

Masterarbeit

Optimierungspotentiale im Warenausgang eines Ersatzteillogistikzentrums

eingereicht an der

Montanuniversität Leoben

erstellt am

Lehrstuhl Industrielogistik

Vorgelegt von:
Stephan ZINK
0335129

Betreuer/Gutachter:
Dr. Kurt Schwindl
Univ.-Prof. Dr. Helmut Zsifkovits

Leoben, 31.12.2009

Eidesstattliche Erklärung

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

Danksagung

Diese Masterarbeit entstand im Zeitraum vom 13.07.2009 bis 31.12.2009 bei der MAN Nutzfahrzeuge AG, während dessen ich neben der Anfertigung der vorliegenden Masterarbeit wichtige Praxiserfahrung sammeln konnte. Seitens des Unternehmens MAN gilt mein besonderer Dank dem Firmenbetreuer Herrn Dr. Kurt Schwindl. Herr Dr. Schwindl ermöglichte mir meine Studienabschlussarbeit als österreichischer Student der Montanuniversität Leoben im Ersatzteillistikzentrum Dachau bei München zu verfassen. Überdies war Herr Dr. Schwindl nicht nur um das Ergebnis der Arbeit, sondern auch um die Kommunikation der Arbeitsergebnisse im Unternehmen bemüht. Somit hatte ich die Möglichkeit meinen Arbeitsfortschritt und einhergehende Verbesserungsvorschläge den Führungskräften und Prozessverantwortlichen zu präsentieren.

Weiterer Dank gilt den Herren Schmaus, Erl, Champosoglou, Rackerseder, Koch, Scholtyssek, Mese, Bark, Kloss, Romberger, Immisch, Gruber, Schöneberg, Frau Ochs und Frau Hackenberg sowie vielen weiteren Personen für die Beantwortung meiner zahlreichen Fragen.

Seitens des Lehrstuhls für Industrielogistik an der Montanuniversität Leoben bedanke ich mich ganz besonders bei Herrn Univ.-Prof. Dr. Helmut Zsifkovits für die Betreuung der Masterarbeit. Trotz der Distanz von über 400km funktionierte die Kommunikation und Betreuung hervorragend.

Vielen Dank!

Kurzfassung

Die logistische Leistungsfähigkeit des Ersatzteilgeschäftes der MAN Nutzfahrzeuge AG hat einen hohen strategischen Stellenwert für die gesamte Geschäftseinheit und trägt zur langfristigen Kundenbindung bei. Die wichtigste Schlüsselkennzahl zur Messung der Leistung eines Distributionszentrums stellt die Liefertreue dar.

Diese Masterarbeit ist in die folgenden drei Bereiche unterteilt: Ist-Situationsdarstellung; Schwachstellenanalyse; Konzept zur verbesserten Auftragssteuerung;

Im Zuge der Ist-Situation beschreibt der Autor die Hauptprozesse im Warenausgang des Logistikzentrum Dachau von der Auftragseinlastung über die Kommissionierung bis zur Verpackung und Verladung. Die anschließende Ist-Situationsanalyse dient der Identifizierung von Verbesserungspotentialen. In diesem Zusammenhang können folgende Schwachstellen ermittelt werden: unkoordinierte Auftragsfreigabe und Ansteuerung interner und externer Lagerbereiche; Auftragssteuerung unabhängig von der Auftragspriorität, unregelmäßige Auslastung der Kapazitäten; viele Verpackungen und Liefersplitts; hohe Durchlaufzeiten bei Terminaufträgen, fehlende Transparenz der Materialflüsse in der Verpackungs- und Verladezone;

Zur Vermeidung dieser Schwachstellen wird ein Konzept zur verbesserten Auftragssteuerung unter Verwendung der Regleranalogie der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe in Verbindung der „rückstandsorientierten Regelung“ erarbeitet. Die Terminalschränke der Regleranalogie soll die Aufträge nach deren Dringlichkeit selektieren und der Einsatz flexibler Kapazitäten soll eine bestmögliche Abstimmung zwischen Kapazitätsangebot und Kapazitätsbedarf sicherstellen. Das beschriebene Konzept wird durch weitere Verbesserungsmaßnahmen ergänzt.

Abstract

The logistic capability of the spare part business of the MAN Nutzfahrzeuge AG plays an important role for the whole business unit and supports sustainable customer loyalty. The most important key indicator to measure the performance of a distribution centre is the delivery reliability.

This master thesis is divided into the following three parts: description of the current situation; weak point analysis; concept of an improved job controlling;

In preparation to the current situation, the author describes the main processes of the outbound in the logistic center Dachau, beginning with the order release, continuing with the picking over to the packaging and shipping. The subsequent analysis of the current situation helps to identify improving potentials. In this connection, the following weak spots can be stated: uncoordinated order release and triggering internal and external storage areas; job controlling independently from the order priority; irregular utilisation of the capacity; high number of packages and delivery splits; high throughput time in case of standard order; missing transparency of the material flow in the packaging and shipping zone;

To prevent these weak spots, the author develops a concept for an improved job controlling by using the analogy of the load dependent order release in connection with the “backorder-oriented” control. The analogy of the load dependent order release selects orders according to priority and the assignment of flexible capacities ensures the coordination between the available capacities with the capacity requirements. The concept gets supplemented with additional improving methods.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	II
Danksagung	III
Kurzfassung	IV
Abstract	V
Inhaltsverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VIII
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XII
1 Einleitung	1
1.1 Relevanz des Themas	3
1.2 Einordnung und Aufbau des Logistikzentrums in Dachau	4
2 Beschreibung Prozessablauf Auslagerung	8
3 Auftragseinlastung und –ausführung unter Einsatz des LVS SILOC	19
3.1 Auftragseinlastung im Druckerraum	20
3.2 Auftragseinlastung Lagerleitstand	23
3.3 Kommissioniersysteme und –strategien.....	24
3.3.1 Kommissionieraufträge im GTL und KTL ohne AKL	28
3.3.2 Kommissionieraufträge im AKL	31
3.4 Auftragseinlastung Verpackungs- und Verladebereich.....	32
4 Analyse der Auftragseinlastung und –ausführung	34
4.1 Analyse der Auftragseinlastung und -ausführung anhand eines Beispiels	43
4.2 Zusammensetzung der DLZ.....	51
4.3 Falsche Kommissionierreihenfolge als Kernproblem der Auftragsausführung.....	53
5 Anlieferung Außenlager und Belieferung ELC-Nachschub	57
5.1 Lösungsvorschlag Bündelung A-Bestellung mit HLO-Nachschub	58
5.2 Disposition von ELC-Nachschub als aktiver „Hebel“ zur Standortentlastung.....	61
6 Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen	63
6.1 Die Regleranalogie der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe	64
6.2 Einsatz der rückstandsorientierten Regelung	66
6.3 Kombinierte Anwendung von Regleranalogie und Rückstandsregelung	70
6.4 Kapazitätsanpassung durch flexible Mitarbeiterdisposition	72
6.5 Weitere Verbesserungsvorschläge und -maßnahmen.....	75
6.5.1 Verbesserungsansätze zu Kommissionierung, Verpackung und Verladung	75
6.5.2 Beispiel einer Kommissionierrouutenbildung.....	79

7 Zusammenfassung und Ausblick82
Literaturverzeichnis86
Anhang A-1

Abkürzungsverzeichnis

A-Bestellung	Auftragsbezogene Bestellung
AKL	Automatisches Kleinteilelager
AL	Außenlager
ATP	Available to Promise
AUSL_SO	Auslagerung Sofortauftrag
AUSL_TA	Auslagerung Terminauftrag
Bhf.	Bahnhof
BOA	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
DFZ	Durchführungszeit
DLD	Durchlaufdiagramm
DLZ	Durchlaufzeit
ELC	European Logistics Center
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
FIFO	First In First Out
FPE	Frühester Plan-Endtermin
GLT	Großladungsträger
GTL	Großteilelager
HLO	Hauptlagerort
HU	Handling Unit
IT	Informationstechnologie
KLT	Kleinladungsträger
KTL	Kleinteilelager
LKW	Lastkraftwagen
lt.	laut

LVS	Lagerverwaltungssystem
MAN	Maschinenfabrik Augsburg Nürnberg
MX Award	Manufacturing Excellence Award
NAL	Nicht Auf Lager
OG	Obergeschoß
Plan-WA	Plan-Warenausgangsdatum
PP	Parts Management
RBG	Regalbediengerät
RLO	Reservelagerort
SAP	Systeme Anwendungen Produkte
SB	Sicherheitsbestand
SILOC	Siemens Logistic Components
SKU	Stock Keeping Unit
SO	Sofortauftrag
TA	Terminauftrag
TELOS	Teile Logistik Systeme
TSP	Travelling Salesman Problem
u.U.	unter Umständen
UEZ	Übergangszeit
usw.	und so weiter
WA	Warenausgang
WBZ	Wiederbeschaffungszeit
WE	Wareneingang
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Organigramm des Bereichs Teilemanagement.....	5
Abbildung 1.2: Einordnung des Unternehmens MAN	6
Abbildung 1.3: Flächenmäßige Aufteilung der Lagerbereiche im Logistikzentrum Dachau	7
Abbildung 2.1: Darstellung Prozessablauf Einlastung bis Versand für KTL und Turm 4	18
Abbildung 3.1: Prozessablauf in Anlehnung an das Trichtermodell	19
Abbildung 3.2: Auftragseinlastung lt. Mitschrift Druckerraum für Juli 2009.....	21
Abbildung 3.3: Funktionsanalogie der Anlieferung von Gebinden aus AL-Standorten	23
Abbildung 3.4: Zentrale Elemente eines Kommissioniersystems	25
Abbildung 3.5: Auflistung gängiger Kommissionierstrategien	27
Abbildung 3.6: Kombinationsmöglichkeiten zur Bildung von Kommissionieraufträgen.....	29
Abbildung 3.7: Darstellung Layout unter Kommissionierbereichstyp wegeoptimiert.....	33
Abbildung 4.1: Darstellung der Pickverläufe mit Belastungsspitzen der TA	35
Abbildung 4.2: Typischer Verlauf der Auftragseinlastung von TA im Druckerraum	35
Abbildung 4.3: Darstellung des Auftragsfortschrittes auf Positionsebene	36
Abbildung 4.4: Hierarchisierung der Optimierungs- und Koordinierungsprobleme	39
Abbildung 4.5: Pickzeitpunkte der Positionen eines Auftrages verschiedener Lagerorte	40
Abbildung 4.6: Auftragszusammensetzung SO und TA.....	41
Abbildung 4.7: Darstellung von Trichtermodell und Durchlaufdiagramm.....	43
Abbildung 4.8: DLD von aufgebrochen und ausgelagert für TA (AKL, 3.8.09)	45
Abbildung 4.9: DLD von aufgebrochen und ausgelagert für SO (AKL, 3.8.09).....	45
Abbildung 4.10: DLD von aufgebrochen und ausgelagert für SO, TA (AKL, 3.8.09)	46
Abbildung 4.11: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert für TA (AKL, 3.8.09)	46
Abbildung 4.12: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert für SO (AKL, 3.8.09).....	46
Abbildung 4.13: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert f. SO, TA (AKL, 3.8.09) ..	47
Abbildung 4.14: Auftragseinlastung von SO und TA im Druckerraum für alle Belege	47
Abbildung 4.15: DLD von aufgebrochen und ausgelagert für SO, TA (FOX, 3.8.09)	48
Abbildung 4.16: Belege aufgebrochen am 03.08.2009 für das GTL	48
Abbildung 4.17: Belege ausgelagert am 03.08.2009 vom GTL.....	48
Abbildung 4.18: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert (GTL, 3.8.2009).....	49
Abbildung 4.19: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert (GTL, 3.8.2009).....	49
Abbildung 4.20: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert für SO (GTL, 3.8.2009)...	50
Abbildung 4.21: DLZ bei Reihenfolgevertauschungen innerhalb von Warteschlangen	51
Abbildung 4.22: Elemente der Durchlaufzeit auf Positionsebene.....	51
Abbildung 4.23: DLZ-Anteile von Belegen, aufgebrochen am 03.08.2009.....	52

Abbildung 4.24: Visualisierung der Reihenfolgedisziplin.....	54
Abbildung 4.25: Abruf der Maske SA04-Akt.Abfahrtszeit am 02.11.2009 um 14:30.....	55
Abbildung 4.26: Abruf der Maske SL10-Auftragsübersicht am 02.11.2009 um 15:00	56
Abbildung 5.1: Beispielhafte Darstellung des kritischen Pfades eines Auftrages	57
Abbildung 5.2: Bestandsreservierung.....	58
Abbildung 5.3: Auslösung HLO-Nachschub als Reaktion	59
Abbildung 5.4: Disposition von ELC-Teilen entsprechend Bedarf und Bestandwert.....	61
Abbildung 5.5: Bestellung der gleichen Sachnummer eines ELC in kurzen Zeitintervallen ...	63
Abbildung 6.1: Regleranalogie der BOA und Belastungsprofil versch. Lagerbereiche	66
Abbildung 6.2: Einsatz flexibler Kapazitäten zur Vermeidung von Rückständen.....	68
Abbildung 6.3: Kumulierter Verlauf der Auslagerleistung über das gesamte GTL.....	71
Abbildung 6.4: Visualisierungsmöglichkeit betroffener Kommissionierzonen	72
Abbildung 6.5: Koordinationsbedarf der dezentralen Auftragssteuerung mittels Leitständen	74
Abbildung 6.6: Bildung von Kommissionieraufträgen.....	76
Abbildung 6.7: TA und SO nach Anzahl Positionen (oben) und bestellter Menge (unten).....	77
Abbildung 6.8: Darstellung ABC-Analyse mit anschließender Zonung.....	78
Abbildung 6.9: Stapelung von KLT auf der Fläche für unvollständige Aufträge.....	78
Abbildung 6.10: Schematische Darstellung eines Regallagers	80
Abbildung 0.1: Schematische Darstellung der Lagerstruktur	A-2
Abbildung 0.2: Eindeutige Bezeichnung Lagerplatz.....	A-4
Abbildung 0.3: TA und SO aus dem GTL und KTL nach Anzahl Positionen	A-5
Abbildung 0.4: TA aus dem GTL nach Anzahl Positionen	A-5
Abbildung 0.5: TA aus dem GTL nach bestellter Menge.....	A-5
Abbildung 0.6: SO aus dem GTL nach Anzahl Positionen.....	A-6
Abbildung 0.7: SO aus dem GTL nach bestellter Menge	A-6
Abbildung 0.8: SO aus dem KTL nach bestellter Menge	A-6
Abbildung 0.9: TA aus dem KTL nach bestellter Menge	A-7
Abbildung 0.10: TA, SO aus GTL in Anzahl Positionen entsprechend Anlieferbahnhof	A-7
Abbildung 0.11: TA aus GTL in Anzahl Positionen entsprechend Anlieferbahnhof	A-7
Abbildung 0.12: SO aus GTL in Anzahl Positionen entsprechend Anlieferbahnhof.....	A-7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Alternative Realisierungsmöglichkeiten der Kommissionierung	26
Tabelle 2: Kommissionierauftrag - automatische Zuweisung Vormittagsmodus im KTL	30
Tabelle 3: Auswertung Auftragszusammensetzung für SO und TA	42
Tabelle 4: DLZ-Anteile von Belegen, aufgebrochen am 03.08.2009	53
Tabelle 5: Qualifikationsmatrix	73
Tabelle 6: Aufträge mit Positionen in entsprechenden Regalgassen	81
Tabelle 7: Kommissionierzonen verschiedener Betriebsmodi.....	A-1
Tabelle 8: Aufgebrochene Belege im Monat Juli lt. Mitschrift Druckerraum	A-3

1 Einleitung

Ziel der Ersatzteilversorgung ist die von den Anwendern erwartete, ungestörte Nutzung eines Investitionsguts während seiner Lebensdauer zu erreichen.¹ Ein Industrieunternehmen, das anspruchsvolle technische Produkte, wie Fahrzeuge, elektronische Geräte oder hochwertige Maschinen herstellt, muss über eine leistungsfähige Serviceorganisation verfügen. Bei der Kaufentscheidung für Primärprodukte wird die Ersatzteilversorgung immer wichtiger.² Eine schlecht funktionierende Versorgung mit Ersatzteilen führt zu Störungen des Lieferanten-Abnehmerverhältnisses bis hin zum Verlust des Kunden. Beim Kauf vieler Produkte besitzt eine gut funktionierende Ersatzteil- und Instandhaltungslogistik beim Kunden oft einen höheren Stellenwert als der Preis.³

Das Ersatzteilgeschäft des Unternehmens MAN zählt zum Bereich des After Sales Service. In Dachau, unweit des Produktionswerkes in München, ist das Logistikzentrum als „Herzstück“ der Ersatzteilversorgung für LKW und Busse angesiedelt. Auf einer Lagerfläche von 63.300 m² lagern 180.000 verschiedene Sachnummern, vom Dichtring bis zum Fahrerhaus.⁴ Im Umkreis von bis zu 100 km befinden sich 7 Außenlager (ursprünglich 8), die zusätzliche Lagerflächen (89.000 m²) darstellen.⁵ In Summe umfasst die Lagerfläche somit 152.300 m². Außenlager können sowohl Reservelagerorte (RLO) als auch Hauptlagerorte (HLO) sein. Zusätzliche Niederlassungen für Nachschubzentren befinden sich an den Standorten Steyr (45.000 m²) und Salzgitter (ca. 30.000 m²). Überdies stellen fünf sog. „European Logistics Center“ (ELC) europa- und weltweit eine hohe Verfügbarkeit (kurze Lieferzeit) der Ersatzteile sicher. In den ELCs mit Standorten in Wolfsburg (Deutschland Nord), Neufahrn (Deutschland Süd), Paris (Frankreich), Bologna (Italien) und Swindon (Großbritannien) lagern 10% der hochgängigen Sachnummern.⁶

Hohe logistische Anforderungen resultieren durch die Bereitstellung des richtigen Ersatzteiles, in der richtigen Menge, am richtigen Ort, zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Qualität und zu den richtigen Kosten. Werden diese sog. „6R“ nicht erfüllt, können auf Kundenseite hohe wirtschaftliche Schäden (z.B. Spediteur kann aufgrund fehlender, falscher oder beschädigter Ersatzteile Fahrzeuge nicht reparieren und somit keine Kundenaufträge annehmen oder ausführen) entstehen, die Folgewirkungen auf das zukünftige Kaufverhalten haben. Eine gut funktionierende Ersatzteillistik trägt zur langfristigen Kundenbindung bei und hat damit wesentlichen Einfluss auf die

¹ Vgl. Koether (2004), S. 461.

² Zit. Gudehus (2007), S. 561.

³ Zit. Wannenwetsch (2004), S. 359ff.

⁴ MAN: Präsentation Parts Logistics (2008).

⁵ Siehe Anhang.

⁶ MAN: Präsentation Parts Logistics (2008).

Neukaufentscheidung eines Fahrzeuges. Im Servicemanagement ist Zeit häufig die wichtigste Zieldimension, da ein außergewöhnlicher Service auf Schnelligkeit und Flexibilität beruht.⁷ Sofortaufträge (SO), deren zeitgerechte Erfüllung hohe Anforderungen an die Auftragssteuerung stellen und den Einsatz äußerst flexibler Kapazitäten bedürfen, sind gegenüber Terminaufträgen (TA) durch eine höhere Priorität gekennzeichnet. Die termingenaue Lieferung von Sofortaufträgen darf jedoch nicht zu einer Verschlechterung der Liefertreue von Terminaufträgen führen. Die optimale Auftragserfüllung, definiert durch die „6R“, ist für den Kunden direkt „messbar“ und muss Zielsetzung aller Prozessabläufe sein.

