	115	128	-	
Anzahl Europaletten/Tag [Stk]	25,6	22,2	24,8	25	25,4	17,8	23,4	23,6	20,8	23,6	20	22,93	23	25,6	26	
Anzahl Europaletten/Anlieferung [Stk] (Anlieferung 2x)	12,8	11,1	12,4	12,5	12,7	8,9	11,7	11,8	10,4	11,8	10	11,46	12	12,8	13	
durch Produktionslogistik																
Anzahl Europaletten/KW [Stk]	135	112	129	118	128	96	112	119	108	125	96	116,18	117	135	-	
Anzahl Europaletten/Tag [Stk]	27	22,4	25,8	23,6	25,6	19,2	22,4	23,8	21,6	25	19,2	23,24	24	27	27	
Anzahl Europaletten/Anlieferung [Stk] (Anlieferung 2x)	13,5	11,2	12,9	11,8	12,8	9,6	11,2	11,9	10,8	12,5	9,6	11,62	12	13,5	14	
Bereitstellung GKK																
durch Lagerlogistik																
Anzahl Europaletten/KW [Stk]	48	37	42	36	49	18	56	46	56	34	38	41,82	42	56	-	
Anzahl Europaletten/Tag [Stk]	9,6	7,4	8,4	7,2	9,8	3,6	11,2	9,2	11,2	6,8	7,6	8,36	9	11,2	12	
Anzahl Europaletten/Anlieferung [Stk] (Anlieferung 4x)	2,4	1,85	2,1	1,8	2,45	0,9	2,8	2,3	2,8	1,7	1,9	2,09	3	2,8	3	
durch Produktionslogistik																
Anzahl Europaletten/KW [Stk]	50	34	39	34	44	21	64	56	52	37	41	42,91	43	64	-	
Anzahl Europaletten/Tag [Stk]	10	6,8	7,8	6,8	8,8	4,2	12,8	11,2	10,4	7,4	8,2	8,58	9	12,8	13	
Anzahl Europaletten/Anlieferung [Stk] (Anlieferung 4x)	2,5	1,7	1,95	1,7	2,2	1,05	3,2	2,8	2,6	1,85	2,05	2,15	3	3,2	4	



### **Ermittlung der prozentualen Verteilung zwischen Vollpalette und Mischpalette**

Für die Berechnung des notwendigen Arbeitsaufwandes ist es erforderlich, das durchschnittliche Verhältnis zwischen Voll- und Mischpalette im Bemessungszeitraum zu kennen. Betrachtet wird dabei ausschließlich die Lagerlogistik. Nur diese kann die genaue Anzahl der unterschiedlich bereitgestellten Europaletten dokumentieren. In der Produktionslogistik spielt die Anzahl der Voll- und Mischpaletten keine Rolle, dort geht es primär um das Material. Des Weiteren kommt es, wie bereits im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, zu Abweichungen zwischen Bereitstellung aus dem WE/WEL und den Paletten, die tatsächlich vor der Schleuse und dem Lastenaufzug stehen.

Um die prozentuale Verteilung der Paletten je Geschäftsbereich zu erhalten, werden im ersten Schritt alle Paletten separat aufsummiert. Im Anschluss daran erfolgt die Berechnung der Verteilung der Europaletten mittels der Formeln 9 und 10.

#### **Formel 9 Berechnung prozentuale Verteilung Mischpaletten**

$$\text{prozentuale Verteilung "Mischpalette"} = \frac{\text{Anzahl Mischpaletten}}{\text{Gesamtpaletten}} \times 100 \%$$

#### **Formel 10 Berechnung prozentuale Verteilung Vollpaletten**

$$\text{prozentuale Verteilung "Vollpalette"} = \frac{\text{Anzahl Vollpaletten}}{\text{Gesamtpaletten}} \times 100 \%$$

Wie die Verteilung der Paletten des jeweiligen Geschäftsbereichs ist, zeigt Tabelle 45<sup>49</sup>, Seite 138.

---

<sup>49</sup> Aufgrund dessen, dass an Wochenenden keine Anlieferungen vom WE/WEL zum PG 2 erfolgen, wurden für eine bessere Übersicht diese Wochentage nicht gelistet.

Tabelle 44 Verteilung zwischen Vollpalette und Mischpalette

KW	Tag	GKL			GKK		
		VP [Stk]	MP [Stk]	Gesamt [Stk]	VP [Stk]	MP [Stk]	Gesamt [Stk]
KW 41	05.10.2015	13	12	25	4	4	8
	06.10.2015	17	12	29	0	1	1
	07.10.2015	14	10	24	11	10	21
	08.10.2015	10	8	18	3	5	8
	09.10.2015	21	11	32	0	10	10
KW 42	12.10.2015	11	16	27	2	4	6
	13.10.2015	8	12	20	1	5	6
	14.10.2015	15	6	21	0	7	7
	15.10.2015	9	11	20	0	11	11
	16.10.2015	14	9	23	2	5	7
KW 43	19.10.2015	11	6	17	4	3	7
	20.10.2015	8	13	21	0	4	4
	21.10.2015	10	12	22	0	6	6
	22.10.2015	13	11	24	0	10	10
	23.10.2015	27	13	40	3	12	15
KW 44	26.10.2015	9	10	19	3	8	11
	27.10.2015	13	13	26	1	1	2
	28.10.2015	20	15	35	4	5	9
	29.10.2015	14	9	23	2	2	4
	30.10.2015	14	8	22	1	9	10
KW 45	02.11.2015	18	9	27	2	6	8
	03.11.2015	20	13	33	1	6	7
	04.11.2015	7	10	17	4	3	7
	05.11.2015	15	8	23	5	10	15
	06.11.2015	14	13	27	3	9	12
KW 46	09.11.2015	8	10	18	0	4	4
	10.11.2015	7	17	24	2	3	5
	11.11.2015	9	15	24	0	5	5
	12.11.2015	15	8	23	1	3	4
	13.11.2015	0	0	0	0	0	0
KW 47	16.11.2015	9	14	23	4	13	17
	17.11.2015	11	20	31	1	7	8
	18.11.2015	11	11	22	2	5	7
	19.11.2015	15	11	26	1	12	13
	20.11.2015	5	10	15	1	10	11
KW 48	23.11.2015	11	12	23	1	5	6
	24.11.2015	13	10	23	2	10	12
	25.11.2015	13	14	27	0	1	1
	26.11.2015	13	10	23	0	15	15
	27.11.2015	10	12	22	1	11	12
KW 49	30.11.2015	7	10	17	0	6	6
	01.12.2015	8	14	22	5	9	14
	02.12.2015	5	18	23	3	7	10
	03.12.2015	14	8	22	1	10	11
	04.12.2015	11	9	20	2	13	15
KW 50	07.12.2015	7	15	22	2	5	7
	08.12.2015	15	15	30	1	8	9
	09.12.2015	12	16	28	1	7	8
	10.12.2015	5	14	19	0	1	1
	11.12.2015	8	11	19	3	6	9
	14.12.2015	9	5	14	0	3	3
KW 51	15.12.2015	9	16	25	0	6	6
	16.12.2015	10	12	22	2	6	8
	17.12.2015	8	9	17	0	9	9
	18.12.2015	11	11	22	1	11	12
<b>Gesamt</b>		634	627	1261	93	367	460
<b>Anteil [%]</b>		<b>50,28%</b>	<b>49,72%</b>	100,00%	<b>20,22%</b>	<b>79,78%</b>	100,00%