In der vorliegenden Masterarbeit werden die Prozessabläufe im Warenausgang des Logistikzentrums Dachau von der Auftragseinlastung bis zum Versand auf Schwachstellen untersucht und anschließend Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur verbesserten Auftragssteuerung unter Beachtung der logistischen Größen Kapazitätsauslastung, DLZ, Liefertreue und Bestand abgeleitet.

Abgrenzung der Arbeit: Inhaltlich nicht beantwortet werden Fragen zur Optimierung von Teilprozessen (z.B. Optimierung der Kommissionier Routen und Entwicklung von Algorithmen) und zur optimalen Bestandsdisposition. Das Hauptaugenmerk gilt somit allen Haupt- und Subprozessen im Warenausgang und deren gegenseitigen Interdependenzen. Die Komplexität der Prozessabläufe im Logistikzentrum wird nicht durch eine fest programmierte Strategie beherrschbar. Es sind vielmehr viele Strategiebausteine, die zu einem optimalen Lösungsansatz führen.⁸

In einem modernen Distributionszentrum mit einer durchschnittlichen Auslagerleistung von 10.000 Positionen pro Tag ist der Einsatz von IT-Systemen zur effizienten Auftragsabwicklung unerlässlich. Zur Erlangung eines umfassenden Prozessverständnisses ist die Kenntnis der systemtechnischen Funktionsweise des unter anderem für die operative Steuerung eingesetzten Lagerverwaltungssystem (LVS) SILOC erforderlich. Vorliegende Masterarbeit beinhaltet damit auch eine Bündelung von Spezialwissen verschiedener Interviewpartner aus unterschiedlichen Fachbereichen und Abteilungen.

Um eine strukturierte Vorgehensweise zur Bearbeitung des Themas zu erreichen, richtete sich der Autor nach den folgenden Fragestellungen:

- 1.) Wie werden die Prozesse derzeit gesteuert und operativ ausgeführt?
- 2.) Welche Schwachstellen sind vorhanden?
- 3.) Welche Maßnahmen tragen zur Prozessverbesserung bzw. zur Vermeidung von Schwachstellen bei?

⁷ Zit. Mayer (2007), S. 205.

⁸ Vgl. Dieter (2006), S. 172.

Entsprechend der angeführten Fragen ist die Masterarbeit in die drei Hauptteile „Ist-Situations-Darstellung“, „Analyse der Ist-Situation“ und „Erarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen“ untergliedert.

Nach Erklärung der logistischen Relevanz des Themas und wichtiger Eckdaten des Logistikzentrums Dachau erfolgt in Kapitel 2 eine detaillierte Darstellung der Auslagerprozesse von der Auftragsannahme bis zum Versand. In Kapitel 3 werden die Funktionen von der Auftragseinlastung und –ausführung unmittelbar betroffenen Abteilungen (Leistände) und deren Einflussmöglichkeiten erläutert. Der Fokus liegt in der Beschreibung der systemtechnischen Hintergründe zur Ablaufsteuerung und in einer knappen Zusammenfassung theoretischer Grundlagen aus der einschlägigen Literatur zum Thema Kommissionierung. Eine ausführliche Analyse der Auslagerprozesse anhand zahlreicher Auswertungen in Form von Diagrammen bildet den Inhalt von Kapitel 4. Basierend auf den mit Daten untermauerten Analyseergebnissen werden Kernprobleme ermittelt und der Bedarf nach Verbesserungsmaßnahmen aufgezeigt. In Kapitel 5 sind Lösungsvorschläge zur Implementierung von Bündelungseffekten betreffend Außenlagerbelieferungen und ELC-Nachschublieferungen aufgezeigt. Schließlich werden in Kapitel 6 auf Basis der in Kapitel 4 ermittelten Schwachstellen ein erarbeitetes Konzept zur verbesserten Auftragsfreigabe und Ablaufsteuerung und ergänzende Verbesserungsvorschläge vorgestellt.

1.1 Relevanz des Themas

Schwankende Auftragszugänge, schnell zu erfüllende Sofortaufträge, viele interne (Hauptlagerort Dachau) als auch externe (Außenlager) Lagerbereiche, verschiedene Lagertypen (manuell, mechanisch, automatisch), feste Abfahrtszeiten und ein enormes Artikelspektrum sind nur einige Faktoren, welche den Bedarf eines effizienten Steuerungssystems erahnen lassen.

In der Literatur ist eine große Auswahl an Werken verfügbar, die sich intensiv mit produktionslogistischen Steuerungsverfahren beschäftigen. Zwar wird in einem Distributionszentrum nichts produziert, jedoch sind viele Parallelen zu logistischen Themenstellungen der Produktionslogistik zu finden. Die logistischen Anforderungen eines Distributionszentrums sind branchenspezifisch und bedürfen maßgeschneiderter Lösungen. Zahlreiche Standardwerke zur Lagerlogistik befassen sich zum Teil sehr intensiv mit Themen zur Fördertechnik, zu Kommissionierstrategien, zu Sortier- und Verteilsystemen und zu Materialflusssystemen, jedoch finden die konkurrierenden Kennzahlen DLZ, Auslastung, Bestand und Liefertreue kaum Beachtung. Aus diesem Grund wurden bekannte Steuerungsverfahren aus der Produktionslogistik (Belastungsorientierte Auftragsfreigabe mit

Trichtermodell, KANBAN, usw.) hinsichtlich Anwendbarkeit auf die spezifischen Erfordernisse im Warenausgang des Logistikzentrums untersucht.

Die Prozessabläufe im Warenausgang lassen Schwachstellen erkennen. Im Rahmen dieser Arbeit werden deren Ursachen und Möglichkeiten zur Vermeidung aufgezeigt.

Die Durchlaufzeiten, insbesondere jene der Terminaufträge, sind stark schwankend und haben einen hohen Anteil an Warte- und Liegezeiten. Externe Lagerbereiche werden unabhängig von deren Entfernung gleichzeitig mit internen Lagerbereichen mit Auslageraufträgen beauftragt. Die Auftragseinlastung unterliegt keiner Taktung, berücksichtigt nicht die aktuelle Belastungssituation und richtet sich nach Erfahrungswerten. Die Auftragspositionen kommen zu unterschiedlichen Zeiten an den Packtischen an. Als eine Folge davon werden die Positionen vor Vervollständigung des kompletten Auftrages teilverpackt (erhöhter Verpackungsmittelverbrauch) und bei Erreichen der zugeordneten Abfahrtszeiten versendet. (Kunden erhalten die Positionen über mehrere Lieferungen.) Auftragspositionen bleiben im Auftragsvorrat liegen und werden oft zu spät kommissioniert. Die Auslastung des Ladevolumens der LKW ist keineswegs optimal. Die Kapazitäten werden nach Erfahrung und Gefühl eingeteilt. Sowohl die Auslastung des Kommissionierpersonals als auch jene der Mitarbeiter an den Packtischen ist sehr unregelmäßig. Auftragseinlastung als auch –ausführung unterliegen keiner Systematik, sondern erfolgen nach Erfahrung und Gefühl. Nur sehr wenige Personen sind mit den systemtechnischen Hintergründen des LVS SILOC vertraut, wodurch eine sachgerechte und fehlerfreie Bedienung erschwert wird.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sollen als Handlungsempfehlung für ein strukturiertes Vorgehen und als Fundament für weitere Verbesserungen im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses dienen.

1.2 Einordnung und Aufbau des Logistikzentrums in Dachau

MAN ist eines der führenden europäischen Industrieunternehmen im Bereich Transport-Related Engineering und beschäftigt weltweit rund 51.000 Mitarbeiter. Die MAN Gruppe gliedert sich in die Geschäftsbereiche MAN Nutzfahrzeuge (führender Anbieter von Nutzfahrzeugen und Transportlösungen), MAN Turbo (weltweit führender Hersteller von thermischen Turbomaschinen), MAN Diesel (Weltmarktführer von Zweitakt-Schiffshauptmotoren und weltweit führender Anbieter von Viertakt-Großdieselmotoren) und sonstigen Geschäftseinheiten (Shared-Service Gesellschaften, Beteiligungen). 2008 erzielte das Unternehmen einen Umsatz von ca. 15 Mrd. Euro, wobei der Hauptanteil auf die Nutzfahrzeug-Gruppe mit einem Umsatz von ca. 10 Mrd. Euro entfällt.⁹

⁹ MAN: Unternehmenspräsentation (2009).

Die Produktpalette von MAN Nutzfahrzeuge umfasst LKW der leichten, mittleren und schweren Reihe, Sonderfahrzeuge, Reise- und Linienbusse sowie Motoren und Komponenten. Die weltweiten Produktionsstandorte für schwere LKW befinden sich in München, Salzgitter und Krakau, für leichte und mittlere LKW in Steyr, für Sonderfahrzeuge in Wien und für Motoren in Nürnberg. Busse werden an den Standorten Salzgitter (Chassis), Plauen (Premiumbusse), Starachowice und Posen (Stadtbusse) und Ankara (Reise- und Überlandbusse) gefertigt.¹⁰

Darüber hinaus wird ein breites Spektrum an Dienstleistungen für den gesamten Bereich der Nutzfahrzeuge angeboten.¹¹ Das Logistikzentrum Dachau und das gesamte Ersatzteilgeschäft ist dem Bereich „Parts Management“ und dem übergeordneten Vorstandsressort „Production & Logistics“ zugeordnet. Das entsprechende Organigramm für die Standorte Dachau, Steyr und Salzgitter mit den dazugehörigen Abteilungen ist in folgender Abbildung angeführt.

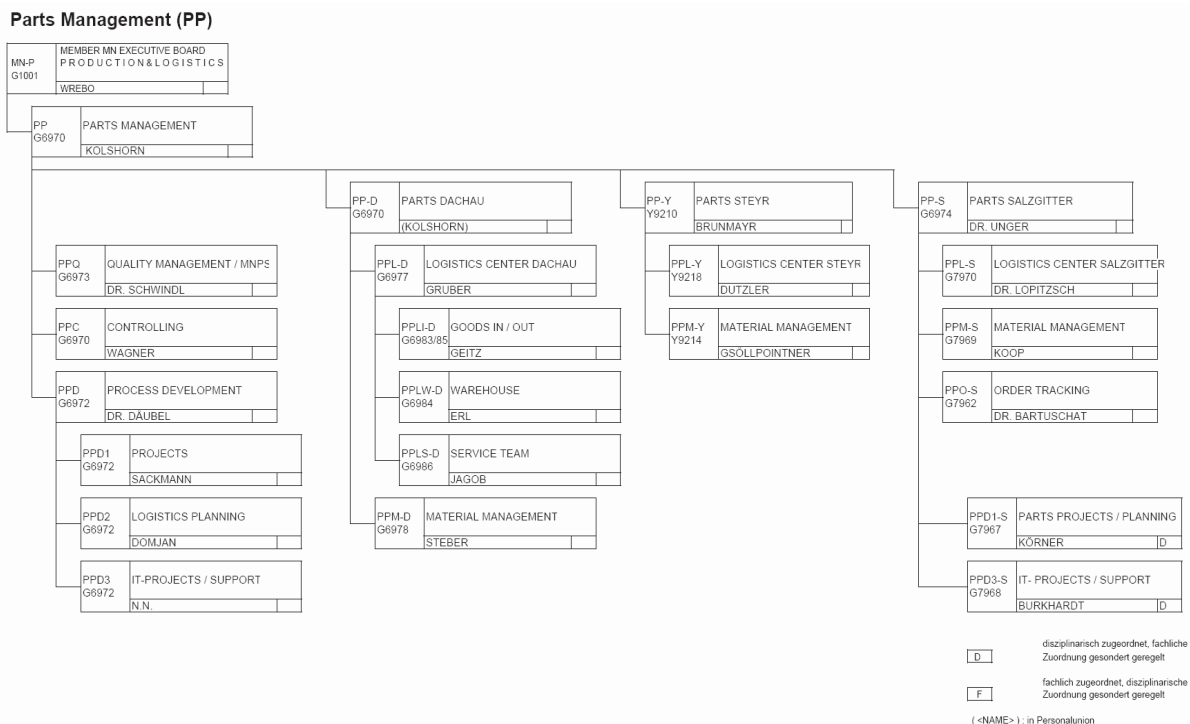


Abbildung 1.1: Organigramm des Bereichs Teilemanagement¹²

Auf der Folgeseite ist die Einordnung der Unternehmensgruppe MAN unter weiteren erfolgreichen deutschen Unternehmen, welche für den Manufacturing Excellence Award 2005 (MX Award) vorstellig wurden, dargestellt. Während das Kriterium Produktkomplexität für die durchschnittliche Anzahl der Einzelteile und Komponenten eines Produktes steht, beschreibt die Fertigungstiefe den Anteil der Eigenleistung im Verhältnis zur

¹⁰ MAN: Unternehmenspräsentation (2009).

¹¹ MAN: Corporate Design Manual (2009).

¹² MAN: Parts Management (2009).

Gesamtwertschöpfung.¹³ Die hohe Produktkomplexität und die daraus resultierende Teilevielfalt spiegeln sich im Teilespektrum des Ersatzteilwesens wider.

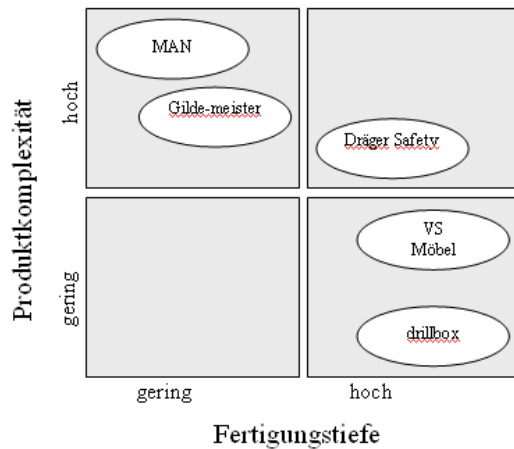


Abbildung 1.2: Einordnung des Unternehmens MAN¹⁴

Im Logistikzentrum Dachau, bestehend aus den Bereichen Wareneingang, Lagerung und Warenausgang werden in Abhängigkeit von Größe und Bedarfshäufigkeit Ersatzteile in einem automatischen Kleinteilelager (AKL), einem Kleinteilelager (KTL) und in mehreren Großteilelager (GTL) gelagert. Die Lagerbereiche des GTL benötigen mit Abstand die größte Lagerfläche.

Eine regelmäßig durchgeführte ABC-Klassifizierung mit anschließender Zonung sorgt für die richtige Lagerplatzzuordnung der Ersatzteile und soll zu einer Verbesserung der Auslagerleistung beitragen. (Lagerung von Schnelldrehern in den vorderen und unteren, von Langsamdrehern in den hinteren und oberen Regalplätzen.) Neben der Zonung wird zwischen einer gesteuerten und ungesteuerten Lagerhaltung unterschieden. Während im Falle einer gesteuerten Lagerhaltung chaotisch nach verfügbarem Platz (Lagerplatz ist nicht vorgegeben) eingelagert wird, erfolgt in Lagerbereichen mit ungesteuerter Lagerhaltung eine feste Lagerplatzzuordnung (feste Zuordnung von Lagerplatz und Sachnummer). In allen Lagerbereichen mit Ausnahme des AKL („Ware zur Person“) wird nach dem Prinzip „Person zur Ware“ kommissioniert. In Abbildung 1.3 sind der Grundriss des Logistikzentrums und die flächenmäßige Aufteilung der einzelnen Lagerbereiche dargestellt. Die roten Pfeile symbolisieren die Materialflüsse der kommissionierten Ware aus den verschiedenen Lagerbereichen in den Warenausgang, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Materialflüsse aus dem KTL (erstes Obergeschoß) und den Außenlagerstandorten verzichtet wird. Der Abtransport von Kommissionierbehälter erfolgt im KTL und AKL im Gegensatz zum GTL nicht mittels Stapler, sondern überwiegend mit Rollenförderer.

¹³ Vgl. Mayer (2007), S. 67.

¹⁴ Quelle: Mayer (2007), S.68.

Die dazugehörigen Anlieferorte (Senken) in Form von vier „Türmen“ sind in der WA-Halle unweit der zugeordneten Bahnhofsgruppen positioniert. Der Abtransport der zur Kommissionierung bzw. Sortierung eingesetzten KLT erfolgt automatisch nach Eingabe der Bahnhofsgruppe. Aufträge größeren Volumens oder Gewichtes werden über eine Rampe vom Obergeschoß ins Erdgeschoß transportiert. Der innerbetriebliche Transport der Kommissioniereinheiten aus dem GTL geschieht in der Regel mit elektrisch betriebenen Fahrzeugen. - z.B. mit Staplern oder Kommissionierameisen

Jede Bahnhofsgruppe besteht aus mehreren Bahnhöfen bzw. Packtischen, welche wiederum bestimmten Verloaderampen (Dockingstation) zugeordnet sind. Bereits verpackte Ware, deren Versandzeitpunkt noch nicht erreicht ist, wird bis zur Ankunft des Trailers auf einer eigens ausgewiesenen Fläche zwischengepuffert. Direkt daneben befindet sich eine weitere Pufferfläche für über Salzgitter zu verladende Seefracht.

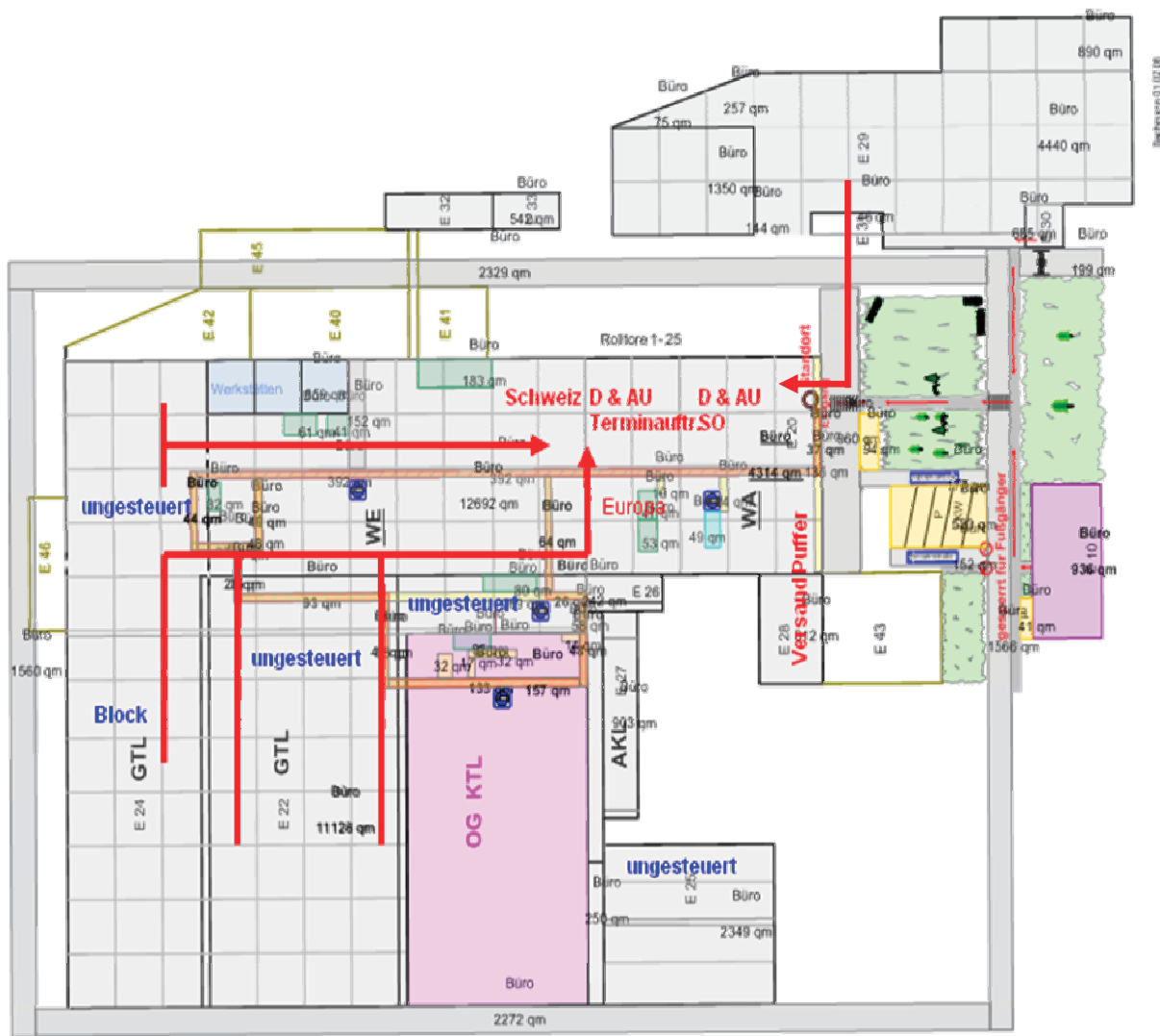


Abbildung 1.3: Flächenmäßige Aufteilung der Lagerbereiche im Logistikzentrum Dachau¹⁵

¹⁵ Projekt RASI (2008), S.7.

2 Beschreibung Prozessablauf Auslagerung

In den folgenden Ausführungen wird der Prozessablauf der Auslagerung am Beispiel eines Auftrages, kommissioniert im KTL und transportiert zu Turm vier, beschrieben. Die genaue Darstellung der Ist-Situation ist Grundvoraussetzung für eine anschließende Analyse und trägt zur Erlangung des Systemverständnisses der sehr komplexen Prozessabläufe im Warenausgang des Distributionszentrums bei. Zur Erfassung der Ist-Situation hat der Autor alle ihm zur Verfügung stehenden Informationsquellen, wie beispielsweise das von Siemens erstellte Pflichtenheft für das LVS SILOC und relevante firmeneigene Dokumente, wie Präsentationen und Prozessanweisungen, genutzt. Die genannten Dokumente beschreiben meist nur Ausschnitte und spiegeln die aktuelle Situation nicht vollständig wider, weshalb besonders in der Anfangsphase, aber auch begleitend über den gesamten Zeitraum, persönliche Interviews zur Vervollständigung der Informationen unerlässlich waren.

Unter der häufig verwendeten Bezeichnung „Beleg“ oder „Position“ wird in Anlehnung an das LVS SILOC eine bestimmte Sachnummer verstanden. Eine zu kommissionierende Position entspricht der Bewegung des Kommissionierers zum Lagerplatz. Selbst wenn die zu entnehmende Stückzahl größer eins ist handelt es sich um eine Position.

In Abbildung 2.1 ist der gesamte Prozessablauf eines Auslagervorgangs vom Auftragseingang bis zur Verladung in Form einer ereignisgesteuerten Prozesskette dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit war eine Beschränkung der EPK-Darstellung auf die Kommissionierung im KTL und den Transport zum Turm vier nötig. Überdies konnten trotz hohen Detaillierungsgrades nicht alle Einzelheiten berücksichtigt werden. (An dieser Stelle nicht berücksichtigte, jedoch relevante Themen wie Kommissioniermodi, Kommissionierzonen, Routenplanung finden noch ausführlich in späteren Kapiteln Beachtung.) Im folgenden Abschnitt wird der gesamte Prozessablauf entsprechend EPK in Textform beschrieben und mit zusätzlichen Informationen ergänzt.

Die wesentlichen Kundengruppen für das Ersatzteilgeschäft in Dachau stellen Werkstätten, Abholer und ELC's dar. Benötigen Werkstätten oder Abholer, z.B. aufgrund von Reparaturen, Ersatzteile, findet eine Verfügbarkeitsprüfung im werkseigenen Lager statt. Im Falle einer Nichtbevorratung wird ein Auftrag an TELOS (Teile Logistik Systeme) gesendet und die grundsätzliche Verfügbarkeit (ATP: Available to promise) geprüft. Der Lagerort spielt zu diesem Zeitpunkt noch keine Rolle, relevant ist lediglich die Verfügbarkeit der entsprechenden Auftragspositionen. Erst nach erfolgter Prüfung wird der Lagerort ermittelt. Ist eine Lieferung aus Dachau möglich, wird der Auftrag ins SAP-System Dachau übermittelt, ansonsten gelangt der Auftrag nach Steyr oder an eines der ELC's. Neben Werkstätten und Selbstabholern werden auch die ELC's mit Teilen versorgt. Die Nachschubbestellungen

(auch Umlagerungen genannt) werden nicht von Kunden, sondern von einer firmeninternen Disposition ausgelöst.

Ist die Auslieferung eines Kundenauftrages aus dem kundennächsten ELC möglich, wird direkt vom ELC geliefert, andernfalls wird der Auftrag vom SAP-System in das LVS SILOC übermittelt. Bei einer Lieferung aus Dachau erhält der Kunde die bestellte Ware entweder auf direktem (ohne ELC-Zwischenstopp) oder indirektem (Rampendreher: mit ELC-Zwischenstopp) Wege. Die Entscheidung der Auftragsart (SO oder TA) hängt von der Dringlichkeit des Kundenbedarfs ab und wird folglich vom Kunden getroffen.

Im Ausnahmefall der Nicht-Bevorratung einer Sachnummer (z.B. aufgrund „nicht gelebter Sachnummern“) besteht aus Kundensicht die Möglichkeit der Nachfrage bei anderen Kunden.

Im Folgenden wird von der Verfügbarkeit der benötigten Positionen am HLO Dachau oder an einem der dazugehörigen Außenlagerstandorte ausgegangen. Grundsätzlich werden die beiden Auftragsarten Termin- und Sofortaufträge unterschieden. Die Vorlaufzeit für Terminaufträge ist theoretisch mit fünf Tagen festgelegt. In der Praxis findet folgender Ablauf Anwendung: Unterschieden wird zwischen einem Kundenwunschtermin und einem Bestelltermin. Während der Bestelltermin das Datum der Bestellung beschreibt, ist der Kundenwunschtermin als Wunschtermin der Verfügbarkeit der Ware beim Kunden zu verstehen. Der Kundenwunschtermin ist jedoch im SAP-System auf Erfüllbarkeit zu prüfen und zu bestätigen. Nicht jeder Kundenwunschtermin wird somit automatisch bestätigt. (Insbesondere wenn eine Erfüllbarkeit aufgrund der benötigten Administrations-, Transport-, und Kommissionierzeiten nicht möglich ist.) Zur Ermittlung des werksinternen Plan-WA wird ausgehend vom bestätigten Kundenwunschtermin eine Rückwärtsterminierung durchgeführt. Die Zeitspanne zwischen dem bestätigten Kundenwunschtermin (Liefertermin) und des Plan-WA entspricht der gesamten Transportzeit.

Sofortaufträge werden automatisch und permanent vom übergeordneten SAP-System ins LVS SILOC übermittelt. Zielsetzung bei Sofortaufträgen ist sicherzustellen, dass der Kunde die Ware innerhalb von 24 Stunden erhält bzw. dass die eingetroffenen Bestellungen noch am Tag des Auftragseinganges versendet werden. Entscheidendes Hauptkriterium dafür ist die so genannte Cut-Off Zeit, welche den spätest zulässigen Zeitpunkt des Auftragseinganges beschreibt, um eine Auslieferung noch am selben Tag sicherzustellen. Ist die letzte Abfahrtszeit eines Auftrages mit 19:00 Uhr festgelegt, darf der Auftrag bis spätestens 18:00 Uhr eingehen. (Also bis eine Stunde vor Auslieferung.) Für die Conny-Halle (explizit für die Lagerung von Glas unweit vom HLO Dachau) sind es zwei Stunden und für eine Anlieferung aus dem Außenlager Garching vier Stunden aufgrund der längeren

Transportzeit.¹⁶ Unabhängig von der Auftragsart werden die Aufträge vom MA im Druckerraum (alte Bezeichnung, da früher die Fasskarten zur Kommissionierung gedruckt wurden) freigegeben. Nach Freigabe der Aufträge ist im LVS SILOC der Status „aufgebrochen“ aktiviert. Dieser Status hat bestandsreservierende Wirkung. Wenn der Bestand an einem der Außenlager verfügbar ist, wird die bestellte Menge systemisch auf enthaltene Gebinde überprüft. Ist in einer Bestellung ein Gebinde enthalten und dieses in einem der Außenlager verfügbar, wird selbst dann von den Außenlagerstandorten angeliefert, wenn die Verfügbarkeit der Positionen am HLO gegeben ist. Die automatische Auftragsübermittlung an die Außenlager zur Lieferung von Gebinden wird A-Bestellung (auftragsbezogene Bestellung) genannt. Manuell zu aktivierende Außenlagerorte sind im LVS gekennzeichnet. Immer nach Aktivierung der Aufträge werden die manuell anzustoßenden Außenlager mit Auslieferungen beauftragt.¹⁷ Nach beendeter Kommissionierung in den AL erfolgt der Abtransport mit dem nächsten LKW nach Dachau. Der Transport von den Außenlagerstandorten zum Zentrallager ist durch feste Abfahrtszeiten geregelt.

Ist kein Gebinde enthalten bzw. entspricht die Bestellmenge nicht genau der Gebindeanzahl, wird die Bestellmenge bzw. die nach Abzug der Gebinde noch zu ergänzende Bestellmenge vom HLO Dachau entnommen. Die Auslagerstrategie am HLO als auch diejenige an den AL-Standorten richtet sich nach dem FIFO-Prinzip.

Nach Freigabe der Auftragspositionen ist eine Zuweisung an die Scanner der Kommissionierarbeitsplätze möglich. Die Zuweisung erfolgt entweder automatisch, manuell oder mittels Fasskarte. Im Zuge der automatischen Zuweisung „zieht“ das System die aufgebrochenen Belege aus dem Auftragsvorrat des Leitstandes und weist diese dem Scanner eines Kommissionierers zu. Die Zuweisung erfolgt nach klar definierten Kriterien. Grundsätzlich wird jeder Auftrag mit einer Priorität in Form einer Zahl gekennzeichnet. Je niedriger die Prioritätszahl desto höher ist die Priorität des Auftrages. Als Hauptkriterium für die Berechnung fließt die Zeitspanne bis zur Erreichung des Plan-WA bzw. der Abfahrtszeit ein. Die Wirksamkeit der Priorität ist vom eingestellten Betriebsmodus abhängig. Neben der automatischen Zuweisung besteht für die Mitarbeiter im Leitstand die Möglichkeit Auftragspositionen manuell zuzuweisen. Im Gegensatz zur beleglosen Kommissionierung findet auch die Kommissionierung mittels Fasskarte Anwendung.

Zur Vervollständigung wird angeführt, dass das so genannte Verschlusslager (auch Käfig genannt. Hier erfolgt die Lagerung von wertvoller Verschlussware, wie bspw. Modellautos)

¹⁶ Erl (2009), S.7.

¹⁷ Scholtyssek (2009), S.24.

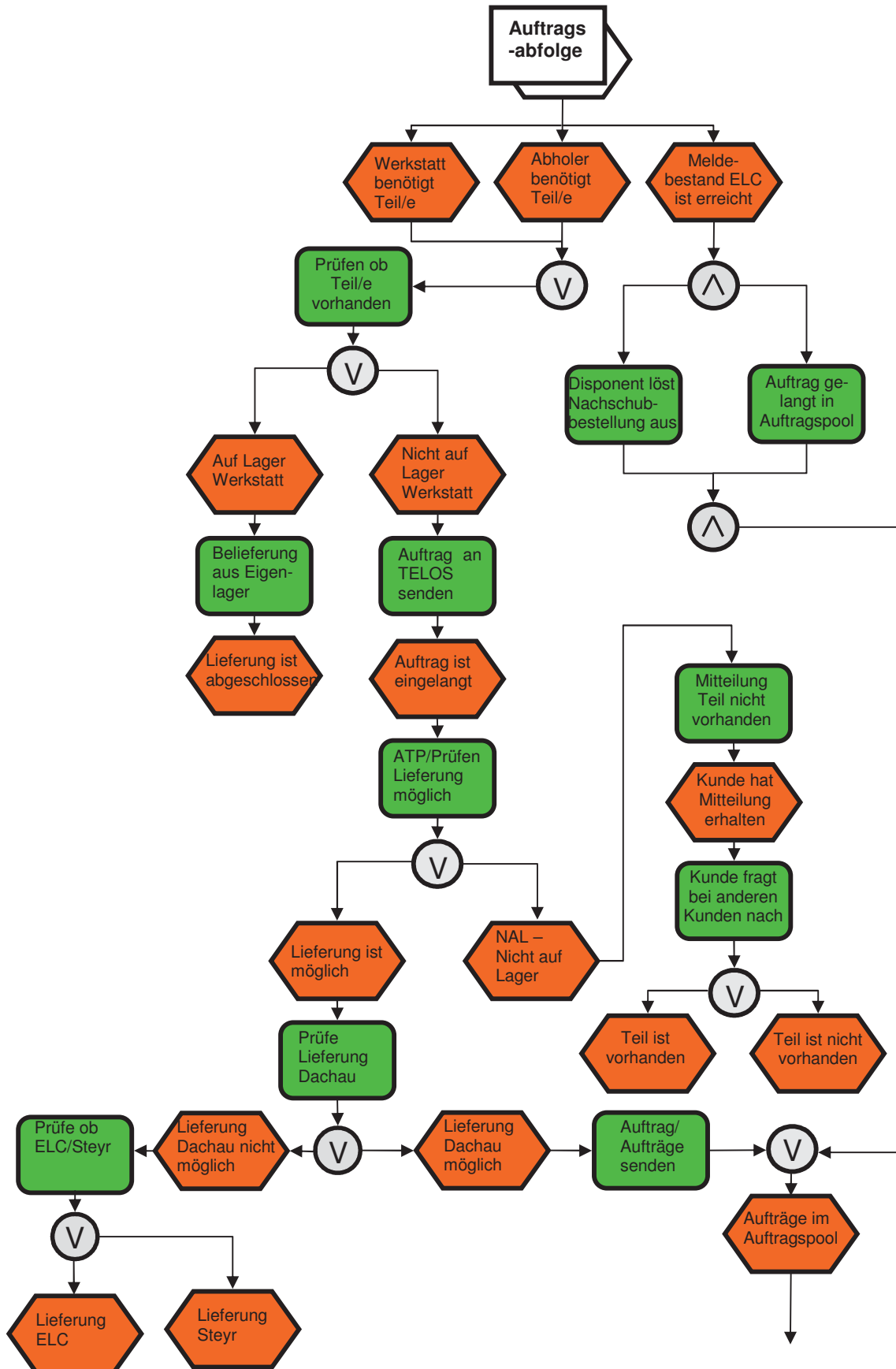
von der Kommissionierung im KTL getrennt ist und nur mittels Fasskarte kommissioniert wird.

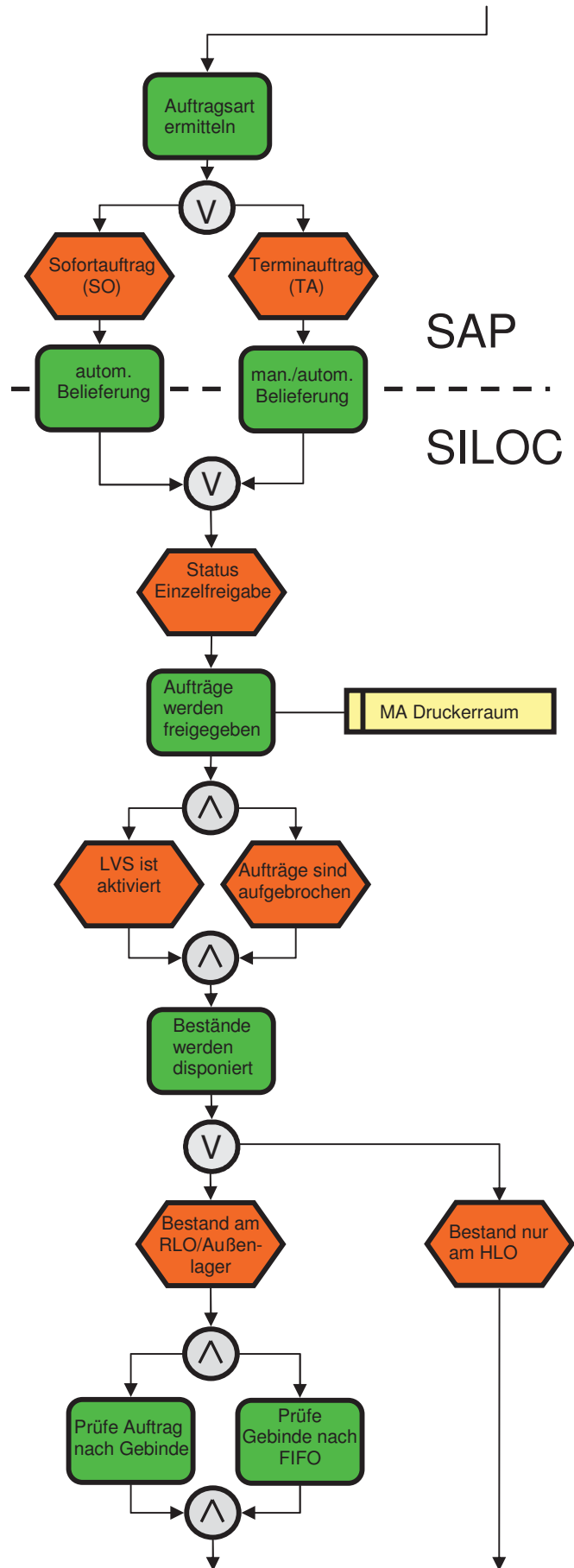
Für den Fall, dass Positionen am HLO Dachau gelagert, jedoch nicht verfügbar sind (z.B. weil reserviert, zu geringer Restbestand, kein Bestand, ...) wird ein Rückstand ausgelöst. Eine Kommissionierung der erforderlichen Positionen ist erst nach Eintreffen der Nachschubware möglich. Entspricht die Ladeeinheit einer Nachschublieferrung nicht der bestellten Stückzahl, wird zuerst eingelagert und der erzeugte Rückstand mit Priorität kommissioniert. Bei Übereinstimmung von Ladeeinheit und Bestellmenge des Kunden wird die Ladeeinheit zur Transporteinheit und direkt (crossdocking) zum entsprechenden Bahnhof im Logistikzentrum zur weiteren Verpackung (Erstellen Versandpapiere) geliefert.