### Ermittlung der Anzahl von Vollpaletten und Mischpaletten je Bestellung

Nachdem die durchschnittliche und maximale Anzahl an Europaletten pro Bestellung ermittelt und das Verhältnis zwischen Voll- und Mischpalette errechnet wurde, erfolgt in diesem Teilabschnitt eine weiterführende Berechnung. Hierbei wird die Anzahl der jeweiligen Europaletten pro Bestellung bestimmt, um im späteren Verlauf die Dauer der Kommissionierung bzw. Materialbereitstellung je Anzahl verfügbarer Lagerlogistiker zu erhalten. Die Vorgehensweise zur Ermittlung gestaltet sich folgendermaßen: Mit Hilfe der Formel 11 wird die exakte Anzahl der Voll- und Mischpaletten berechnet. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse auf die nächst höhere ganze Zahl gerundet. Wie die endgültige Verteilung der Paletten pro Anlieferung und Geschäftsbereich ist, wird in Tabelle 46 ersichtlich.

Formel 11 Berechnung Anzahl der jeweiligen EP pro Bestellung

$$\frac{\text{Anzahl der jeweiligen EP}}{\text{Bestellung}} = \frac{\text{Gesamtanzahl EP}}{\text{Bestellung}} \times \text{jeweiliger prozentualer Verteilung}$$

Tabelle 45 Ermittlung Anzahl Vollpaletten und Mischpaletten pro Bestellung

<b>GKL</b>				
prozentualer Anteil		Ø Anzahl Europaletten pro Bestellung [Stk]	Ergebnis [Stk]	gerundet [Stk]
<b>Vollpalette</b>	50,28%	12	6,03	<b>7</b>
<b>Mischpalette</b>	49,72%		5,97	<b>6</b>
		<b>max. Anzahl Europaletten pro Bestellung [Stk]</b>	<b>Gesamt neu</b>	<b>13</b>
<b>Vollpalette</b>	50,28%	14	7,04	<b>8</b>
<b>Mischpalette</b>	49,72%		6,96	<b>7</b>
			<b>Gesamt neu</b>	<b>15</b>
<b>GKK</b>				
prozentualer Anteil		Ø Anzahl Europaletten pro Bestellung [Stk]	Ergebnis [Stk]	gerundet [Stk]
<b>Vollpalette</b>	20,22%	3	0,61	<b>1</b>
<b>Mischpalette</b>	79,78%		2,39	<b>3</b>
		<b>max. Anzahl Europaletten pro Bestellung [Stk]</b>	<b>Gesamt neu</b>	<b>4</b>
<b>Vollpalette</b>	20,22%	4	0,81	<b>1</b>
<b>Mischpalette</b>	79,78%		3,19	<b>4</b>
			<b>Gesamt neu</b>	<b>5</b>

Aus Tabelle 46 auf Seite 139 wird ersichtlich, dass es, aufgrund der Aufrundung, zu einer minimalen Abweichung zwischen den Gesamtpaletten pro Bestellung und der Gesamtsumme von Voll- und Mischpaletten je Geschäftsbereich kommt.

### **Ermittlung Dauer Materialbereitstellung je Anzahl verfügbarer Lagerlogistiker**

Wie in Kapitel 4.3, Seite 25 erwähnt, stehen zur Materialbereitstellung im WE/WEL bis zu drei Lagerlogistiker zur Verfügung. Mit den im vorherigen Abschnitt ermittelten Werten wird die Dauer der Bereitstellung pro verfügbaren Lagerlogistiker bestimmt. Um diese Ergebnisse zu erreichen, bedarf es einiger Annahmen. Diese werden nachfolgend erläutert.

Anders als im Kapitel 4.3, Seite 25 beschrieben, erfolgt nach dem Drucken der Kommissionieraufträge keine Aufteilung der Lagerlogistiker auf die beiden Ebenen des WE/WEL. Der Grund dafür ist, dass das Verhältnis zwischen zu kommissionierenden Paletten pro Auftrag und Ebene nicht bekannt und ermittelbar ist, da viele Variablen (Lagerort, Bestellmenge, Anzahl Paletten usw.) das Verhältnis beeinflussen. Folglich wird davon ausgegangen, dass sich die Mitarbeiter entweder in der Ebene 3 oder Ebene 5 des PG 3 befinden und dort die durchschnittliche bzw. maximale Anzahl der jeweiligen Palette kommissionieren. Überdies wird die Annahme getroffen, dass beim Einsatz von zwei bzw. drei Lagerlogistikern die Anzahl der zu kommissionierenden Paletten je MA in etwa gleichverteilt ist.

Unter Beachtung der festgelegten Annahmen erfolgt die Berechnung der Dauer für die Materialbereitstellung. Mit Hilfe bereits ermittelter Daten und Ergebnisse, die nachfolgend nochmals gelistet sind, sowie der Formel 12, Seite 141 ergeben sich unterschiedliche Zeiten, wie in Tabelle 47, Seite 142 und 48, Seite 143 ersichtlich ist. Diese Zeiten beinhalten sowohl das Kommissionieren als auch des Bereitstellen der fertigen Europalette vor dem Lastenaufzug. Der dabei errechnete höchste Wert pro Rechnung bildet das Endergebnis für die Dauer der Materialbereitstellung.

- Dauer Kommissionierung „Vollpalette“ in Ebene 3: 02:00 min
- Dauer Kommissionierung „Mischpalette“ in Ebene 3: 12:00 min
- Dauer Kommissionierung „Vollpalette“ in Ebene 5: 02:00 min
- Dauer Kommissionierung „Mischpalette“ in Ebene 5: 08:00 min

- 
- |                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| • ø Anzahl „Vollpalette“ GKL     | 7 Paletten |
| • ø Anzahl „Mischpalette“ GKL    | 6 Paletten |
| • max. Anzahl „Vollpalette“ GKL  | 8 Paletten |
| • max. Anzahl „Mischpalette“ GKL | 7 Paletten |
|                                  |            |
| • ø Anzahl „Vollpalette“ GKK     | 1 Palette  |
| • ø Anzahl „Mischpalette“ GKK    | 3 Paletten |
| • max. Anzahl „Vollpalette“ GKK  | 1 Palette  |
| • max. Anzahl „Mischpalette“ GKK | 4 Paletten |

**Formel 12 Berechnung Dauer Materialbereitstellung je Palette und Ebene PG 3**

Gesamtdauer = (Anz. MP × Bereitstelldauer MP) + (Anz. VP × Bereitstelldauer VP)

Tabelle 46 Ermittlung Verteilung und Dauer der Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker GKL

<b>GKL</b>							
<b>Verteilung und Dauer Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker</b>							
<b>Ebene 3 ø 13 Paletten</b>	<b>MA</b>	<b>Mischpaletten</b>		<b>Vollpaletten</b>		<b>Ergebnis</b>	
		<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer [h:min]</b>	
Anzahl verf. Lagerlogistiker 1	1	0:12:00	6	0:02:00	7		1:26:00
							<b>max.</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 2	1	0:12:00	3	0:02:00	4		0:44:00
	1	0:12:00	3	0:02:00	3		0:42:00
						<b>max.</b>	<b>0:44:00</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 3	1	0:12:00	2	0:02:00	2		0:28:00
	1	0:12:00	2	0:02:00	2		0:28:00
	1	0:12:00	2	0:02:00	3		0:30:00
						<b>max.</b>	<b>0:30:00</b>
<b>Ebene 3 max. 15 Paletten</b>	<b>MA</b>	<b>Mischpaletten</b>		<b>Vollpaletten</b>		<b>Ergebnis</b>	
		<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer [h:min]</b>	
Anzahl verf. Lagerlogistiker 1	1	0:12:00	7	0:02:00	8		1:40:00
							<b>max.</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 2	1	0:12:00	4	0:02:00	4		0:56:00
	1	0:12:00	3	0:02:00	4		0:44:00
						<b>max.</b>	<b>0:56:00</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 3	1	0:12:00	2	0:02:00	3		0:30:00
	1	0:12:00	2	0:02:00	3		0:30:00
	1	0:12:00	3	0:02:00	2		0:40:00
						<b>max.</b>	<b>0:40:00</b>
<b>Ebene 5 ø 13 Paletten</b>	<b>MA</b>	<b>Mischpaletten</b>		<b>Vollpaletten</b>		<b>Ergebnis</b>	
		<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer [h:min]</b>	
Anzahl verf. Lagerlogistiker 1	1	0:08:00	6	0:02:00	7		1:02:00
							<b>max.</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 2	1	0:08:00	3	0:02:00	4		0:32:00
	1	0:08:00	3	0:02:00	3		0:30:00
						<b>max.</b>	<b>0:32:00</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 3	1	0:08:00	2	0:02:00	2		0:20:00
	1	0:08:00	2	0:02:00	2		0:20:00
	1	0:08:00	2	0:02:00	3		0:22:00
						<b>max.</b>	<b>0:22:00</b>
<b>Ebene 5 max. 15 Paletten</b>	<b>MA</b>	<b>Mischpaletten</b>		<b>Vollpaletten</b>		<b>Ergebnis</b>	
		<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer [h:min]</b>	
Anzahl verf. Lagerlogistiker 1	1	0:08:00	7	0:02:00	8		1:12:00
							<b>max.</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 2	1	0:08:00	4	0:02:00	4		0:40:00
	1	0:08:00	3	0:02:00	4		0:32:00
						<b>max.</b>	<b>0:40:00</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 3	1	0:08:00	2	0:02:00	3		0:22:00
	1	0:08:00	2	0:02:00	3		0:22:00
	1	0:08:00	3	0:02:00	2		0:28:00
						<b>max.</b>	<b>0:28:00</b>

Tabelle 47 Ermittlung Verteilung und Dauer der Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker GKK

<b>GKK</b>						
<b>Verteilung und Dauer Kommissionierung pro verfügbaren Lagerlogistiker</b>						
<b>Ebene 3 ø 4 Paletten</b>	<b>MA</b>	<b>Mischpaletten</b>		<b>Vollpaletten</b>		<b>Ergebnis</b>
		<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer [h:min]</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 1	1	0:12:00	3	0:02:00	1	0:38:00
						<b>max.</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 2	1	0:12:00	1	0:02:00	1	0:14:00
	1	0:12:00	2			0:24:00
					<b>max.</b>	<b>0:24:00</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 3	1	0:12:00	1	0:02:00	1	0:14:00
	1	0:12:00	1			0:12:00
	1	0:12:00	1			0:12:00
					<b>max.</b>	<b>0:14:00</b>
<b>Ebene 3 max. 5 Paletten</b>						
	<b>MA</b>	<b>Mischpaletten</b>		<b>Vollpaletten</b>		<b>Ergebnis</b>
		<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer [h:min]</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 1	1	0:12:00	4	0:02:00	1	0:50:00
						<b>max.</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 2	1	0:12:00	2	0:02:00	1	0:26:00
	1	0:12:00	2			0:24:00
					<b>max.</b>	<b>0:26:00</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 3	1	0:12:00	1	0:02:00	1	0:14:00
	1	0:12:00	1			0:12:00
	1	0:12:00	2			0:24:00
					<b>max.</b>	<b>0:24:00</b>
<b>Ebene 5 ø 4 Paletten</b>						
	<b>MA</b>	<b>Mischpaletten</b>		<b>Vollpaletten</b>		<b>Ergebnis</b>
		<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer [h:min]</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 1	1	0:08:00	3	0:02:00	1	0:26:00
						<b>max.</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 2	1	0:08:00	1	0:02:00	1	0:10:00
	1	0:08:00	2			0:16:00
					<b>max.</b>	<b>0:16:00</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 3	1	0:08:00	1	0:02:00	1	0:10:00
	1	0:08:00	1			0:08:00
	1	0:08:00	1			0:08:00
					<b>max.</b>	<b>0:10:00</b>
<b>Ebene 5 max. 5 Paletten</b>						
	<b>MA</b>	<b>Mischpaletten</b>		<b>Vollpaletten</b>		<b>Ergebnis</b>
		<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>[min]</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer [h:min]</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 1	1	0:08:00	4	0:02:00	1	0:34:00
						<b>max.</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 2	1	0:08:00	2	0:02:00	1	0:18:00
	1	0:08:00	2			0:16:00
					<b>max.</b>	<b>0:18:00</b>
Anzahl verf. Lagerlogistiker 3	1	0:08:00	1	0:02:00	1	0:10:00
	1	0:08:00	1			0:08:00
	1	0:08:00	2			0:16:00
					<b>max.</b>	<b>0:16:00</b>

### Ermittlung der Dauer von Lade-, Transport- und Bereitstellungszeiten

Aufgrund der ermittelten Anzahl von Voll- und Mischpaletten pro Bestellung (vgl. Tabelle 46, S. 139) kann in diesem Abschnitt die Berechnung der weiteren Prozesse erfolgen. Hierbei handelt es sich um die Prozesse Be- und Entladung der Lastenaufzüge, inklusive der dazugehörigen Fahrzeiten, sowie die Transporte zwischen den Gebäuden PG 3 und PG 2 und der Bereitstellung in der Schleuse (GKL) bzw. auf der

Bereitstellfläche (GKK). Sofern es dabei keine großen Differenzierungen gibt, werden die Teilprozesse zusammen betrachtet und beschrieben und nur nach Geschäftsbereich unterschieden. Die Daten und Ergebnisse, die zur jeweiligen Berechnung benötigt werden, sind aus den vorhergehenden Unterpunkten dieses Abschnittes entnommen. Sollten im Verlauf der folgenden Berechnungen besondere Begebenheiten vorherrschen, werden diese erläutert.