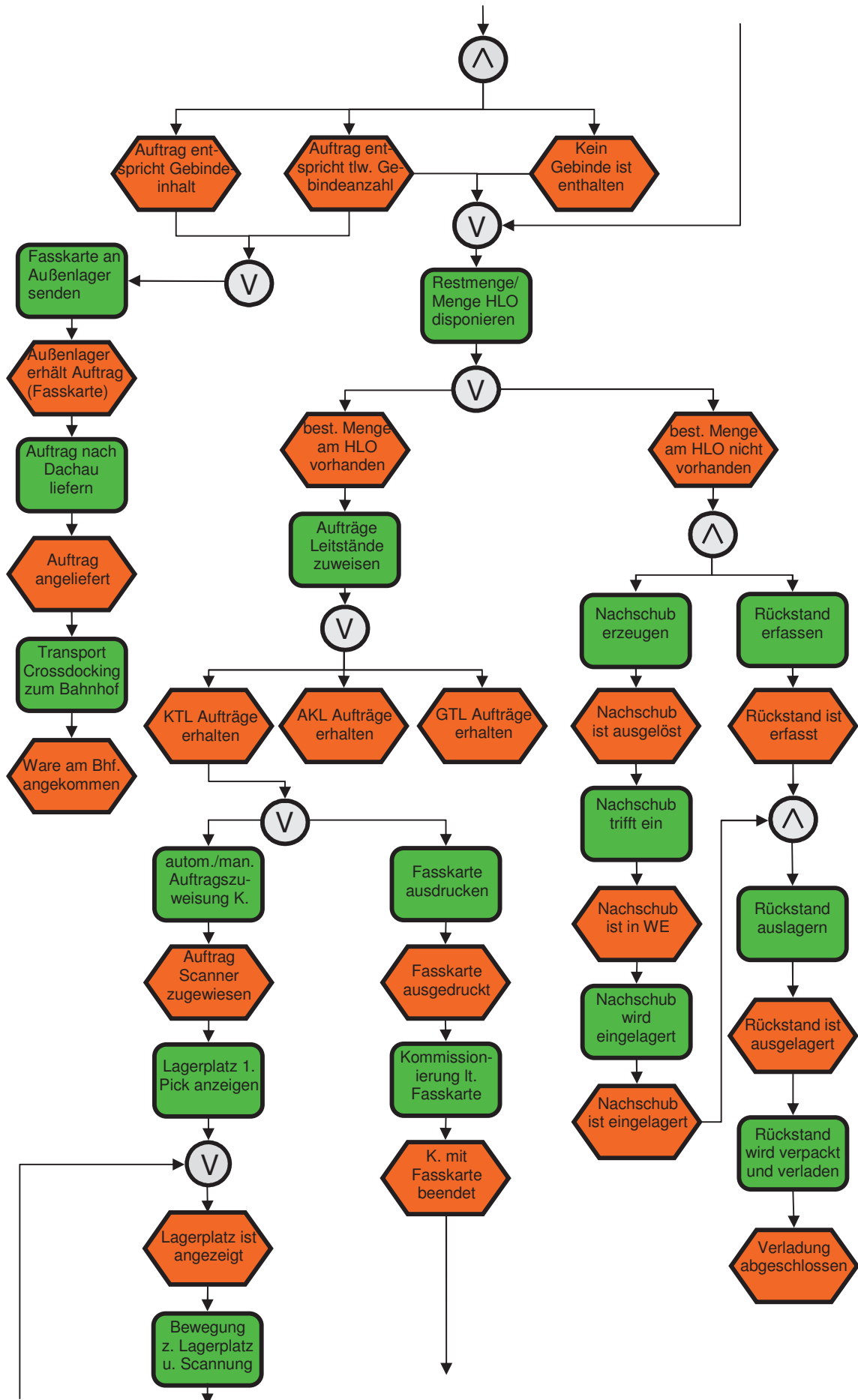
Im Falle der beleglosen Kommissionierung (Regelfall) erhält der Kommissionierer die Belege auf einen mobilen Scanner übermittelt. Der Kommissionierer startet den Kommissioniervorgang durch Quittierung des Auftragserhaltes und begibt sich zum angezeigten Lagerplatz (Status SILOC: in Bearbeitung). Die Scannung des Lagerplatzes gilt als Bestätigung, dass der Kommissionierer am richtigen Lagerplatz angekommen ist. Nach Anzeige der Entnahmemenge wird der eigentliche „Pickvorgang“ durch Entnahme der Position(en) vom Regalplatz und Abgabe in die mitgeführten Kommissionierbehälter (diese stellen entweder Kartonagen oder KLT dar) ausgeführt. Im KTL wird zwischen zwei Kommissionierarten unterschieden. Bei der ersten Variante (diese ist im EPK beschrieben) führt der Kommissionierer in der Regel bis zu sechs Kartonagen als Kommissionierbehälter am Rollwagen mit. Die entnommenen Positionen werden in einer beliebigen Kartonage abgelegt und erst an der Vorsortierwand entsprechend Anlieferbahnhof in KLTs umgelagert. Bei der zweiten Variante wird direkt in die KLTs bahnhofsrein bzw. entsprechend Lieferungsnummer kommissioniert. Unabhängig der gewählten Kommissioniervariante bestätigt der MA die Entnahmemenge am Scanner, wodurch der Druck eines SKU-Labels (auch Picklabel genannt) initiiert wird. Das SKU-Label wird auf eine der entnommenen Positionen einer Sachnummer geklebt. Wird kein weiterer Lagerort angezeigt, ist der Kommissionierauftrag vollständig und kann abgeschlossen werden. Sollte die Entnahmemenge das Volumen der mitgeführten Kommissionierbehälter übersteigen, ist ein Splitten des Kommissionierauftrages vonnöten. Nach Abschluss des Kommissionierauftrages erfolgen die Vorsortierung und der Abtransport. Wurde entsprechend Variante eins kommissioniert, ist eine Umlagerung in einen Leerbehälter (KLT) erforderlich. Der KLT wird „eröffnet“, indem frontseitig eine zu scannende Identifikationskarte mit Barcode angebracht wird. Im Anschluss der Barcodescannung ist der Anlieferbahnhof an der stationären Bildschirmmaske der Vorsortierwand einzugeben. Alle Positionen werden entsprechend Anlieferbahnhof von den Kartonagen in den Leerbehälter umgelagert.

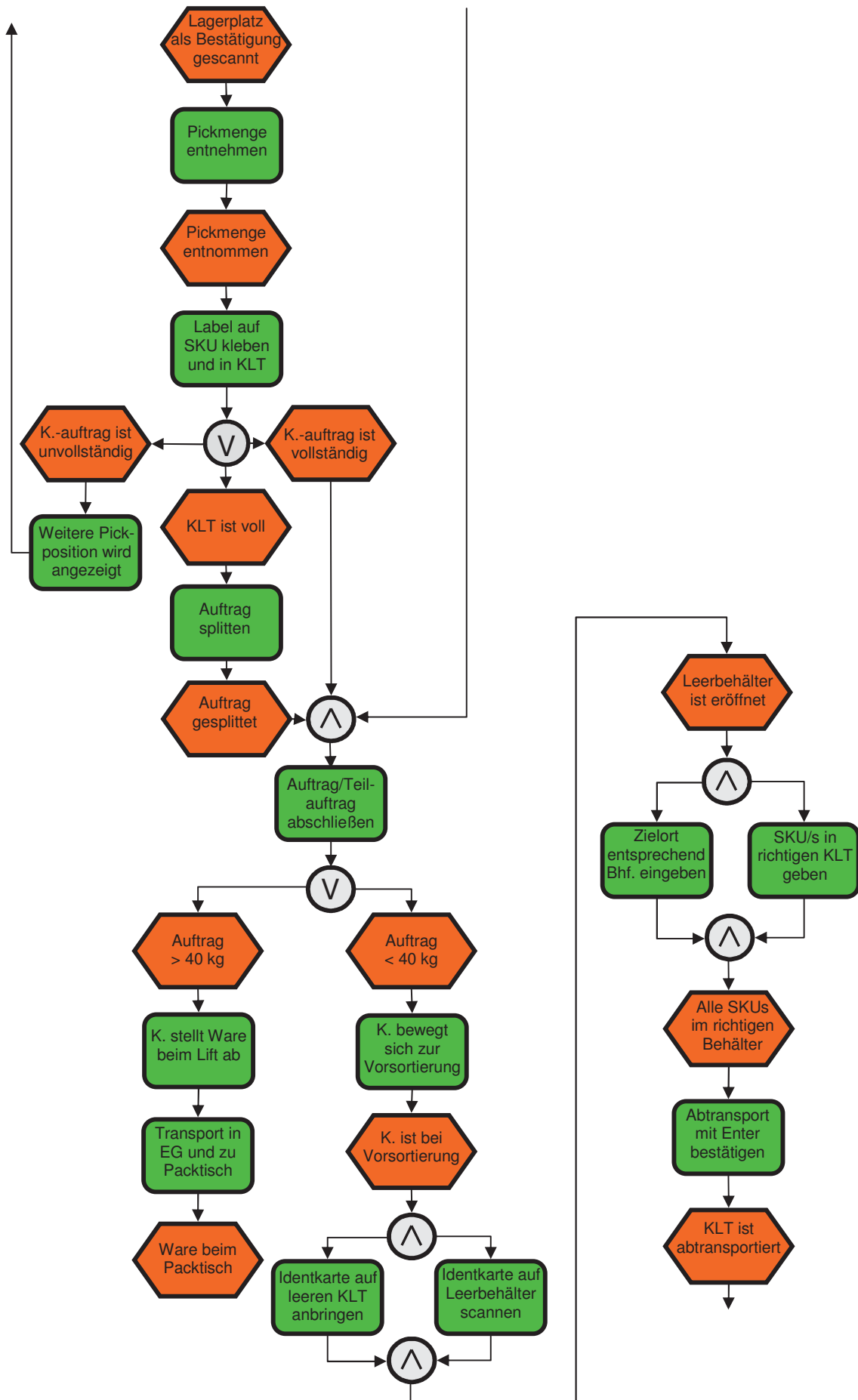
Befinden sich alle Positionen im eröffneten KLT, wird der Abtransport mit dem Rollenförderer bestätigt. Der KLT wird zum entsprechenden Turm (in diesem Fall zu Turm vier) transportiert und nach Ankunft von einem MA in der Warenausgangshalle empfangen (Status SILOC: ausgelagert). Der MA entnimmt die Identkarte (diese wird wieder verwendet) und ladet die angelieferten Positionen zur Verdichtung der oftmals spärlich befüllten KLT aus dem KTL (oft nur wenige Positionen in einem KLT) in bereits gestapelte KLTs um. Der leere KLT wird vom Rollenförderer genommen und über den Behälterkreislauf erneut der Kommissionierung zugeführt. Hat der KLT-Stapel eine bestimmte Höhe erreicht, wird der gesamte Stapel zur Bahnhofsguppe befördert. (Anmerkung: Sollte die Abfahrtszeit lt. Plan-WA für einen bestimmten Beleg erreicht sein, so wird der Beleg direkt zum Packtisch befördert.)

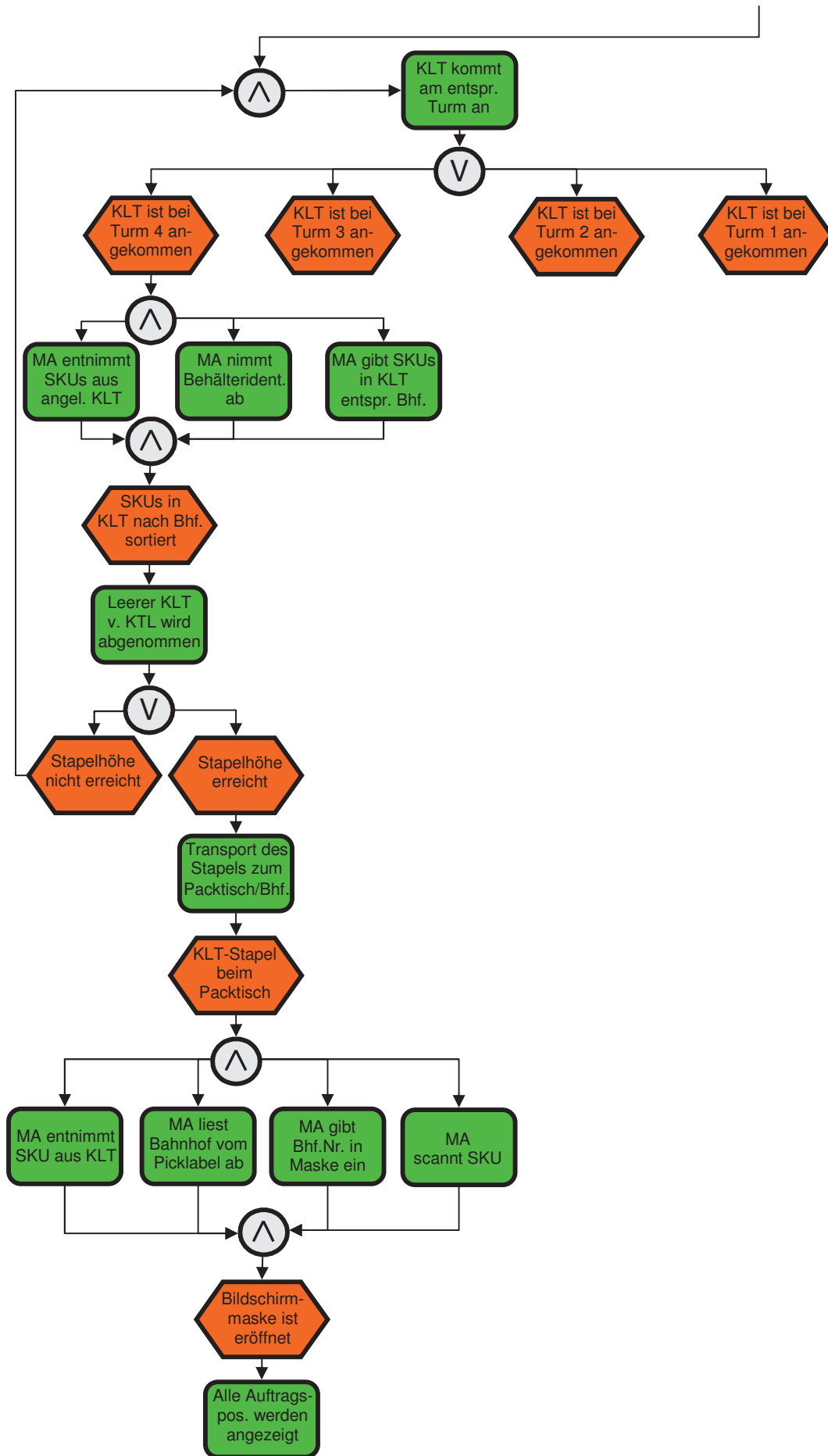
Der Folgeprozess zur Anlieferung aus den Lagerbereichen ist die Verpackung. Der MA am Packtisch entnimmt die angelieferten Positionen, liest den Bahnhof ab, gibt die Bahnnummer in die Bildschirmmaske ein und scannt das SKU-Label. Die Eingabe der Bahnnummer ist erforderlich, da mehrere Bahnhöfe bzw. Packtische einer Bahnhofsguppe zugeteilt sind. Nach Eröffnung der Bildschirmmaske werden alle Belege des Auftrages mit den dazugehörigen Status der Arbeitsfortschritte (z.B. aufgebrochen, in Bearbeitung, gepickt, ausgelagert, verpackt) angezeigt. Im Optimalfall sind alle Belege eines Auftrages ausgelagert und beim Packtisch vorhanden. Der resultierende Verpackungsaufwand (weniger Verpackungsmaterial, Begleitdokumente, bessere Ausnutzung Kartonagen, ...) wäre in diesem Fall besonders gering. Sind nicht alle Positionen ausgelagert und bereit zur Verpackung, liegt es im Ermessen des Mitarbeiters zu entscheiden, ob bisher angelieferte Belege eines Auftrages teilverpackt oder erst nach Eintreffen der restlichen Belege verpackt werden. Der Verpackungsvorgang (unabhängig davon, ob es sich um einen Einpositionsauftrag, eine Teilverpackung oder die Verpackung eines Gesamtauftrages handelt) beginnt mit dem Ausdruck eines ersten HU-Labels (Handling Unit). Das HU-Label wird gescannt, und alle Auftragspositionen werden in die HU gescannt. Die Verpackungseinheit wird gewogen, ein zweites HU-Label mit Gewichtsangabe, eine Kolliliste und ein Lieferschein werden gedruckt (Status SILOC: verpackt). Erfolgt die Versendung nicht in Kartonagen sondern in KLTs, ist eine Abbuchung des KLT vom KLT-Bestand erforderlich. Der letzte hier betrachtete Prozessschritt ist die Verladung der versandfertigen Ware auf den LKW bzw. Trailer. Im Idealfall ist die Zeitspanne zwischen dem Status verpackt und der Abfahrtszeit des zugeordneten Transportmittels möglichst gering. Ansonsten besteht die Möglichkeit der Zwischenpufferung zwischen Verladetor und Packtisch oder auf der vorhandenen Pufferfläche im Warenausgang. Die Verladung ist abgeschlossen, wenn die Ware in das entsprechende Transportmittel gescannt wurde (Status SILOC: verladen).











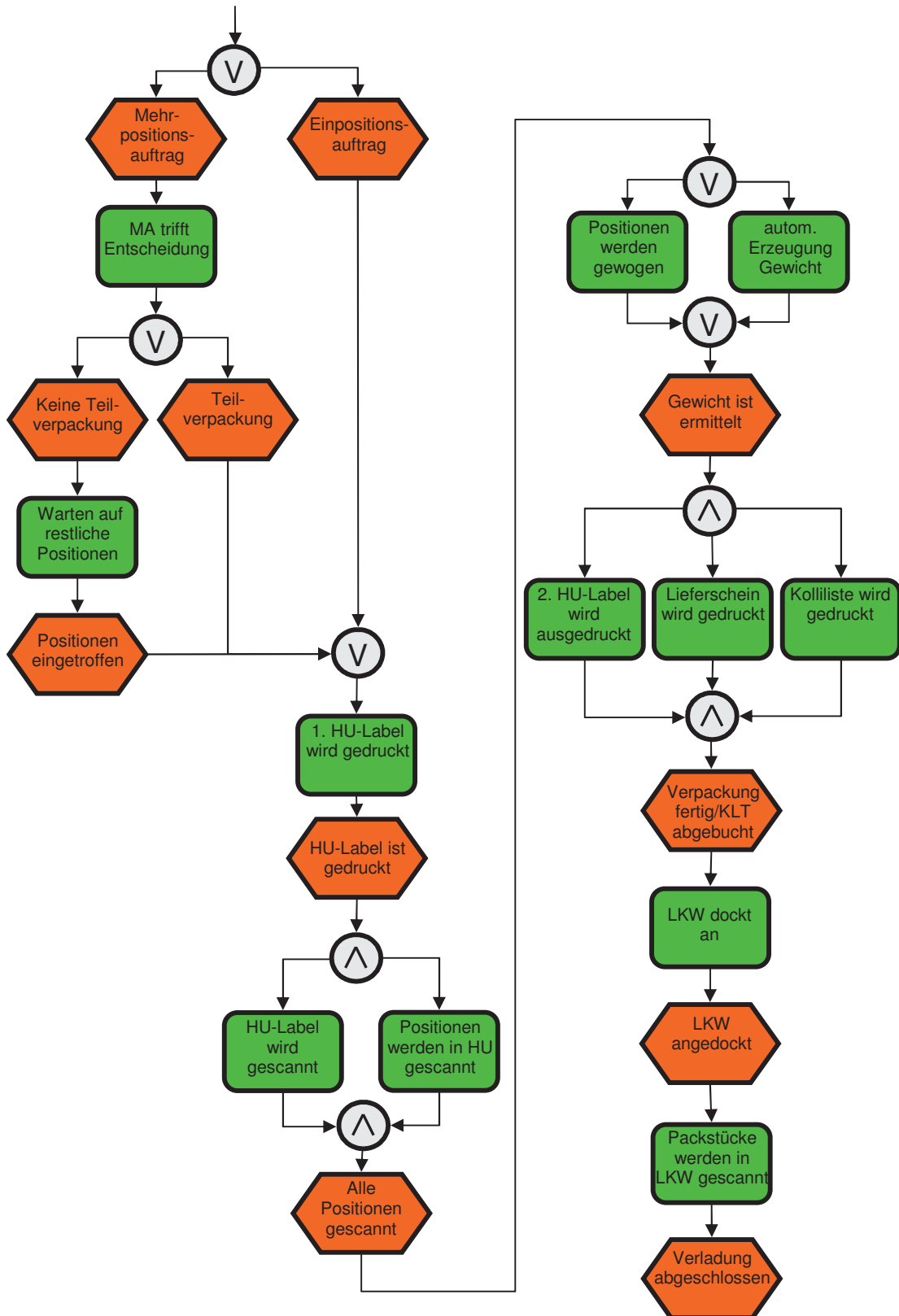


Abbildung 2.1: Darstellung Prozessablauf Einlastung bis Versand für KTL und Turm 4

3 Auftragseinlastung und -ausführung unter Einsatz des LVS SILOC

Betrachtungsgegenstand des 3. Kapitels bildet die Beschreibung der Ist-Situation beginnend mit der Auftragseinlastung im Druckerraum, über die Kommissionierung bis hin zur Verpackung und Verladung. In diesem Kontext werden auch die einstellbaren Kommissioniermodi, die Funktionslogik der Kommissionier Routenbildung und eine knappe Zusammenfassung theoretischer Grundlagen zum Thema Kommissionierung vorgestellt.