### Gesamtdauer Be- und Entladung Lastenaufzug PG 3

In Abhängigkeit der Kapazität des Lastenaufzuges und der Mengen an bereitgestellten Europaletten pro Bestellung und Geschäftsbereich ergibt sich eine unterschiedliche Anzahl an benötigten Be- und Entladungen des Aufzuges. Da jedoch, aufgrund der Aufrundung der Ergebnisse, die Dauer je Ladevorgang pro Palette gleich ist, entspricht die Dauer der Beladung auch der Dauer der Entladung.

Infolge ständiger Materialbereitstellungen und des Versuchs die Anzahl der Fahrten mit dem Lastenaufzug so gering wie möglich zu halten, wird von einer maximalen Auslastung des Aufzuges ausgegangen.

Zur Berechnung der Ladevorgänge werden die Formeln 13, 14, 15 und 16 benötigt. Daran anschließend erfolgt in Tabellen 49 und 50 auf Seite 145 die Auswertung.

#### **Formel 13 Berechnung Anzahl Ladevorgänge pro Bestellung**

$$\frac{\text{Anzahl Ladevorgänge}}{\text{Bestellung}} = \frac{\text{Gesamtanzahl EP}}{\text{Bestellung}} \div \text{max. Kapazität Lastenaufzug}$$

#### **Formel 14 Berechnung Gesamtanzahl EP bei vollständiger Auslastung LA**

$$\text{Gesamtanzahl EP}^{50} = \text{Anz. Ladevorgänge} \times \text{max. Kapazität Lastenaufzug}$$

#### **Formel 15 Berechnung Gesamtdauer pro Ladevorgang**

$$\frac{\text{Gesamtdauer}}{\text{Ladevorgang}} = \text{Anz. EP} \times \frac{\text{Dauer Ladevorgang}}{\text{Europalette}}$$

#### **Formel 16 Berechnung Gesamtdauer Ladevorgang**

$$\text{Gesamtdauer} = \text{Anz. Gesamtladevorgänge} \times \frac{\text{Gesamtdauer}}{\text{Ladevorgang}}$$

---

<sup>50</sup> bei vollständiger Auslastung LA



Tabelle 48 Ermittlung Dauer Ladevorgang Lastenaufzug PG 3 GKL

Ausgangswerte GKL		Dauer Ladevorgang Lastenaufzug PG 3							
Anzahl Europaletten pro Bestellung [Stk]	max. Kapazität Lastenaufzug [Stk]	Anzahl Ladevorgänge pro Bestellung		Gesamtanzahl EP bei vollst. Auslastung [Stk]	Dauer Ladevorgang pro Palette [min]	Gesamtdauer pro Ladevorgang [min]	Anzahl Gesamt-ladevorgänge	Gesamtdauer [min]	
		exakt	gerundet						
Ø	13	4	3,25	4	16	0:01:00	0:16:00	2	0:32:00
max.	15	4	3,75	4	16	0:01:00	0:16:00	2	0:32:00

Tabelle 49 Ermittlung Dauer Ladevorgang Lastenaufzug PG 3 GKK

Ausgangswerte GKK		Dauer Ladevorgang Lastenaufzug PG 3							
Anzahl Europaletten pro Bestellung [Stk]	max. Kapazität Lastenaufzug [Stk]	Anzahl Ladevorgänge pro Bestellung		Gesamtanzahl EP bei vollst. Auslastung [Stk]	Dauer Ladevorgang pro Palette [min]	Gesamtdauer pro Ladevorgang [min]	Anzahl Gesamt-ladevorgänge	Gesamtdauer [min]	
		exakt	gerundet						
Ø	4	4	1	1	4	0:01:00	0:04:00	2	0:08:00
max.	5	4	1,25	2	8	0:01:00	0:08:00	2	0:16:00

Während beim GKL die Gesamtdauer konstant bleibt, verdoppelt sich die Dauer im Bereich GKK aufgrund einer zusätzlichen Europalette.

### Gesamtdauer Fahrten Lastenaufzug PG 3

Die Anzahl der Fahrten und somit die Dauer sind abhängig von der Menge der Paletten. Bei einer Anzahl von maximal vier Paletten wird lediglich eine Fahrt von der Bereitstellfläche Lastenaufzug (Quelle) zur Bereitstellung vor dem Lastenaufzug des PG 3 (Senke) notwendig. Wird die Anzahl von vier Paletten oder um ein Vielfaches von vier überschritten, erhöht sich die Anzahl der Fahrten um zwei weitere, zu den vorhergehenden notwendigen Fahrten. Mit der Formel 17 kann die Anzahl der notwendigen Fahrten mit dem Lastenaufzug bestimmt werden und daraus folgend die Gesamtfahrzeit mit der Formel 18, Seite 146. Die ermittelten Ergebnisse sind in den Tabellen 51 und 52 auf der Seite 146 dargestellt.

#### Formel 17 Berechnung Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug

$$\text{Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug} = \frac{\text{Anzahl Ladevorgänge}^{51}}{\text{Bestellung}} \times 2 - 1$$

<sup>51</sup> gerundeter Wert

**Formel 18 Berechnung Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3**

$$\text{Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3} = \text{Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug} \times \frac{\text{Zeit}}{\text{Fahrt}}$$

**Tabelle 50 Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3 GKL**

<b>GKL</b>			
<b>Fahrzeit Lastenaufzug PG 3</b>			
<b>Anzahl Paletten</b>	<b>Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug</b>	<b>Zeit pro Fahrt [min]</b>	<b>Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3 [min]</b>
ø 13	7	0:01:00	<b>0:07:00</b>
max. 15	7	0:01:00	<b>0:07:00</b>

**Tabelle 51 Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3 GKK**

<b>GKK</b>			
<b>Fahrzeit Lastenaufzug PG 3</b>			
<b>Anzahl Paletten</b>	<b>Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug</b>	<b>Zeit pro Fahrt [min]</b>	<b>Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 3 [min]</b>
ø 4	1	0:01:00	<b>0:01:00</b>
max. 5	3	0:01:00	<b>0:03:00</b>

Wie aus Tabelle 51 ersichtlich, beträgt die Fahrzeit für den GKL stets sieben Minuten. Wohingegen in Tabelle 52 die Fahrzeit für den GKK im Durchschnitt eine Minute und maximal drei Minuten beträgt

**Gesamtdauer Transport zwischen PG 3 und PG 2**

Die Gesamtdauer zwischen den beiden Gebäuden ist abhängig von der Anzahl der Paletten und dem Bestimmungsort. Pro Fahrt kann eine EP transportiert werden. Somit ist die Anzahl der Europaletten auch gleich der Anzahl der Transporte. Während im Durchschnitt die Fahrt zur Materialschleuse GKK PG 2 und zurück zum PG 3 in etwa zwei Minuten dauert (vgl. Tabelle 53, S. 147), liegt die Fahrzeit für den Bestimmungsort Lastenaufzug GKK und zurück bei ca. einer Minuten (vgl. Tabelle 54, S. 147). Mit der Formel 19 wurde die Gesamtdauer Transport für den jeweiligen Geschäftsbereich ermittelt.

**Formel 19 Berechnung Gesamtdauer Transport**

$$\text{Gesamtdauer Transport} = \text{Anzahl Transporte} \times \frac{\text{Zeit}}{\text{Transport}}$$

Tabelle 52 Ermittlung Gesamttransportdauer zwischen PG 3 und PG 2 GKL

<b>Transporte zwischen PG 3 und PG 2 GKL</b>			
Anzahl transportierender Europaletten [Stk]	Anzahl Transporte	Zeit pro Transport [min]	Gesamtdauer Transport [min]
∅	13	0:02:00	<b>0:26:00</b>
max.	15	0:02:00	<b>0:30:00</b>

Tabelle 53 Ermittlung Gesamttransportdauer zwischen PG 3 und PG 2 GKK

<b>Transporte zwischen PG 3 und PG 2 GKK</b>			
Anzahl transportierender Europaletten [Stk]	Anzahl Transporte	Zeit pro Transport [min]	Gesamtdauer Transport [min]
∅	4	0:01:00	<b>0:04:00</b>
max.	5	0:01:00	<b>0:05:00</b>

Dauer Bereitstellung in Materialschleuse GKL

Für die Ermittlung der durchschnittlichen und maximalen Bereitstelldauer in der Materialschleuse, wurde der Wert „∅ Zeit/Palette“ aus Tabelle 38, Seite 130 als Grundlage genommen. Mit diesem Wert und der Formel 20 ergibt sich folgende Bereitstelldauer. (siehe Tabelle 55)

## Formel 20 Berechnung Gesamtdauer Bereitstellung in Materialschleuse PG 2

$$\text{Gesamtdauer Bereitstellung in Schleuse} = \text{Anzahl bereitgestellte EP} \times \frac{\text{Zeit}}{\text{Palette}}$$

Tabelle 54 Ermittlung Gesamtdauer Bereitstellung in Materialschleuse PG 2

<b>Dauer Bereitstellung in Mat.-Schleuse PG 2</b>			
Anzahl bereitgestellte Europaletten	Zeit pro Palette	Gesamtdauer Bereitstellung in	
∅	13	0:01:00	<b>0:13:00</b>
max.	15	0:01:00	<b>0:15:00</b>

Wie die Tabelle 55 zeigt liegt die Dauer der Bereitstellung in der Materialschleuse bei höchstens 15 Minuten.

### Anzahl Fahrten Lastenaufzug PG 2

Die Anzahl der bereitgestellten Paletten ist auch in diesem Fall entscheidend für die Anzahl der notwendigen Transporte und daraus folgend der Dauer Bereitstellung auf Bereitstellplatz GKK. Für die Ermittlung der Anzahl Fahrten wurde mit der Formel 21 folgendes Ergebnis, welches in Tabelle 56 ersichtlich ist, dargelegt.

#### Formel 21 Berechnung Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug PG 2

$$\text{Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug PG 2} = \frac{\text{Anzahl EP}}{\text{Bestellung}} \div \text{max. Kapazität LA}$$

Tabelle 55 Ermittlung Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug PG 2

Anzahl Europaletten pro Bestellung [Stk]		max. Kapazität Lastenaufzug [Stk]	Anzahl Fahrten mit LA PG 2	
			exakt	gerundet
Ø	4	4	1	1
max.	5	4	1,25	2

Sobald die Anzahl der Europaletten die Anzahl von vier Stück pro Bestellung übersteigt, erhöht sich die Anzahl der notwendigen Fahrten, wie die Tabelle 56 zeigt.

### Dauer Bereitstellung auf Bereitstellplatz GKK

Wie bereits bei der Ermittlung des Prozess „Transport Europalette auf Bereitstellplatz GKK“ auf Seite 131, setzt sich die Ermittlung der „Dauer Bereitstellung auf Bereitstellplatz GKK“ ebenfalls aus vier Teilbereichen zusammen. Diese sind:

- Fahrzeit Lastenaufzug in EG PG 2
- Beladung Lastenaufzug PG 2
- Fahrzeit Lastenaufzug in GKK PG 2
- Entladung Lastenaufzug PG 2

Beginnend mit der durchschnittlichen und maximalen Ermittlung „Fahrt in das Erdgeschoss“, wurde nachfolgend zu jedem Teilbereich die Dauer, in Abhängigkeit der bereitgestellten Paletten je Bestellung, berechnet.

Fahrzeit Lastenaufzug in EG PG 2

Mit den Ergebnissen aus Tabelle 39, Seite 131, Tabelle 56, Seite 148 und Formel 22, wurden für diesen Teilbereich folgende Resultate ermittelt, die in der Tabelle 57 zu sehen sind.

**Formel 22 Berechnung Gesamtfahrzeiten Lastenaufzug in EG PG 2**

$$\text{Gesamtfahrzeit Lastenaufzug in EG PG 2} = \text{Anzahl Fahrten mit LA in EG} \times \frac{\text{Zeit}}{\text{Fahrt}}$$

Tabelle 56 Ermittlung Gesamtfahrzeiten Lastenaufzug in EG PG 2

<b>Fahrzeit Lastenaufzug in EG PG 2</b>		
<b>Anzahl Fahrten mit Lastenaufzug in EG</b>	<b>Zeit pro Fahrt [min]</b>	<b>Gesamtfahrzeit Lastenaufzug PG 2 [min]</b>
1	0:01:00	<b>0:01:00</b>
2	0:01:00	<b>0:02:00</b>

Wie in Tabelle 57 ersichtlich, ist die Gesamtfahrzeit abhängig von der Anzahl der Fahrten. Demnach liegt die Gesamtfahrzeit, abhängig von bereitgestellten Europaletten je Bestellung, zwischen einer Minute und zwei Minuten.

Beladung Lastenaufzug PG 2

Für die Gesamtdauer Beladung des Lastenaufzugs, in Abhängigkeit der bereitgestellten Europaletten je Bestellung, wurde der Wert aus Tabelle 40, Seite 132 verwendet. Mit diesem Wert und Formel 23, wurde das Ergebnis für diesen Teilprozess ermittelt, welches in der nächsten Tabelle zu sehen ist.