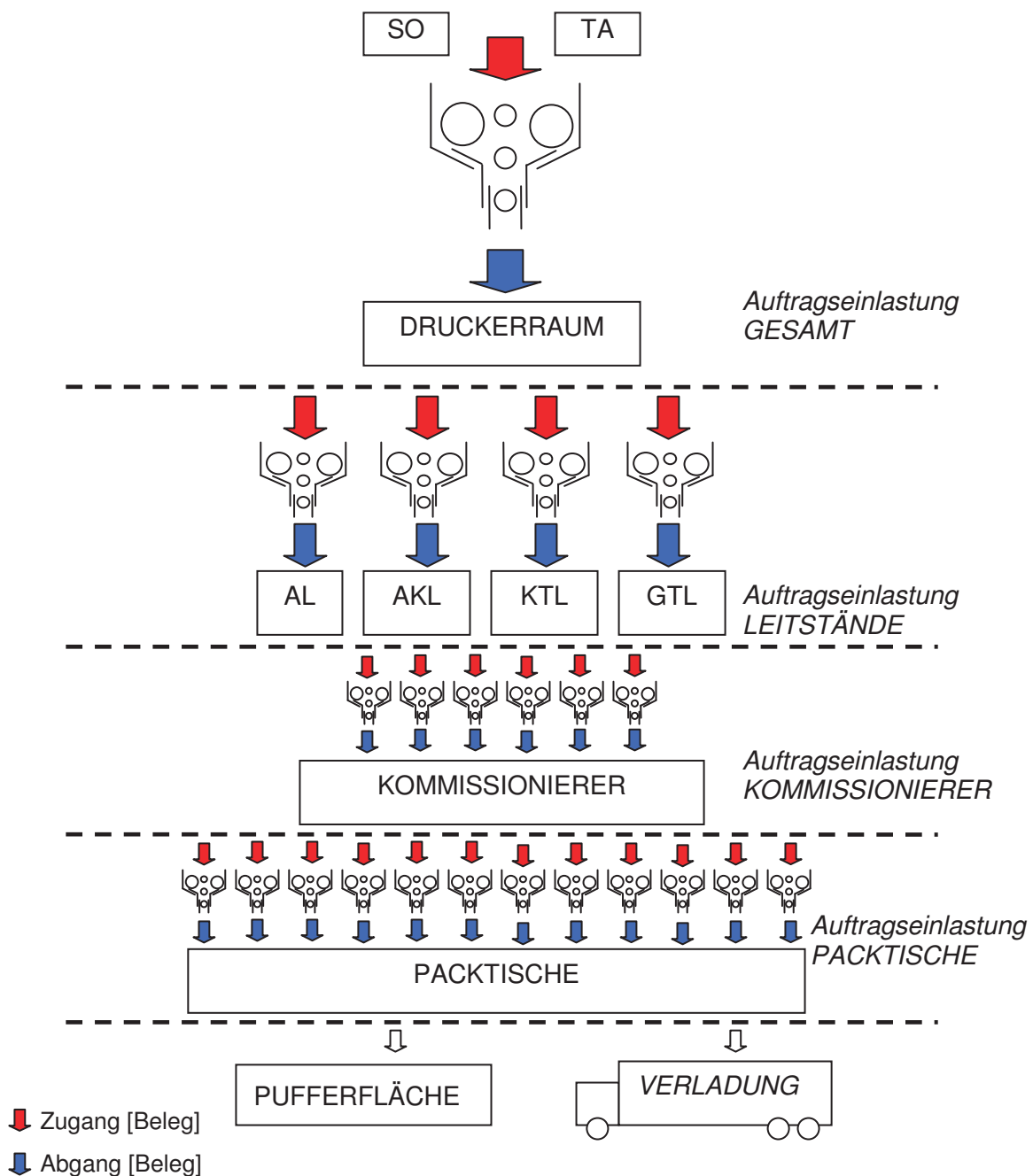


Abbildung 3.1: Prozessablauf in Anlehnung an das Trichtermodell

Obige Abbildung zeigt in Anlehnung an das Trichtermodell die von den Auslagerprozessen unmittelbar betroffenen Arbeitssysteme im Warenausgang. Aufgrund fehlender Daten bezüglich arbeitssystembezogener Durchlaufzeiten stellen die Zu- und Abgänge den Arbeitsinhalt nicht wie üblich in Form von Stunden sondern in Anzahl Belegen dar.

3.1 Auftragseinlastung im Druckerraum

Im Druckerraum, der Zentrale der Auftragseinlastung, werden die beiden Auftragsarten Sofort- und Terminaufträge zur Bearbeitung freigegeben (aufgebrochen) und den Leitständen im GTL, KTL und den AL-Standorten zugewiesen.

Ein vordefinierter Plan, welcher die lagerinternen Kapazitäten berücksichtigen soll, dient für die Mitarbeiter im Druckerraum als grober Leitfaden zur täglichen Aktivierung von Terminaufträgen.

Tägliche Aktivierung TA:

Packtisch	1500 Positionen	→ 17:30
Großauftrag	800 Positionen	→ 07:00
ELC Packtisch	600 Positionen	→ 17:30
Nachschub 40 + 41	1000 Positionen	→ 21:15
42 + 43 + 44 + 45	500 Positionen	→

Die Bezeichnungen Packtisch, Großauftrag, ELC Packtisch und Nachschub 40-45 stellen die Anlieferorte im Sinne von Bahngruppen in der Warenausgangshalle dar. Während TA zweimal pro Tag manuell vom übergeordneten SAP System ins LVS SILOC übertragen werden, ist die Übermittlung von ELC- und SO-Aufträge automatisch innerhalb definierter Zeitfenster geregelt. Mit Schichtbeginn werden alle Aufträge mit Plan-WA des aktuellen Tages und SO bis zur Brotzeit ohne Beachtung des Plan-WA aktiviert. Die Vorgehensweise wird mit dem Argument begründet, dass die Versendung von SO ohnehin meist noch am selben Tag erfolgt.¹⁸ Die Auftragseinlastung von TA ist gekennzeichnet durch die gleichzeitige Aktivierung einer Vielzahl von Aufträgen. In diesem Zusammenhang zeigt Abbildung 3.2 eine Auswertung bezüglich der zu einem bestimmten Zeitpunkt durchschnittlichen Anzahl an aktivierten Belegen. Im gesamten Monatsverlauf wurden TA Großaufträge zu 33, TA Packtisch zu 39, ELC Packtisch zu 38 und TA ELC Nachschub zu 44 verschiedenen Zeitpunkten eingelastet. Die Graphik zeigt neben dem Mittelwert auch den kleinsten und größten Wert, weshalb der Mittelwert nicht über die Unregelmäßigkeit der Auftragseinlastung im Tages- und Monatsverlauf hinwegtäuschen soll. Die fehlende

¹⁸ Scholtyssek (2009), S. 24.

Rücksprache und die Entkoppelung des Druckerraums von den Leitständen im Lager- und Verpackungsbereich führen zu Informationsbarrieren und erschweren eine gezielte Einlastung in Abhängigkeit der aktuellen Belastungssituation.

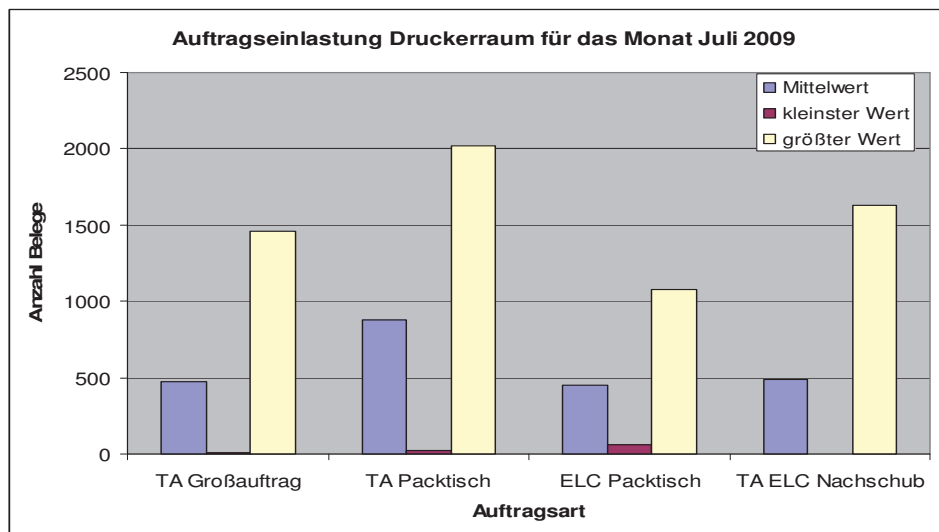


Abbildung 3.2: Auftragseinlastung lt. Mitschrift Druckerraum für Juli 2009

Neben der Auftragseinlastung ist die Einstellung des Betriebsmodus ein zentrales Steuerungselement für die operative Ausführung der Auslagerprozesse. Die Einstellung der beiden hauptsächlich zum Einsatz kommenden wegeoptimierten Modi „Vormittags- und Nachmittagsmodus“ liegt ebenfalls im Verantwortungsbereich der Mitarbeiter im Druckerraum. Analog dazu erfolgt eine Differenzierung zwischen den beiden wegeoptimierten Modi, einer Pick & Pack Bearbeitung und einer Samstagsbearbeitung.¹⁹ Wesentliches Differenzierungsmerkmal zwischen Vormittagsmodus und Nachmittagsmodus bildet die im Nachmittagsmodus berücksichtigte Auftragspriorität. Je nach Konfiguration werden die Reihenfolge der zur Kommissionierung anstehenden Auftragspositionen und die Anzahl der Kommissionierzonen bestimmt.²⁰ Übergeordnete Bedeutung für die Bildung einer Kommissionierzone, welche sich aus mindestens einem „Lagertyp“ zusammensetzt, hat die Bedienbarkeit mit gleichem Regalbediengerät bzw. Kommissioniermittel.²¹ (Unter einem Lagertyp wird die räumliche Zusammenfassung der Lagerung von Teilen hinsichtlich bestimmter Merkmale wie Größe, Volumen, chemische Zusammensetzung, usw. verstanden.) Liegt die Anzahl der Auftragspositionen einer Liefernummer innerhalb einer Kommissionierzone über festgelegten Grenzwerten, wird immer auftragsrein nach Pick&Pack kommissioniert.²² Sowohl die Pick & Pack- als auch die Samstagsbearbeitung wird automatisch vom LVS eingestellt.²³ Aufgrund der engen Beziehung zwischen

¹⁹ Vgl. SILOC Pflichtenheft S.24.

²⁰ Siehe Anhang.

²¹ Vgl. SILOC Pflichtenheft S. 24.

²² Vgl. SILOC Pflichtenheft S. 43.

²³ Scholtyssek (2009), S.42.

Betriebsmodus und Kommissionierroutroutenbildung erfolgen in Kapitel 3.3.1 ausführlichere Betrachtungen.

Auftragsbezogene Belieferung aus Außenlager:

In Kapitel 2 wurde die grundsätzliche Systematik der Anlieferung aus Außenlagerstandorten vorgestellt. Die Aktivierung der Außenlager geschieht zeitnah mit der Auftragseinlastung im Druckerraum. Den Betrachtungsfokus dieses Kapitels bildet eine Ablaufbeschreibung der systemtechnisch automatisierten Vorgehensweise in Hinblick auf die auftragsbezogene Belieferung. Bestimmte Sachnummern sind sowohl am HLO Dachau als auch an einem oder mehreren RLO bzw. nur an einem Außenlagerstandort (Außenlagerstandort ist HLO) gelagert. Wie in der Prozessablaufbeschreibung bereits geschildert, erfolgt im Zuge der Auftragseinlastung eine systemische Überprüfung auf enthaltene Gebinde und im Falle eines positiven Prüfergebnisses eine Generierung von A-Bestellungen. Der Sachverhalt, dass gleiche Sachnummern an verschiedenen RLO bevorratet werden, kann zu einem Liefersplitt und folglich zu einer Belieferung aus mehreren RLO führen. Anhand eines Beispiels wird nachstehend die damit in Verbindung stehende Funktionslogik erläutert.

Ein Kundenauftrag umfasst 48 Stück einer bestimmten Sachnummer, welche sowohl am HLO als auch an verschiedenen RLO gelagert wird. Nach Aktivierung im LVS SILOC untersucht ein Algorithmus den Auftrag auf enthaltene Gebinde und ermittelt deren Einlagerungszeitpunkte. Im Fall eines positiven Prüfergebnisses (Gebinde sind enthalten und in einem AL gelagert) bestimmt der Einlagerungszeitpunkt die Auslagerungspriorität der Gebinde. Entsprechend FIFO-Prinzip werden die Gebinde mit frühestem Einlagerungszeitpunkt ausgewählt. Im betrachteten Beispiel werden zunächst zwei 10er Gebinde vom RLO 1, dann zwei 8er vom RLO 2, schließlich zwei 5er vom RLO 3 und zur Vervollständigung des Auftrages 2 Stück vom HLO Dachau entnommen. Eine exemplarische Darstellung ist auf der Folgeseite abgebildet. Die geographische Verteilung der AL im Umkreis von bis zu 100 km und die unterschiedlichen Abfahrtszeiten haben zur Folge, dass die Auftragspositionen zu verschiedenen Zeitpunkten in Dachau angeliefert werden.

Um eine möglichst hohe Auslastung des verfügbaren Ladevolumens zu erzielen, werden die A-Bestellungen aus AL zusammen mit Nachschublieferungen verladen und angeliefert. Die Auslösung von Nachschublieferungen für den HLO Dachau erfolgt in Analogie des Bestellpunktverfahrens. Sollte der spezifisch festgelegte Meldebestand einer Sachnummer erreicht bzw. unterschritten werden, so wird eine Nachschublieferung ausgelöst und alle aktivierten (aufgebrochenen) Positionen auf die gleiche Sachnummer untersucht und in der Nachschubbestellung berücksichtigt.²⁴

²⁴ Rackerseder (2009), S. 1.

Im Gegensatz zur automatischen Belieferung existieren auch AL, die vom Mitarbeiter explizit „aktiviert“ werden müssen. Die genannte Vorgehensweise findet vor allem bei Sachnummern mit HLO in einem der Außenlager (Conny Halle) Anwendung.

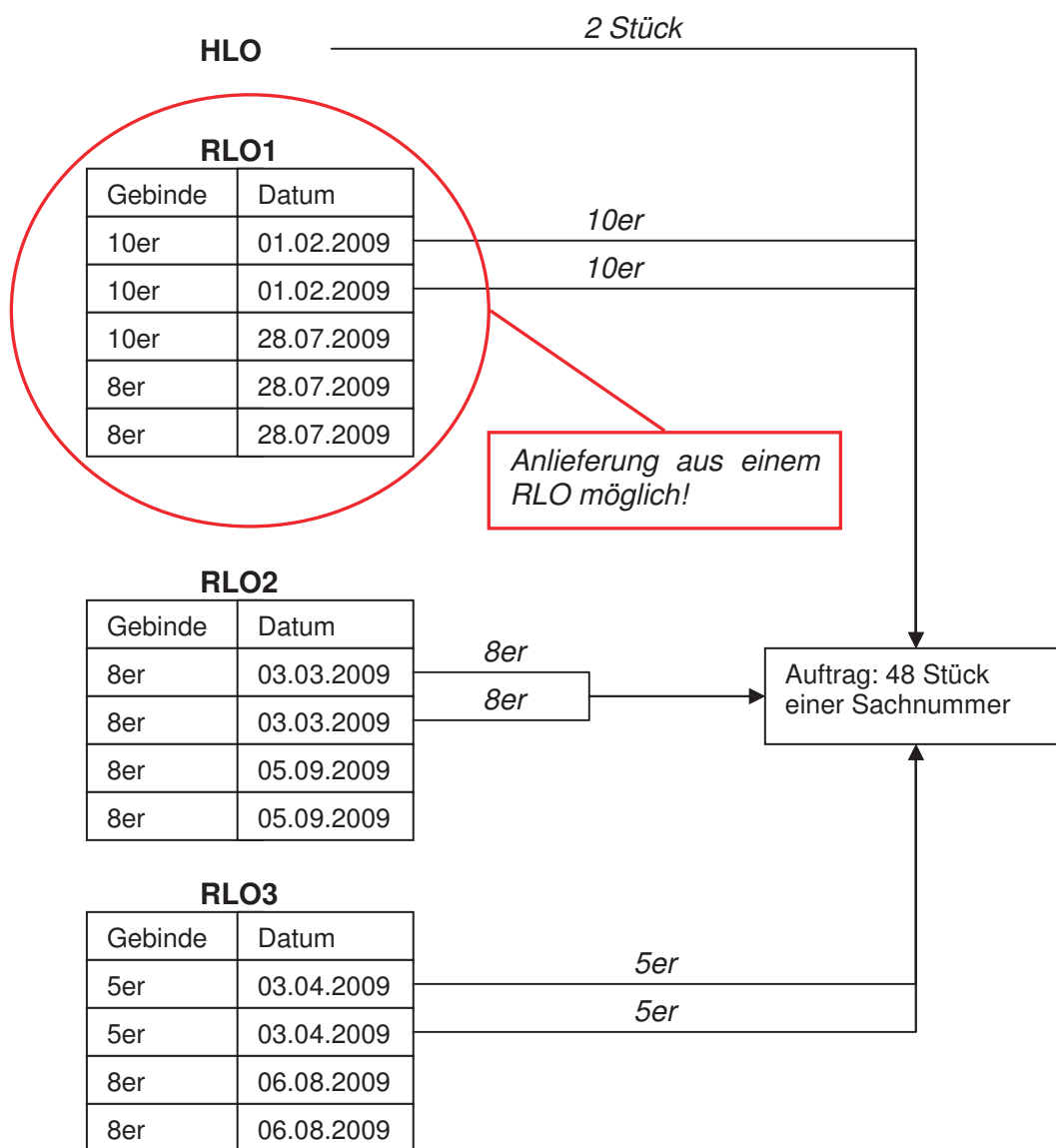


Abbildung 3.3: Funktionsanalogie der Anlieferung von Gebinden aus AL-Standorten²⁵

3.2 Auftragseinlastung Lagerleitstand

Zum Aufgabenbereich der Lagerleitstände zählen die Mitarbeiterdisposition innerhalb der Kommissionierzonen des Großteile- bzw. Kleinteilelagers, die manuelle Zuweisung von Kommissionieraufträgen und insgesamt die Koordination und Kontrolle einer optimalen operativen Auftragsausführung. Die Zuteilung der Kommissionierer zu den festen Kommissionierplätzen des AKL obliegt dem Leitstand im KTL. Die im Druckerraum aktivierten Auftragspositionen gelangen direkt in den Auftragsvorrat der Lagerleitstände. Die

²⁵ Champosoglou (2009), S. 42.