**Formel 23 Berechnung Gesamtdauer Beladung Lastenaufzug**

$$\text{Gesamtdauer Beladung Lastenaufzug} = \frac{\text{Anzahl Paletten}}{\text{Bestellung}} \times \frac{\text{Zeit}}{\text{Paletten}}$$

Tabelle 57 Ermittlung Gesamtdauer Beladung Lastenaufzug

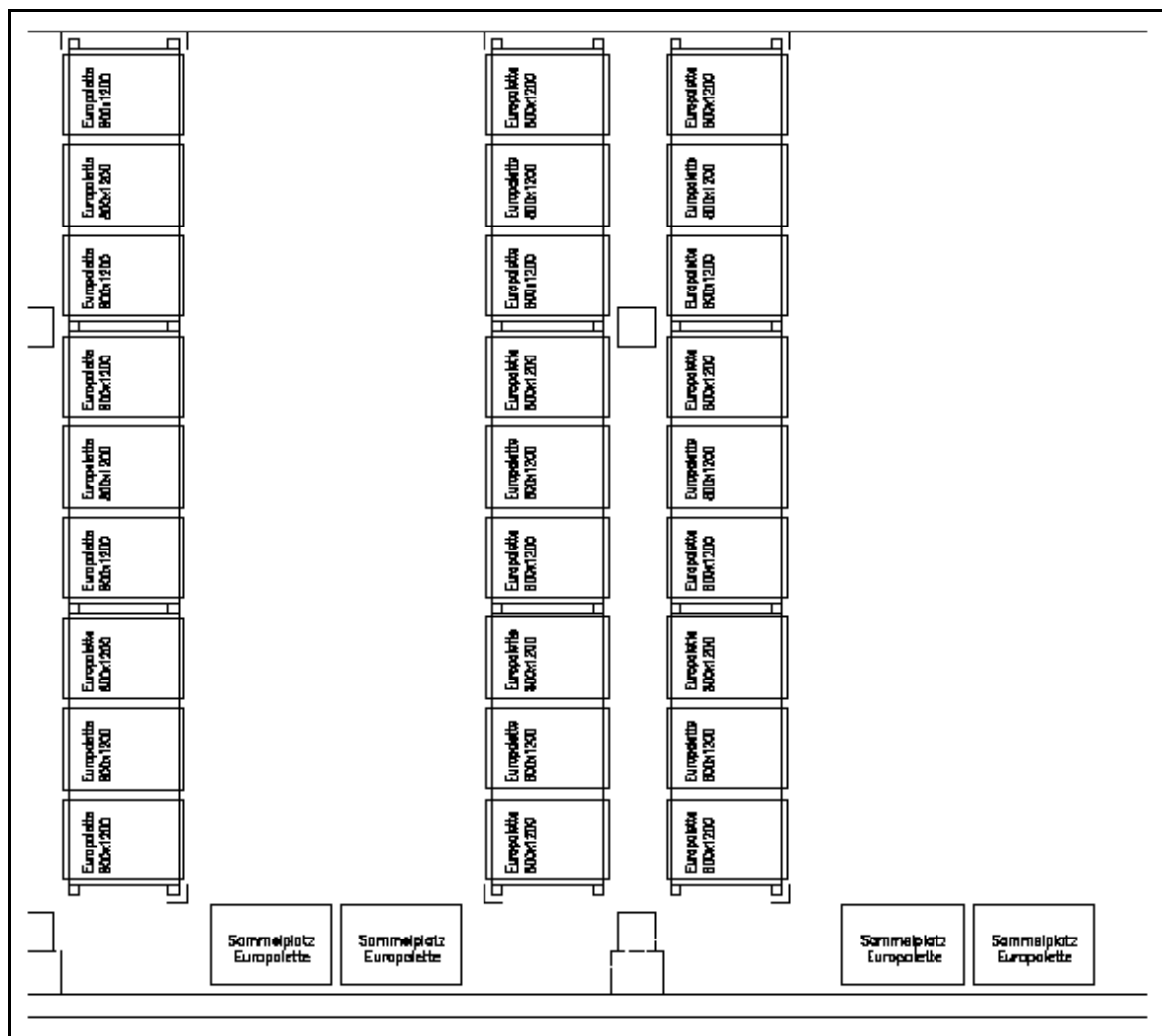
<b>Beladung Lastenaufzug PG 2</b>			
<b>Anzahl Paletten pro Bestellung</b>		<b>Zeit pro Palette [min]</b>	<b>Gesamtdauer Beladung Lastenaufzug [min]</b>
<b>Ø</b>	4	0:01:00	0:04:00
<b>max.</b>	5	0:01:00	0:05:00

Aus Tabelle 58, auf Seite 149 wird ersichtlich, dass die Beladung des Lastenaufzugs höchstens fünf Minuten in Anspruch nimmt.

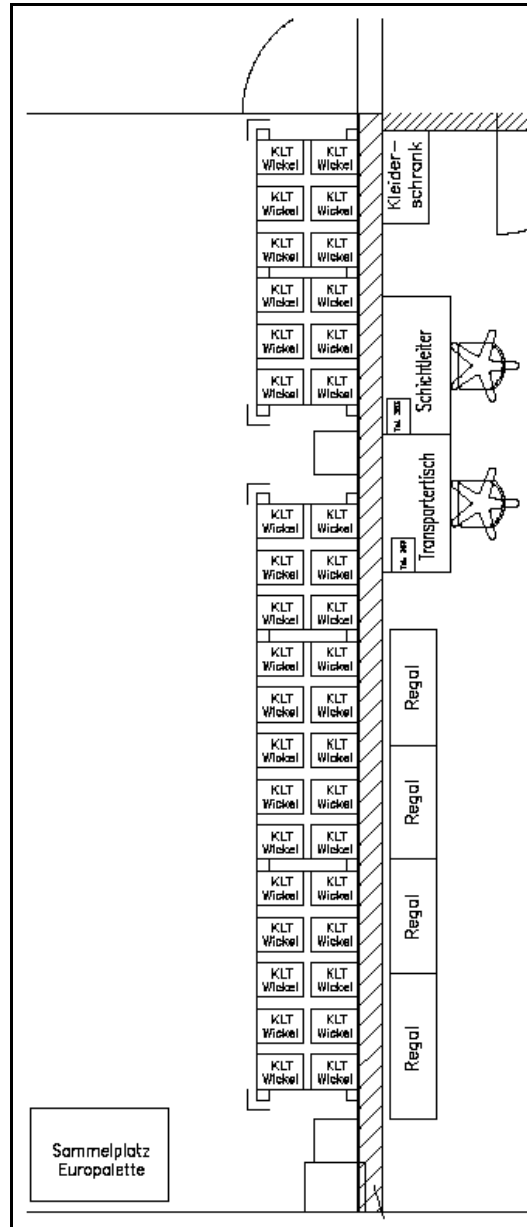
Für die Ermittlung „Fahrzeit Lastenaufzug in GKK PG 2“ und „Entladung Lastenaufzug PG 2“ wurden, aufgrund der gleichen Ausgangswerte, die Ergebnisse aus „Fahrzeit Lastenaufzug in EG PG 2“ und „Beladung Lastenaufzug PG 2“ verwendet und fließen folglich in die Gesamtermittlung ein.

Mit der Tabelle 58 endet die Ermittlung und Berechnung der Prozesszeiten für den Gesamtprozess Materialbereitstellung. Die Teil- und Endergebnisse sind im Kapitel 4.13, Seite 57 ff. abgebildet.

Anlage 33 Auto CAD Zeichnung Palettenregale Produktion



Anlage 34 Auto CAD Zeichnung Fachbodenregal Produktion



Anlage 35 Stapelbarkeit Rolluntersatz /RIMO-16/



Anlage 36 Hinweisschild "W014 Warnung vor Flurförderzeugen" /ASTA-13/

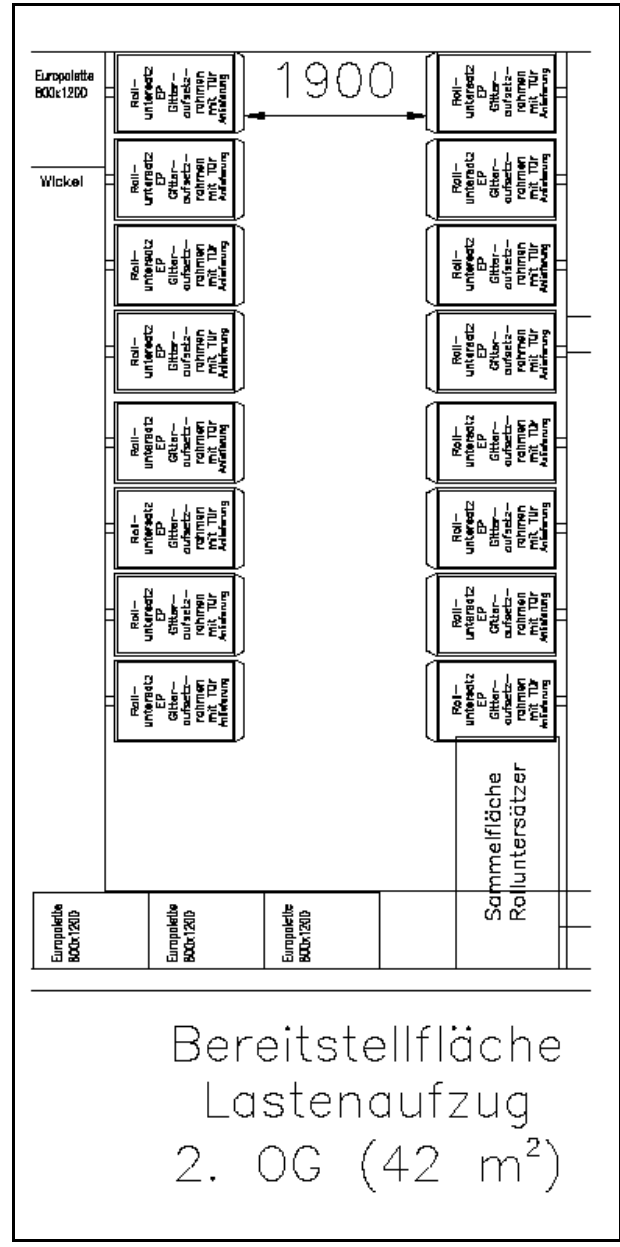


Anlage 37 Prinzip Gitteraufsetzrahmen gestapelt /STAP-14/

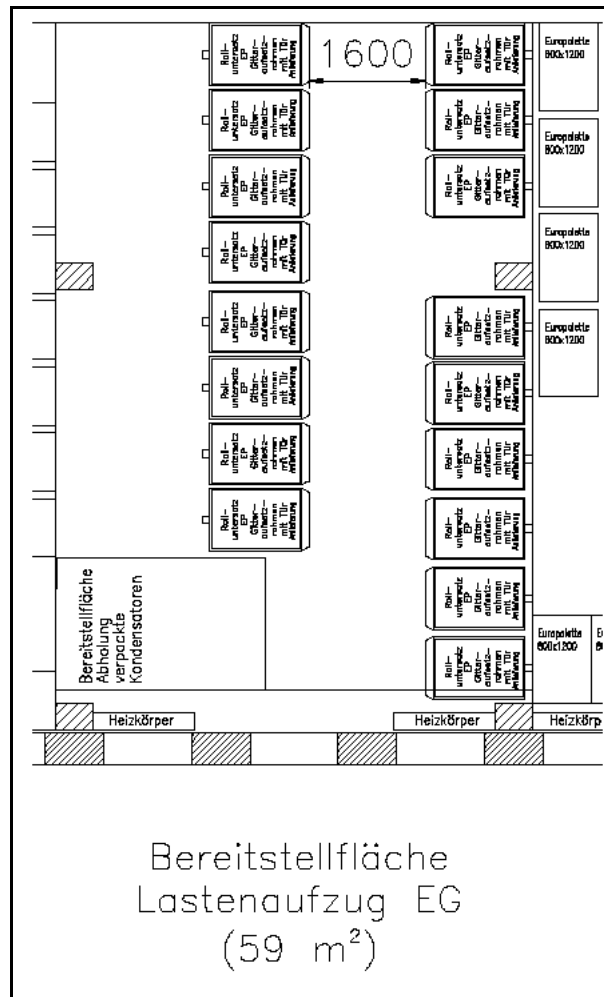




Anlage 38 Auto CAD Zeichnung der Bereitstellfläche Lastenaufzug 2. OG mit Wagen



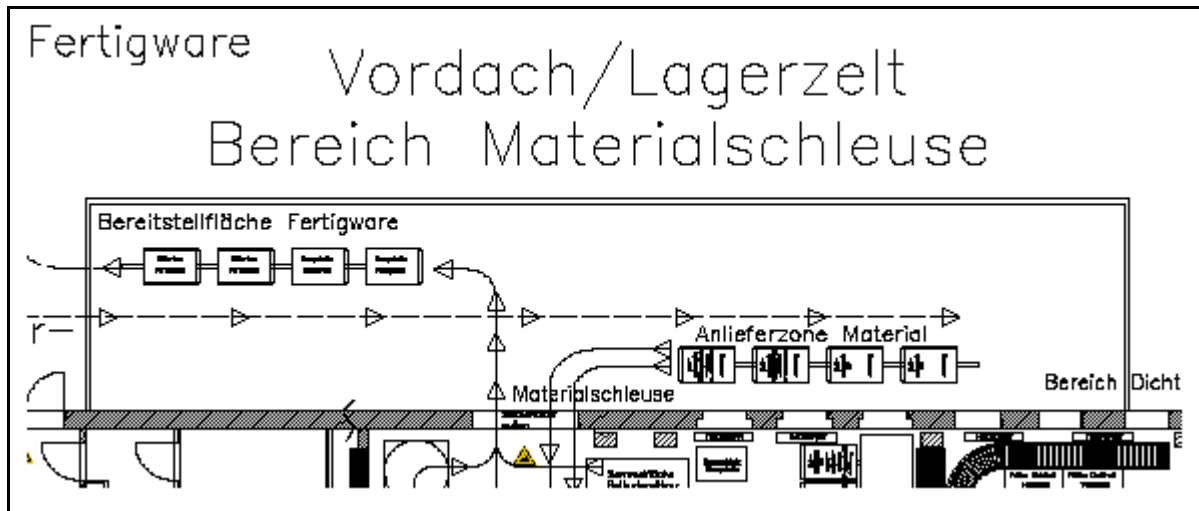
Anlage 39 Auto CAD Zeichnung der Bereitstellfläche Lastenaufzug EG mit Wagen