Zuweisung der Kommissionieraufträge an die Mitarbeiter erfolgt entweder beleglos oder mittels Fasskarte. Kennzeichnendes Element der beleglosen Kommissionierung bildet die Klassifizierung in eine automatische und manuelle Auftragszuweisung. Im Falle der automatischen Auftragszuweisung fordert der Kommissionierer über einen mobilen Scanner (RF-Technologie) einen Kommissionierauftrag an. (Das System zieht Auftragspositionen aus dem Auftragsvorrat.) Die Vorteile der automatischen Auftragszuweisung kommen vor allem im Vormittagsmodus (nach Berechnung einer im Sinne der Pickleistung optimalen Kommissionierroute) zum Tragen. Im Gegensatz dazu ist die manuelle Auftragszuweisung dadurch gekennzeichnet, dass der Disponent im Lagerleitstand gezielt Auftragspositionen selektiert und einem Scanner zuweist. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal der manuellen Auftragszuweisung ist in der pro Kommissionierzone immer auftragsreinen Kommissionierung zu finden. (Im Unterschied zur automatischen Zuweisung kann nur eine Liefernummer zugewiesen und kommissioniert werden.) Überdies ist im LVS über die Einstellung von Systemparametern eine Konfiguration derart möglich, dass die Aufträge bestimmter Kunden und der ELCs immer auftragsrein kommissioniert werden.²⁶

Die manuelle Auftragszuweisung wirkt sich im Vergleich zur automatischen Auftragszuweisung in einer reduzierten Pickleistung aus. Als weitere Alternative zur beleglosen Kommissionierung kann die Kommissionierung mittels Fasskarte genannt werden. Die Variante findet sowohl bei einem Systemausfall, bei besonders dringlichen Aufträgen oder in Lagerbereichen (Verschlusslager und S09 ab Regalreihe 34), in denen generell eine Kommissionierung mit Fasskarte vorgesehen ist, Anwendung.

3.3 Kommissioniersysteme und –strategien

Unter der Funktion Kommissionieren ist das Zusammenstellen eines Kundenauftrages von bestimmten Teilmengen aus einer bereitgestellten Gesamtmenge nach vorgegebenen Bedarfsinformationen zu verstehen.²⁷

Der Kommissionierprozess setzt sich zusammen aus den Teilprozessen²⁸

- Bereitstellung von Ware in Bereitstellereinheiten
- Fortbewegung des Kommissionierers zum Bereitstellplatz
- Entnahme der geforderten Warenmenge aus den Bereitstellereinheiten
- Abgabe in Sammelbehälter, auf ein Fördersystem, auf ein Transportmittel
- Zusammenführen der Sammelbehälter oder Waren an einem Sammelplatz

²⁶ Immisch (2009), S. 22.

²⁷ Zit. Martin (2006), S. 367.

²⁸ Vgl. Gudehus (2006), S. 685.

- Beschickung der Bereitstellplätze mit Nachschub

Die zentralen Elemente eines Kommissioniersystems, deren Zusammenwirken bei jedem Kommissioniervorgang erforderlich ist, bestehen aus Kommissionierer, Bereitstelleinheiten und Auftragsablagen.

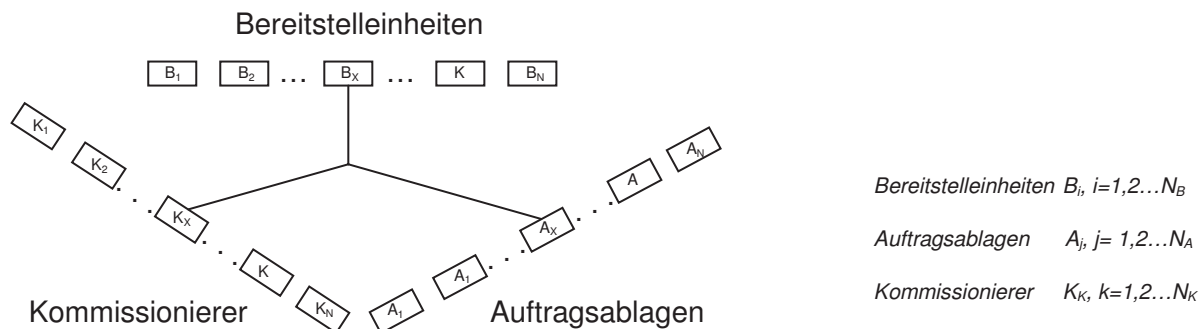


Abbildung 3.4: Zentrale Elemente eines Kommissioniersystems²⁹

In Bezug auf die Zusammenführung von Kommissionierer und Bereitstelleinheit hat entweder der Kommissionierer (Person zur Ware) oder die Bereitstelleinheit (Ware zur Person) eine Bewegung durchzuführen. Um den Kommissioniervorgang abzuschließen muss entweder die Entnahmeeinheit oder die Kommissioniereinheit einen Transport durchführen.³⁰ Als Auftragsablage für die Kommissionier- oder Entnahmeeinheit fungieren beispielsweise Rollwagen, Kartonagen, Gitterboxen oder Förderbänder. Während unter Entnahmeeinheiten eine beim Greifvorgang entnommene Artikelanzahl zu verstehen ist, entstehen Kommissioniereinheiten oder auch Sammeleinheiten durch die Bearbeitung der einzelnen Positionen einer „Pickliste“.³¹

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der wesentlichen Realisierungsmöglichkeiten von Kommissioniersystemen. Analog dazu sind jene Felder mit roten Strichen hinterlegt, welche in Übereinstimmung mit der Kommissionierung im GTL und im KTL mit Ausnahme des AKL stehen. In Anlehnung an die durchgeführte Klassifizierung folgt eine komprimierte Beschreibung für das GTL und KTL ohne AKL. Im KTL und GTL führen die gelagerten Güter keine Bewegung zur Bereitstellung durch. Die Lagerung ist somit statisch und dezentral (Lagerung der Güter an verschiedenen Orten). Sowohl im GTL als auch im KTL werden die Bereitstelleinheiten auf eindeutig identifizierbaren Lagerplätzen (jede Sachnummer und deren Lagerplatz ist im LVS erfasst) bevorratet. Mit Ausnahme des AKL wird im gesamten Logistikzentrum nach dem Prinzip „Person zur Ware“ kommissioniert. Die Kommissionierer bewegen sich entweder manuell mit Kommissionierwagen (KTL) oder mechanisch mit Regalbediengeräten (z.B. Stapler) fort. Ebenso erfolgt die Entnahme von Einzelstück- oder

²⁹ Vgl. Gudehus (2006), S. 694.

³⁰ Vgl. Ten Hompel, Schmidt (2008), S. 37.

³¹ Vgl. Jünemann, Schmidt (2000), S.212.

Sammelstückgütern entweder manuell (KTL und GTL) oder mechanisch (GTL), und die Abgabe der Entnahmeeinheit in beiden Fällen statisch (Abgabeort ist nicht in Bewegung) und zentral (nur ein Abgabeort). Sowohl im GTL als auch im KTL ist ein Transport der Kommissioniereinheit zum Abstellplatz erforderlich. Im KTL wird der Abtransport der Kommissioniereinheit zur Vorsortierwand bzw. zur Rampe über eine manuelle Fortbewegung realisiert. Im Falle des Transportes zur Vorsortierwand wird die Kommissioniereinheit automatisch mittels Rollenförderer in die Warenausgangshalle transportiert. Im Gegenzug dazu bestehen für den Abtransport aus dem GTL zwei Variationsmöglichkeiten. Der Transport zum Zielort (Bahnhof) geschieht dabei entweder auf direktem Wege oder nach Abgabe an einem definierten Abstellplatz über einen anderen Mitarbeiter. Während im KTL die Kommissioniereinheit immer zentral abgegeben wird, ist im GTL sowohl eine zentrale als auch eine dezentrale Abgabe möglich. Die dezentrale Abgabe findet insbesondere dann Anwendung, wenn die Kommissioniereinheiten vom Kommissionierer selbst auf die verschiedenen Bahnhöfe aufgeteilt werden.

Grundfunktionen Materialfluss	Realisierungsmöglichkeiten			
Bewegung der Güter zur Bereitstellung	keine Bewegung	Bewegung		
		1-dimensional	2-dimensional	3-dimensional
		manuell	mechanisiert	automatisiert
Bereitstellung	statisch		dynamisch	
	zentral		dezentral	
	geordnet	teilgeordnet	ungeordnet	
Fortbewegung des Kommissionierers zur Bereitstellung	keine Fortbewegung	Fortbewegung		
		1-dimensional	2-dimensional	3-dimensional
		manuell	mechanisiert	automatisiert
Entnahme der Güter durch den Kommissionierer	manuell		mechanisiert	automatisiert
	Einzelstückgut		Sammelstückgut	
Transport der Entnahmeeinheit zur Abgabe	kein Transport	Transport		
		Kommissionierer		Fördermittel
		1-dimensional	2-dimensional	3-dimensional
		manuell	mechanisiert	automatisiert
Abgabe der Entnahmeeinheit	statisch		dynamisch	
	zentral		dezentral	
	geordnet	teilgeordnet	ungeordnet	
Transport der Kommissioniereinheit zur Abgabe	kein Transport	Transport		
		Kommissionierer		Fördermittel
		1-dimensional	2-dimensional	3-dimensional
		manuell	mechanisiert	automatisiert
Abgabe der Kommissioniereinheit	statisch		dynamisch	
	zentral		dezentral	
	geordnet	teilgeordnet	ungeordnet	
Rücktransport der angebrochenen Transporteinheit	kein Rücktransport	Rücktransport ins Lager		Rücktransport ins Anbruchlager
		1-dimensional	2-dimensional	3-dimensional
		manuell	mechanisiert	automatisiert

Tabelle 1: Alternative Realisierungsmöglichkeiten der Kommissionierung³²

³² Vgl. Jünemann, Schmidt (2000), S.213.

Die im folgenden Abschnitt vorgestellten Kommissionierstrategien finden in der betrieblichen Praxis häufig Anwendung. In diesem Zusammenhang werden keine Algorithmen zur optimalen Reihenfolge- und Routenplanung von Kommissionieraufträgen betrachtet.

Die in Abbildung 3.5 gezeigten Möglichkeiten zur Fortbewegung der Kommissionierer durch die Regalreihen kommen auch in den Lagerbereichen des Logistikzentrums zum Einsatz.

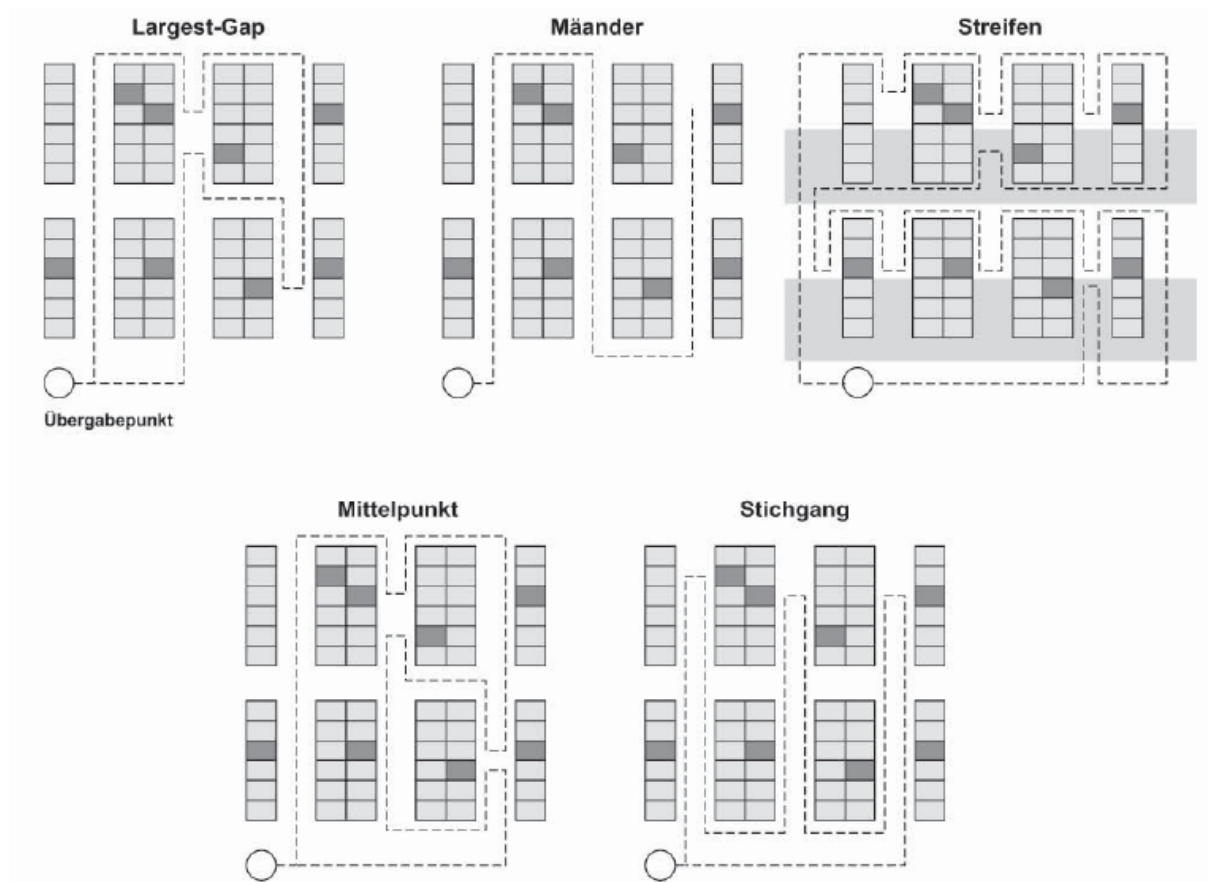


Abbildung 3.5: Auflistung gängiger Kommissionierstrategien³³

Einen besonderen Stellenwert nimmt die in den meisten Lagerbereichen dominierende Fortbewegung in Form von „Mäander“ ein. Letztlich liegt die Wahl des tatsächlichen Routenverlaufs im Entscheidungsbereich des Kommissionierers selbst. Im Falle einer beleglosen Kommissionierung findet eine Steuerung durch die Regalreihen insofern statt, dass immer der als nächstes anzusteuernde Lagerplatz am mobilen Scanner angezeigt wird. Der optimale Routenverlauf im Sinne des kürzesten Weges zwischen Quelle und Senke ist somit stark von der Erfahrung des Kommissionierers abhängig. Aufgrund durchgängiger Bezeichnungen und Nummerierungen der Regalreihen und Lagerplätze in aufsteigender Reihenfolge sind sowohl Quelle als auch Senke bekannt.³⁴

³³ Quelle: Ten Hompel, Schmidt (2008), S. 142.

³⁴ Siehe Anhang

3.3.1 Kommissionieraufträge im GTL und KTL ohne AKL

Im Zentrum dieses Unterkapitels steht die Betrachtung der systemtechnischen Hintergründe zur Kommissionierroutroubildung in Abhängigkeit des eingestellten Betriebsmodus.

Als Haupteinflusskriterien für die Bildung von Kommissionierroutroubildung im GTL und KTL gelten der einstellbare Betriebsmodus und die möglichen Varianten der Auftragszuweisung. Grundsätzlich wird innerhalb einer Kommissionierzone immer „auftragsartenrein“ oder auftragsrein kommissioniert. Unter einer auftragsartenreinen Kommissionierung ist die gleichzeitige Kommissionierung von Aufträgen bzw. Liefernummern, deren Anlieferbahnhöfe in der Warenausgangshalle derselben Bahnhofsgroupe zugeordnet sind, zu verstehen.³⁵ Damit wird eine gebündelte, zweistufige Kommissionierung entsprechend Anlieferbahnhof ermöglicht. Ausgeschlossen ist die gleichzeitige Kommissionierung von Liefernummern unterschiedlicher Bahnhofsgroupe, wie beispielsweise von TA Österreich mit Rampendreher TA für ELC Nord. Des Weiteren ist systemtechnisch keine kombinierte Kommissionierung von TA mit SO möglich. Sowohl in Verbindung einer manuellen Auftragszuweisung, als auch bei bestimmten Kunden oder ELC (Systemeinstellung in SILOC) wird immer auftragsrein kommissioniert.³⁶

Die werktags zum Einsatz kommenden Kombinationsmöglichkeiten zur Bildung von Kommissionieraufträgen sind in Abbildung 3.6 in Form einer 4-Felder-Matrix dargestellt.

Unabhängig vom eingestellten Betriebsmodus findet im Falle einer automatischen Auftragszuweisung auf Auftragsebene immer eine systemische Überprüfung zur Anwendung von „Pick und Pack“ statt. Das Grundprinzip ist die direkte Kommissionierung der Entnahmeeinheiten in den mitgeführten Versandkarton. (Vorteile resultieren aufgrund eines geringeren „Handlingsaufwandes“ durch die Vermeidung von Umlade- und Sortiervorgängen. Ein wesentlicher Nachteil ist in der Wahl einer geeigneten Kartonage im Vorfeld der Kommissionierung zu finden. Sowohl Gewicht als auch Volumen müssten im Vorfeld bekannt sein.) Aufgrund von Mängeln bezüglich der Sachstammdaten und einer fehlenden und derzeit nicht realisierbaren Berechnung des „Kommissioniervolumens“ wird in der Regel nicht in Versandkartonagen, sondern in Kleinladungsträger oder Gitterboxen kommissioniert. Die Grenzwerte für die Anwendung von Pick und Pack (einstellbare Parameter) können für jede Kommissionierzone spezifisch festgelegt werden. Ist ein Grenzwert beispielsweise mit 12 Positionen festgelegt und umfasst eine Liefernummer 13 Positionen, so erfolgt eine auftragsreine Kommissionierung nach Pick und Pack. Neben dem Grenzwert für eine auftragsreine Kommissionierung ist auch ein oberer Grenzwert (Max-Wert) für die pro Kommissionierroutroubildung maximal zu kommissionierende Anzahl von Positionen definiert.

³⁵ Champosoglou (2009), S. 39.

³⁶ Immisch vom (2009), S. 22.

Die Aufteilung in verschiedene Kommissionierzonen führt dazu, dass die Auftragspositionen vieler Liefernummern aus verschiedenen Zonen an die Packtische angeliefert werden. In der Literatur wird das gleichzeitige Kommissionieren von mehreren Auftragspositionen in verschiedenen Kommissionierbereichen als „mehrstufiges paralleles Kommissionieren“ bezeichnet.³⁷ Die Pickleistung (gemessen in Anzahl gepickter Positionen/h) innerhalb einer Zone ist dann besonders hoch, wenn die Lagerorte der zu pickenden Sachnummern möglichst nahe zusammen liegen.³⁸

	Vormittagsmodus	Nachmittagsmodus
automatisch	Hohe Pickleistung	Mittlere Pickleistung
manuell	Geringe Pickleistung	Geringe Pickleistung

Abbildung 3.6: Kombinationsmöglichkeiten zur Bildung von Kommissionieraufträgen

Bezugnehmend auf die Kombinationsmöglichkeiten der Auftragsbildung werden im folgenden Abschnitt die wesentlichen Charakterisierungsmerkmale herausgearbeitet.

Vormittagsmodus - automatische Zuweisung:

Im Vormittagsmodus gilt: Ist die Anzahl der Positionen einer Liefernummer kleiner als der innerhalb einer Kommissionierzone eingestellte Max-Wert, so werden weitere Positionen einer anderen Liefernummer hinzugefügt.³⁹ In diesem Zusammenhang wird häufig der Begriff „Batch“ verwendet. Ein Batch ist die Zusammenfassung mehrerer Kundenaufträge, die von einem Kommissionierer auf einer Tour vollständig bearbeitet werden sollen. Im Falle zwei- oder mehrstufiger Kommissioniersysteme kann sich ein Batch darüber hinaus auch auf die Bearbeitung mehrerer Aufträge durch eine Gruppe von Kommissionierern bzw. von entsprechenden Transportmitteln beziehen.⁴⁰

Im KTL können maximal 20 Positionen und somit 20 verschiedene Aufträge mit je einer Position zu einem Kommissionierauftrag zusammengefasst werden.⁴¹ Die Einstellungen können verändert werden und gelten als Richtwerte mit Toleranzen. Ergänzend wird

³⁷ Vgl. Wannewetsch (2004), S. 237.

³⁸ Champosoglou (2009), S. 40.

³⁹ Erl (2009), S. 16.

⁴⁰ Vgl. Gutenschwager (2002), S.19.

⁴¹ Mese (2009), S. 44.

angemerkt, dass im KTL nachträglich zu den ursprünglichen Einstellungen die Lagertypen (00A, F0R, F0L) zu einem Kommissionierbereich zusammengefasst wurden.

In den nachfolgenden Ausführungen wird die Systematik einer Routenbildung anhand eines Beispiels aus dem KTL erläutert.

Da dem Kommissionierbereich im KTL mehrere Kommissionierer zugeordnet sind, gibt es verschiedene Startpunkte für die Kommissioniererrouten. Dadurch soll eine gegenseitige Behinderung der Kommissionierer vermieden werden. Ausgehend von diesem Startpunkt wird dem Kommissionierer entsprechend einer durchgehenden Nummerierung der nächst höhere Lagerplatz angezeigt. Ein Algorithmus untersucht alle aktivierten Lieferpositionen hinsichtlich deren Lagerorte und selektiert diejenige Position mit der nächst höheren Lagerplatznummer. Als Folge der Zuteilung von Kommissionierern nach Bahnhofgruppen beschränkt sich der Untersuchungsbereich nur auf jene Liefernummern, die der Bahnhofgruppe entsprechen. Zusätzlich wird eine weitere Restriktion wirksam. Der Algorithmus versucht alle Positionen einer Liefernummer in einer Kommissioniererroute zu berücksichtigen. Können nicht alle Positionen einer Liefernummer gepickt werden, so bleiben diese im Auftragspool und werden im Zuge einer weiteren Kommissioniererroutenbildung zugewiesen.

Scanner	Lagerort	Zielort	Menge	Stk.	Liefernummer	Zeitpunkt	Lagertyp	MAN-Auftrag
RDT_068	L00A-04-15-2-C-0	1223245	8	0,6	AUTA17521095	08.10.2009	00A	8576644800
RDT_068	L00A-04-21-3-B-0	1223245	1	0,3	AUTA17521095	08.10.2009	00A	8576644800
RDT_068	L00A-05-02-2-B-0	1223245	1	0,3	AUTA17521076	08.10.2009	00A	8576644200
RDT_068	L00A-06-11-2-B-0	1223245	10	0	AUTA17518010	08.10.2009	00A	8576538700
RDT_068	L00A-06-17-1-A-0	1223245	5	0,2	AUTA17518010	08.10.2009	00A	8576538700
RDT_068	L00A-06-17-1-A-0	1223245	2	0,1	AUTA17521095	08.10.2009	00A	8576644800
RDT_068	L00A-07-16-2-C-0	1223245	1	0,1	AUTA17518010	08.10.2009	00A	8576538700
RDT_068	LF0R-08-07-3-A-0	1223245	1	1,3	AUTA17521095	08.10.2009	F0R	8576644800
RDT_068	LF0R-13-04-2-A-0	1223245	3	0,1	AUTA17517970	08.10.2009	F0R	8576536200
RDT_068	LF0R-16-17-5-G-0	1223245	2	0	AUTA17517970	08.10.2009	F0R	8576536200
RDT_068	LF0R-69-36-3-C-0	1223245	2	0,2	AUTA17517970	08.10.2009	F0R	8576536200
RDT_068	LF0L-58-01-3-A-0	1223245	2	0,1	AUTA17518010	08.10.2009	F0L	8576538700
RDT_068	LF0L-59-32-1-C-0	1223245	1	0	AUTA17521095	08.10.2009	F0L	8576644800
RDT_068	LF0L-44-07-1-A-0	1223245	1	0,1	AUTA17521085	08.10.2009	F0L	8576645800
RDT_068	LF0L-44-01-3-A-0	1223245	2	1,3	AUTA17521095	08.10.2009	F0L	8576644800
RDT_068	LF0L-34-03-1-A-0	1223245	1	0,7	AUTA17521092	08.10.2009	F0L	8576644000
RDT_068	LF0L-34-09-1-A-0	1223245	1	0,2	AUTA17517970	08.10.2009	F0L	8576536200
RDT_068	LF0L-35-42-3-A-0	1223245	3	0	AUTA17521076	08.10.2009	F0L	8576644200
RDT_068	LF0L-23-18-3-B-0	1223245	2	0,1	AUTA17521085	08.10.2009	F0L	8576645800
RDT_068	LF0L-21-04-3-A-0	1223245	1	0,2	AUTA17521095	08.10.2009	F0L	8576644800

Tabelle 2: Kommissionierauftrag - automatische Zuweisung Vormittagsmodus im KTL⁴²

Zur Verdeutlichung der beschriebenen Systematik zeigt Tabelle 2 eine Kommissioniererroute bestehend aus 6 verschiedenen Aufträgen. Vier davon werden in der dargestellten Kommissioniererroute vollständig kommissioniert. Der Auftrag mit der MAN-Auftragsnummer

⁴² LVS SILOC (abgerufen am 08.10.2009)

8576536200 umfasst bspw. sechs Positionen vom Lagertyp 00A, drei vom Lagertyp F0R und eine vom Lagertyp F0L. Zum Zeitpunkt der ersten Positionszuweisung der angeführten Auftragsnummer befindet sich der Kommissionierer bereits im Lagertyp F0R. Die sechs Positionen von 00A verbleiben im Auftragsvorrat und stehen für eine weitere Kommissionierroute zur Verfügung.

Die auftragsartenreine Kommissionierung bei automatischer Zuweisung im Vormittagsmodus zeichnet sich durch eine hohe Pickleistung aus. Als Nachteil eines zweistufigen Kommissioniersystems ist der im Anschluss einer Kommissionierung nicht unerhebliche Sortieraufwand nach Liefernummern zu nennen. Um den Sortieraufwand in Grenzen zu halten wird im KTL schon während des Kommissionierens durch das gleichzeitige Mitführen von bis zu 6 Kommissionierbehältern nach Liefernummern sortiert.

Nachmittagsmodus - automatische Zuweisung:

Der Hauptunterschied zur automatischen Zuweisung im Vormittagsmodus ist in der Kommissionierung entsprechend Prioritätszahl zu finden. Nicht nur Aufträge mit gleicher Bahnhofsguppe, sondern auch gleicher Priorität werden bei der Kommissionierroutroubildung berücksichtigt. Einerseits reduziert sich aufgrund der zusätzlichen Einschränkung die Pickleistung, andererseits werden Aufträge bezüglich zugeordneter Abfahrtszeit kommissioniert.

Vormittagsmodus/Nachmittagsmodus – manuelle Zuweisung:

Im Falle einer manuellen Zuweisung wird immer auftragsrein (eine Liefernummer) kommissioniert. Der eingestellte Modus findet dabei keine Beachtung. Der jeweilige Disponent in den Leitständen des KTL und GTL hat Einsicht über die noch zu pickenden Positionen eines Kommissionierers. Hat ein Kommissionierer nur noch wenig „Arbeitsvorrat“ in Form von noch zu entnehmenden Positionen, wird ein weiterer Kommissionierauftrag manuell zugewiesen.

3.3.2 Kommissionieraufträge im AKL

Das AKL nimmt innerhalb des KTL eine Sonderstellung ein und wird an dieser Stelle separat betrachtet. Die Kommissionierung unterscheidet sich grundsätzlich von allen anderen Lagerbereichen. Im AKL werden hauptsächlich Kleinteile mittlerer Umschlagshäufigkeit (B-Teile) chaotisch gelagert. Die Kommissionierung erfolgt nach dem Prinzip „Ware zur Person“, indem die KLT automatisch zu den stationären Kommissionierarbeitsplätzen transportiert werden. Jeder Kommissionierplatz kann auf eine auftragsreine oder eine optimierte, nicht auftragsreine Bedienung gesetzt werden.⁴³ Neben der Pickleistung beeinflusst der im AKL einstellbare Betriebsmodus die Anlieferreihenfolge (z.B. bei

⁴³ SILOC Pflichtenheft (S.20)

auftragsreiner Kommissionierung sind keine „Überholer“ zulässig) von auszulagernden KLT. Am jeweiligen Kommissionierarbeitsplatz wird über Scannung einer Identifikationskarte mit Barcode ein Leerbehälter eröffnet und mit der zu entnehmenden Ware befüllt. Ein am Display der Bildschirmmaske aufscheinender Farbton signalisiert die Vollständigkeit des Auftrages. Erscheint am Display ein grüner Farbton, kommen weitere Positionen hinzu, im Falle eines gelben Farbtons kann der Auftragsbehälter zum Abtransport mit den Rollenförderern freigegeben werden. Der mit Restbeständen angelieferte KLT wird wieder eingelagert.

3.4 Auftragseinlastung Verpackungs- und Verladebereich

Der Verpackungs- bzw. Verladebereich in der WA-Halle wird grundsätzlich in die Bereiche Inland, ELC-Nachschub und Ausland unterteilt. Auf der linken Hälfte von Abbildung 3.7 sind die Anordnung der Anlieferbahnhöfe und deren Zusammenfassung zu Bahnhofsgruppen ersichtlich. In der Regel sind die Mitarbeiter den Bahnhofsgruppen fest zugeordnet. Der Arbeitsvorrat (im Sinne von zu verpackenden Positionen) und die daraus resultierende Auslastung der Packtisch-Mitarbeiter hängen von der Anlieferfrequenz aus den Lagerbereichen ab. Die Entscheidung zur Bildung von Teil- oder Komplettverpackungen bei Mehrpositionsaufträgen liegt im Verantwortungsbereich der Mitarbeiter. Die zeitnahe Ankunft der Auftragspositionen an den Packtischen ist eine Grundvoraussetzung zur Vermeidung von Teilverpackungen und –lieferungen und hat erheblichen Einfluss auf die auftragsbezogene Durchlaufzeit. Verpackungseinheiten werden sowohl auftragsrein (Kunde bestellt zwei Lieferungen und bekommt diese separat verpackt) als auch kundenrein (Kundenbestellungen werden zusammen verpackt) gebildet. Aufgrund von Vereinbarungen ist bei Lieferungen für Polen eine Sammlung von SO und TA in einem Auftragsbehälter und die geschlossene Versendung am Folgetag möglich.⁴⁴ Besonders bei Positionen aus dem KTL kann dadurch ein erheblicher Einspareffekt an Verpackungsmaterial realisiert werden. Der genannte Einspareffekt gilt nicht für ELC-Nachschub. In die ELCs werden die ausgelagerten Positionen meist in Gitterboxen und KLT verladen. Hier steht nicht die Verpackungsmittelreduktion sondern die bestmögliche Volumenauslastung der Ladehilfsmittel und Trailer im Vordergrund. Großaufträge (größer 750 kg) werden gesondert verpackt und bis Erreichung der Abfahrtszeit zwischengepuffert. Das Volumen der auszulagernden Positionen wird nicht mit der Ladekapazität eines Trailers abgestimmt. Deshalb ist die Festlegung einer Verladereihenfolge notwendig. Zum Beispiel werden für

⁴⁴ Schmaus (2009), S.10.

Russland zunächst SO und an zweiter Stelle TA über Berechnung des Bruttogewichtes verladen. Die restlichen Positionen verbleiben auf der Pufferfläche.⁴⁵

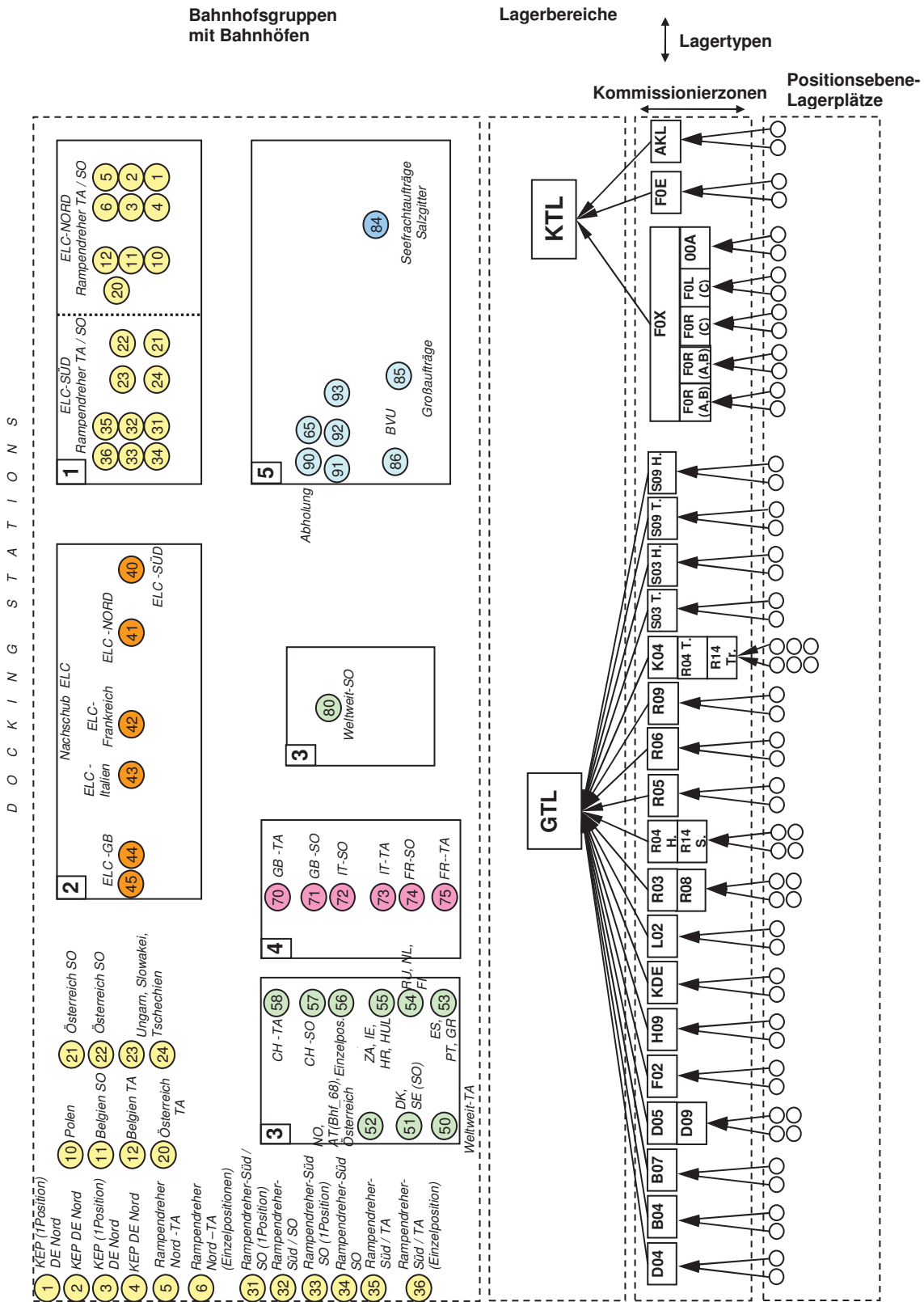


Abbildung 3.7: Darstellung Layout unter Kommissionierbereichstyp wegeoptimiert

⁴⁵ Rohe (2009), S.30.

4 Analyse der Auftragseinlastung und –ausführung

Der Materialfluss, den eine Fertigungslinie verkraften muss, wird durch die Einschleusung der zu bearbeitenden Werkstücke oder Fertigungslose bestimmt. Je unregelmäßiger die Einschleusung, desto ungünstiger ist dies aus logistischer Sicht. Gelingt es, diese zu glätten, kann die Fertigungsleistung erheblich verbessert werden.⁴⁶

Zwar ist die Prozesssteuerung im Ersatzteillistikzentrum nicht mit jener einer Fertigungslinie zu vergleichen, dennoch bestimmt auch hier die Auftragseinlastung die Leistungsfähigkeit der Logistikprozesse bei gegebenen Kapazitäten. Bereits in Kapitel 3.1 wurde die Unregelmäßigkeit der Auftragseinlastung im Druckerraum verdeutlicht. Die Analyseergebnisse des vorliegenden Kapitels bilden die Grundvoraussetzung für die in Kapitel 5 und 6 erarbeiteten Verbesserungsmaßnahmen bzw. Handlungsempfehlungen. Ausgehend von einer kurzen Zusammenfassung der logistischen Relevanz der Auftragseinlastung folgt in Abschnitt 4.1 eine Beschreibung des Synchronisationsproblems auf lagerbereichsübergreifender Ebene. Kapitel 4.2 widmet sich ausführlich der Ist-Situationsanalyse. Die zugrunde liegenden Daten werden in Form von Diagrammen aufbereitet. In Kapitel 4.3 wird die Zusammensetzung der DLZ beleuchtet und in Kapitel 4.4 werden Hauptprobleme der Auftragssteuerung identifiziert.

Die Auftragseinlastung im Logistikzentrum hat folgende Kernfrage zum Inhalt: Wann sollen welche Positionen in welcher Anzahl eingelastet, kommissioniert, verpackt und verladen werden? Aus logistischer Sicht kann die gestellte Frage unter Beachtung der Größen DLZ, Auslastung, Bestand und Liefertreue beantwortet werden. Im Spannungsfeld der „konkurrierenden“ Größen der Logistik ist eine logistische Positionierung erforderlich. Aufgrund der strategischen Bedeutung des Ersatzteilgeschäftes der MAN Nutzfahrzeuge AG nimmt die Erzielung einer hohen Kundenzufriedenheit einen zentralen Stellenwert ein. Die oberste Zielsetzung des Logistikzentrums besteht in der Lieferung aller Kundenaufträge unter Berücksichtigung der „6R“. Die Größen DLZ, Auslastung und Bestand sind für den Kunden nicht direkt messbar und haben sich an der Erzielung einer möglichst hohen Liefertreue zu orientieren.

Eine Verkürzung der DLZ ist beispielsweise durch die Sicherstellung der Verfügbarkeit von Ersatzteilen und durch eine Reduzierung von Warte- und Liegezeiten zu realisieren. Im Gegenzug dazu ist aus wirtschaftlicher Sicht (z.B. Kapitalbindungskosten), aber auch aus anderen Gründen (z.B. Auslastungsgrad Stellplätze, verfügbarer Platz, Haltbarkeitsdatum, Handlingsaufwand) der Bestand an den Erfordernissen durch Sicherstellung der Verfügbarkeit anzupassen. Die Auslagerprozesse im Ersatzteillager sind sehr

⁴⁶ Vgl. Engelhardt (2000), S.34 ff.

personalintensiv, womit die Personalkosten neben den Bestands- und Transportkosten einen der größten Kostentreiber darstellen. Eine im Idealfall gleichmäßige und hohe Auslastung der Arbeitssysteme (Kommissionierung, Packtische) soll zur Vermeidung von Ressourcenverschwendung beitragen.