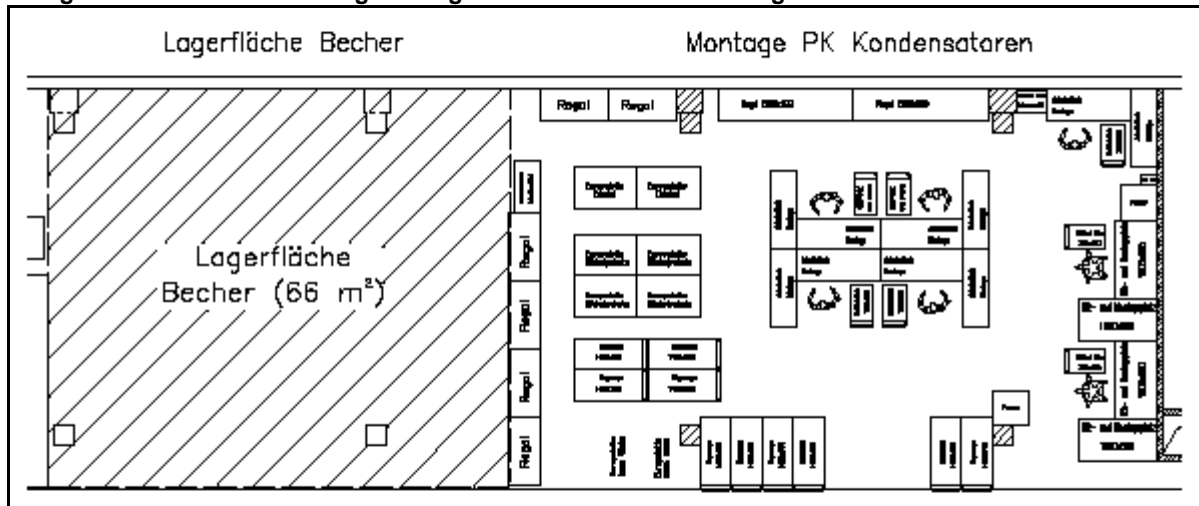
Anlage 40 Fertigware auf Rollwagen



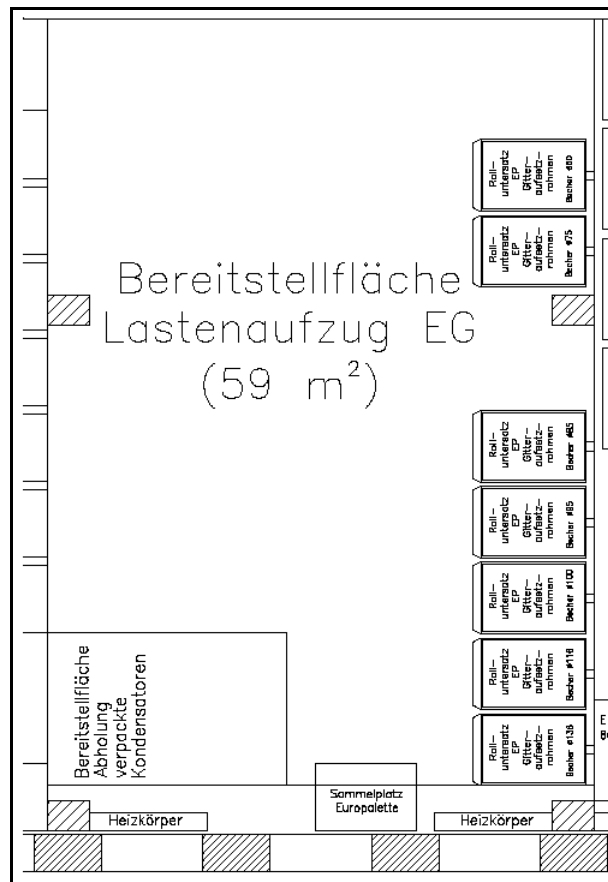
Anlage 41 Auto CAD Zeichnung der Bereitstellfläche Fertigware



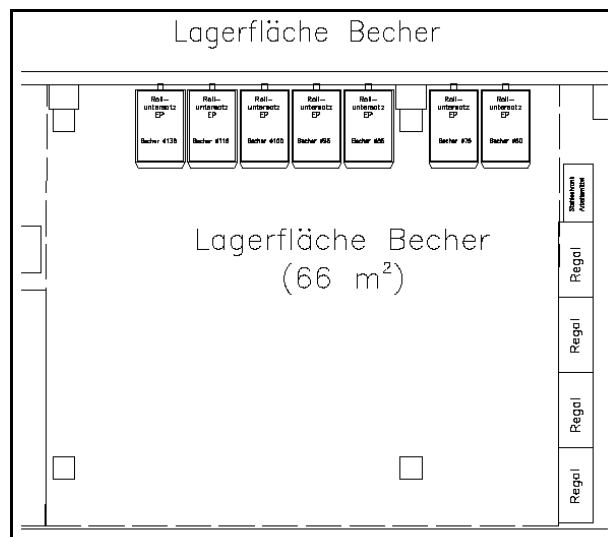
Anlage 42 Auto CAD Zeichnung der Lagerfläche Becher und Montage PK-Kondensatoren



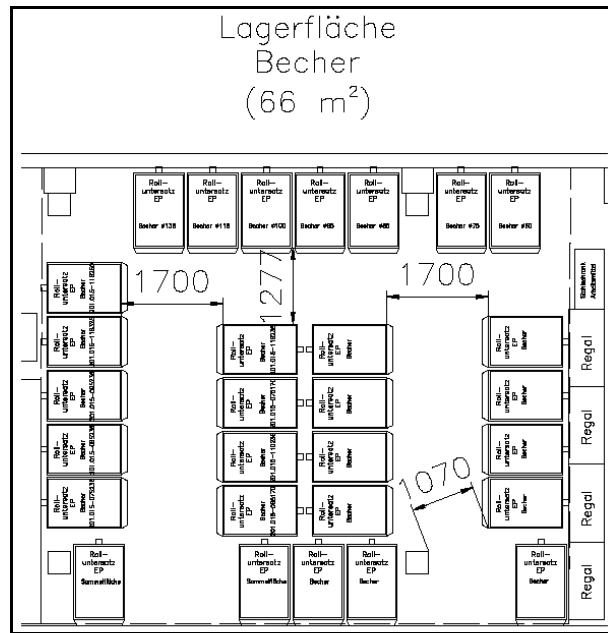
**Anlage 43 Auto CAD Zeichnung der Sammelfläche nicht verbrauchter Komponenten auf der Fläche Lastenaufzug EG**



**Anlage 44 Auto CAD Zeichnung der Sammelfläche nicht verbrauchter Komponenten auf der Lagerfläche Becher**



Anlage 45 Auto CAD Zeichnung der Lagerfläche Becher mit 29 Stellplätzen



Anlage 46 Auto CAD Zeichnung der Lagerfläche Becher mit 22 Stellplätzen