Die folgenden Ausführungen verdeutlichen die enge Kopplung der beiden Größen Auslastung und Liefertreue. Zur Erzielung einer hohen Personalauslastung werden bei geringem Auftragsvolumen Aufträge mit nicht-tagesaktuellem Plan-WA eingelastet. Die frühzeitige Auslagerung und Bestandsreservierung gefährdet die Teileverfügbarkeit von Eilaufträgen und hat entweder eine verfrühte Versendung oder eine Zwischenpufferung von verpackter Ware zur Folge. (Die Pufferfläche ist begrenzt und kann einen Engpass darstellen!) Aufgrund verfrühter Lieferungen kommt es des öfteren zu Kundenbeschwerden. Überdies ist zu beachten, dass die frühzeitige Aktivierung von Aufträgen neben der Bestandsreservierung zur Generierung von Nachschublieferungen (bei Erreichen eines Bestellpunktes) führen kann. Als Konsequenz davon werden AL mit Nachschublieferungen zur Auffüllung von Lagerbeständen angestoßen. Wird die fertig verpackte Ware bis zum Plan-WA zwischengepuffert und trifft die Nachschublieferung ein, liegen „doppelte Bestände“ vor. Dieser Aspekt sollte bei der Bestimmung des Einlastungszeitpunktes immer berücksichtigt werden.

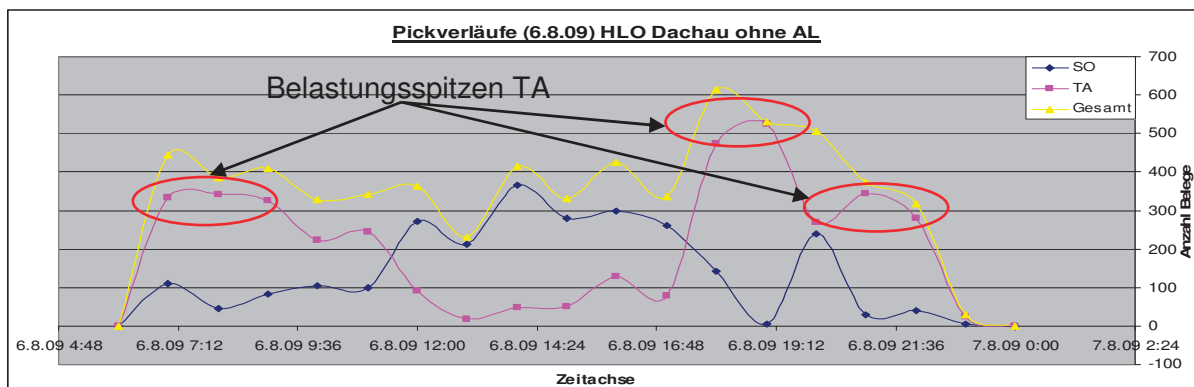


Abbildung 4.1: Darstellung der Pickverläufe mit Belastungsspitzen der TA

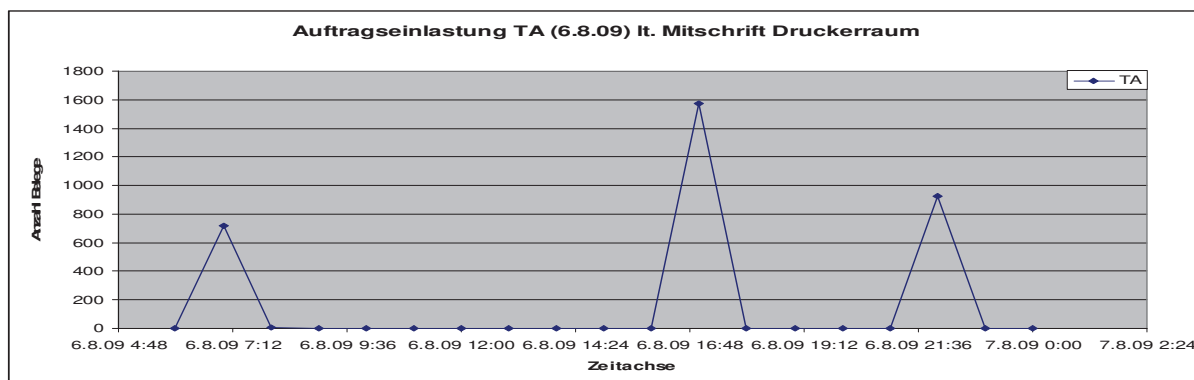


Abbildung 4.2: Typischer Verlauf der Auftragseinlastung von TA im Druckerraum

In Abbildung 4.1 sind die Pickverläufe (nur HLO Dachau) für TA und SO während eines gesamten Tages in Relation zum Einlastungsverlauf von TA (siehe Abbildung 4.2) angeführt. Auffallend ist die gegenseitige Abhängigkeit von Termin- und Sofortaufträgen. Mit steigender Anzahl gepickter Belege von Sofortaufträgen sinkt die Anzahl gepickter Belege von Terminaufträgen und umgekehrt. Besonders deutlich ist der Zusammenhang zwischen der Auftrageinlastung von TA mit der Anzahl gepickter Positionen. Die Aktivierung von TA ist von einer schubweisen Einlastung an drei konkreten Zeitpunkten gekennzeichnet.

SO sind in Abbildung 4.2 nicht eingetragen, da diese permanent aktiviert werden und vom Mitarbeiter im Druckerraum zeitlich nicht explizit erfasst werden. Die Einlastung der Aufträge richtet sich nicht nach entsprechender Rücksprache mit der aktuellen Kapazität der Packtische und der Leitstände im GTL und KTL.

Beschreibung der Koordinationsprobleme auf Auftragsebene:

Eine Klassifizierung der verschiedenen Ebenen der Auftragsausführung im Warenausgang ist der Abbildung 3.7 am Ende des Kapitels 3.4 zu entnehmen. Während die Auftragspositionen (unabhängig von der Auftragsart) bestimmten Lagerplätzen zugeordnet sind, gehören die Lagerplätze einem Lagertyp an. Lagertypen werden abhängig vom eingestellten Betriebsmodus zu Kommissionierzonen zusammengefasst und sind einem übergeordneten Lagerbereich (GTL, KTL, AL) zugeteilt.

Zur exemplarischen Veranschaulichung wird das Koordinationsproblem der Auftragssteuerung anhand eines Auftrages (siehe Abbildung 4.3) bestehend aus 170 Positionen unterschiedlicher Lagerbereiche erklärt.

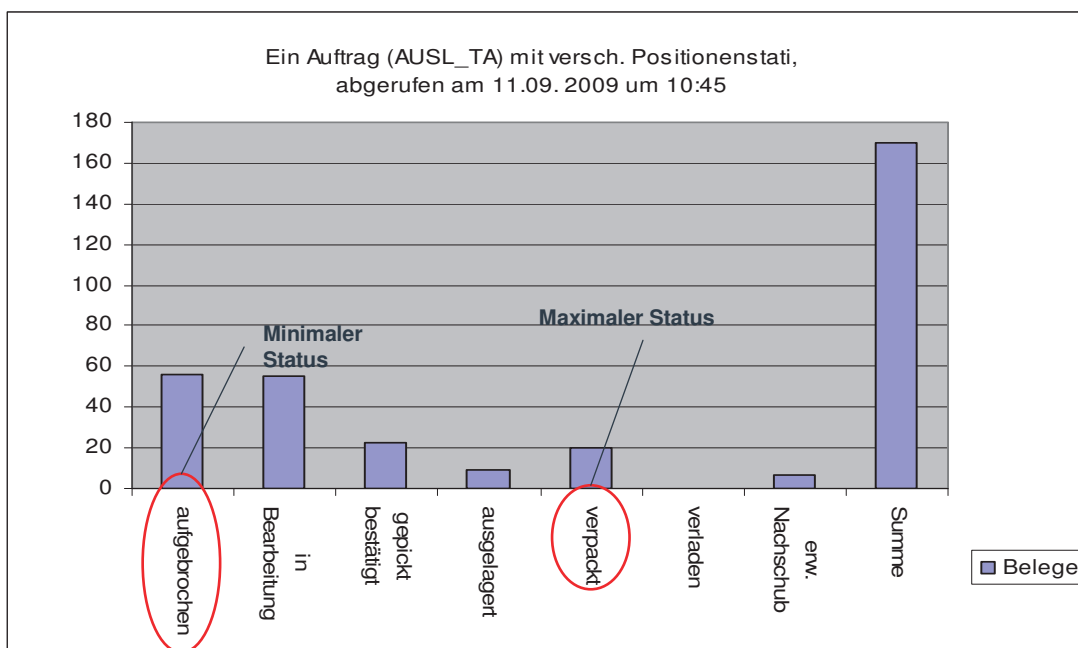


Abbildung 4.3: Darstellung des Auftragsfortschrittes auf Positionsebene

Obige Darstellung zeigt eine Momentaufnahme des Arbeitsfortschrittes der einzelnen Auftragspositionen sowie den minimalen und maximalen Positionsstatus. Das Beispiel vermittelt eine typisch unregelmäßige Verteilung der Positionsstatus, welche vorwiegend bei Auftragspositionen unterschiedlicher Kommissionierzonen charakteristisch ist. Das Ziel einer möglichst zeitnahen Ankunft aller Positionen eines Auftrages am Paktisch kann nur dann erreicht werden, wenn die Abweichung zwischen minimalen und maximalen Positionsstatus so gering wie möglich ist. Die Systemsteuerung des eingesetzten LVS SILOC zielt auf keine lagerbereichsübergreifende Auftragskoordination, sondern lediglich auf eine Steuerung innerhalb der einzelnen Kommissionierzonen ab.

Die nachstehenden Ausführungen sollen dazu beitragen, den Sachverhalt logisch nachzuvollziehen. Nach Freigabe der Aufträge fordert der Kommissionierer einer Kommissionierzone „X“ eine Kommissionierroute an, erhält Lagerort, Sachnummer und Entnahmemenge zugewiesen und startet den Kommissioniervorgang. Sind die Positionen eines Auftrages auf verschiedene Kommissionierzonen aufgeteilt, gibt es im LVS SILOC keinen Determinismus zur kommissionierzonenübergreifenden Reihenfolgebildung der Aufträge. D.h. es wird nicht sichergestellt, dass auch in anderen Kommissionierzonen die Auftragspositionen des bereits in Bearbeitung befindlichen Auftrages vorrangig zugewiesen und kommissioniert werden. Anders formuliert: In einer Kommissionierzone sind die Auftragspositionen unter Umständen schon längst ausgelagert, während in einer anderen noch nicht einmal damit begonnen wurde. Aus Sicht des Autors können verschiedene Möglichkeiten (auch kombinierbar) dazu beitragen, die Problematik der unterschiedlichen Ankunftszeiten von Auftragspositionen an den Paktischen zu vermeiden.

Eine Möglichkeit besteht in der koordinierten Auftragszuweisung an Kommissionierer. Besteht ein Gesamtauftrag aus mehreren (Teil-) Transportaufträgen, so entsteht ein Synchronisationsproblem, sofern mehrere Lagersubsysteme und somit mehrere Subsystemsteuerungen parallel mit der Bearbeitung des Gesamtauftrages befasst sind.⁴⁷ In diesem Zusammenhang wird in der Literatur zwischen Online- und Offline-Algorithmen unterschieden. Ein Online-Algorithmus ist dadurch charakterisiert, dass sich die Bearbeitungsreihenfolge durch Hinzukommen von neuen Aufträgen ständig ändert.⁴⁸ Dies ist beispielsweise dann der Fall wenn kurzfristig eingehende SO-Aufträge noch in der aktuellen Kommissionierroute berücksichtigt werden. Im Gegensatz dazu ist ein Offline-Algorithmus durch die Definition von „Zeitfenstern“ gekennzeichnet, innerhalb derer Aufträge zusammengefasst (Bildung eines Auftragsstapels) werden und dann die Bearbeitungsreihenfolge festgelegt wird. Die derzeitige Ermittlung der

⁴⁷ Zit. Gutenschwager (2002), S.61.

⁴⁸ Vgl. Gutenschwager (2002), S.19.

Bearbeitungsreihenfolge und die daraus resultierenden Unzulänglichkeiten werden noch ausführlich in späteren Kapiteln betrachtet.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Pufferung von Aufträgen vor den Packtischen. Praktische Anwendung findet diese Vorgehensweise durch den Einsatz von Sortier- und Verteilsystemen. Die kommissionierten Positionen einer Liefernummer werden sortiert und erst nach Vollständigkeit auf die zuständigen Packtische verteilt. Ein großer Nachteil ist in der Pufferung von Lieferpositionen und damit in einem hohen Anteil an „nicht wertschöpfenden“ Zeitanteilen (Warte- und Liegezeiten) und dem Bedarf nach Pufferfläche zu finden. Wird eine Vielzahl an Aufträgen gleichzeitig kommissioniert entsteht sehr schnell eine unübersichtliche Ansammlung an unvollständigen Aufträgen.

Die dritte Möglichkeit hat die Implementierung des Ziehprinzips zum Inhalt. Das heißt, die Kommissionierzonen werden ausgehend vom Abfahrtszeitpunkt im Sinne einer Rückwärtsterminierung rechtzeitig angestoßen. Für die Berechnung der Startzeitpunkte ist die Kenntnis der DLZ-Zusammensetzung (bestehend aus Administrations-, Durchführungs- und Übergangszeiten) Grundvoraussetzung. In der Praxis ergeben sich insbesondere bezüglich der Definition von Durchführungs- und Übergangszeiten Schwierigkeiten.

Als vierte Möglichkeit zur Vermeidung unterschiedlicher Ankunftszeiten ist die Anwendung entsprechender Kommissionierstrategien zu nennen. Erwähnt wird in diesem Kontext die auftragsreine Kommissionierung (Der Kundenauftrag wird zum Kommissionierauftrag und alle Positionen werden von einem Kommissionierer gepickt. Daraus resultieren lange Wegzeiten und ein oftmaliges Entleeren der Kommissionierbehälter. Außerdem muss sichergestellt werden dass die Regalbedienung mit einem RBG möglich ist.) und die zonenübergreifende Auftragsweitergabe. Bei letzterer werden alle Positionen eines Auftrages innerhalb einer Kommissionierzone gepickt und anschließend der nächsten Kommissionierzone zur Vervollständigung des Auftrages weitergereicht.⁴⁹

Die letzte und fünfte Möglichkeit fußt auf der kombinierten Anwendung der Regleranalogie der belastungsorientierten Auftragsfreigabe mit der rückstandsorientierten Regelung unter Einsatz flexibler Kapazitäten. Deren praktische Signifikanz und Einsatzmöglichkeit wird ausführlich in Kapitel 6 behandelt. Grundidee ist Auftragseinlastung in Abhängigkeit der Dringlichkeit und die kontinuierliche Abstimmung von Kapazitätsangebot und –bedarf.

In folgender Darstellung ist die Hierarchisierung der Optimierungs- und Koordinierungsprobleme eines Auftrages aus verschiedenen Lagerbereichen abgebildet.

Auf Ebene der Lagertypen innerhalb einer Kommissionierzone (blau umrandet) gilt das Hauptaugenmerk der Erzielung einer möglichst hohen Pickleistung. Auf Lagerbereichsebene

⁴⁹ Vgl. Frazelle (2002), S.158.

(grün umrandet) sind einerseits eine hohe und gleichmäßige Auslastung des Kommissionierpersonals und andererseits eine effiziente Auftragskoordination von Bedeutung. Lagerbereichsübergreifend ist eine Zusammenarbeit über Abteilungsgrenzen hinweg in Abstimmung an zu beliefernde Bahnhöfe erforderlich. Die Optimierung einzelner Subsysteme ist somit immer in Kontext mit den resultierenden Auswirkungen auf das Gesamtsystem zu stellen. Nicht die Optimierung von Subsystemen (z.B. Algorithmen zur Erhöhung der Pickleistung ohne Betrachtung des Sortier- und Verpackungsaufwandes) sondern die Entwicklung eines Gesamtkonzeptes trägt zur nachhaltigen Steigerung der Logistikleistung bei. Der Fokus liegt dabei insbesondere im Wechselspiel zwischen Auftragseinlastung und –ausführung und den angrenzenden Prozessen.

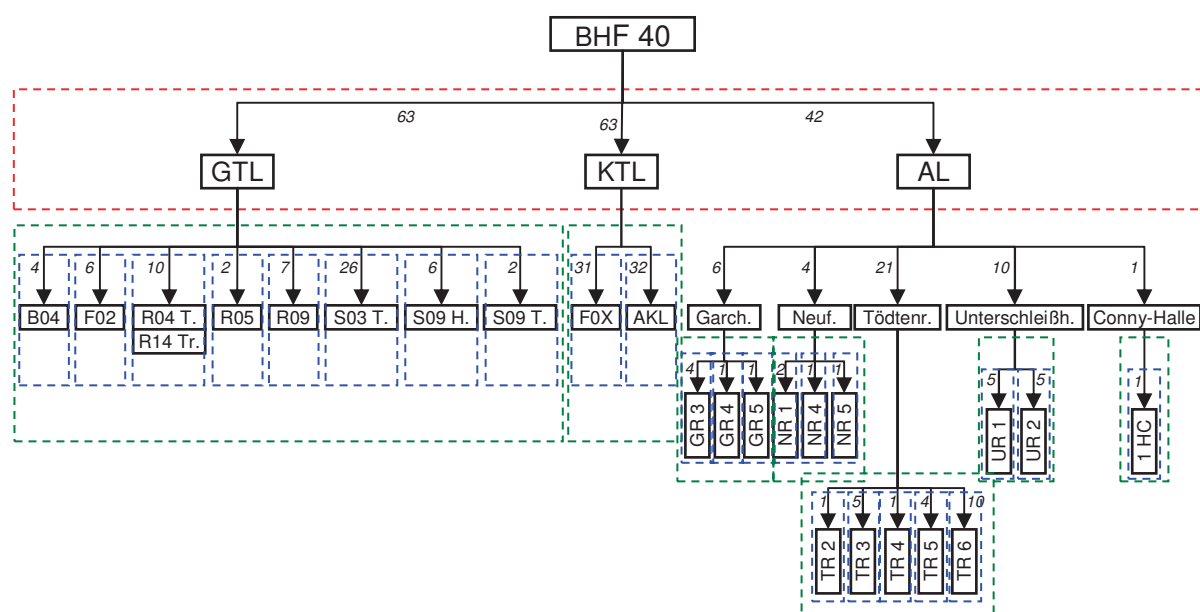


Abbildung 4.4: Hierarchisierung der Optimierungs- und Koordinierungsprobleme

Abbildung 4.5 untermauert das Argument, dass einerseits keine kommissionierzonenübergreifende Koordination auf Auftragsebene existiert, und andererseits Positionen sehr lange in einem Status verbleiben. Der zugrunde liegende Auftrag umfasst 231 Positionen aus unterschiedlichen Lagerbereichen und –typen. Aufgrund der Tatsache, dass nur eine Position aus einem Außenlagerbereich (UR für Unterschleißheim) angeliefert wird, beziehen sich folgende Analysen auf die internen Lagerbereiche und Kommissionierzonen. Die Achsenbeschriftung auf der Abszisse ist in die Zeitklassen von einer Stunde skaliert, innerhalb derer die Auftragspositionen gepickt wurden. Kein Pickvorgang fand vor dem 18.09.2009, 06:00h und nach dem 23.09.2009, 12:00h statt. Die ersten Picks ereigneten sich im Zeitraum vom 18.09.2009, 06:00h bis 18.09.2009, 07:00h und die letzten Picks zwischen 23.09.2009, 11:00h und 23.09.2009, 12:00h. (Anmerkung: Der Balken über einer Zeitangabe bezieht sich somit immer auf die Zeitspanne von einer Stunde.) Auf der Ordinate ist die Anzahl der Auftragspositionen aufgetragen. Die

erste Auftragsposition wurde am 18.09.2009, 06:36h im Lagertyp F02 und die letzte am 23.09.2009, 11:46h im Lagertyp B04 gepickt. Die auftragsbezogene DLZ für die Kommissionierung (berechnet aus der Differenz zwischen letztem und erstem Pick) beträgt somit 125h und 9min und nach Berechnung der tatsächlichen Arbeitszeit (Abzug: 3x8h für Nacht und 24h von 6:00h Sonntag bis 6:00h Montag) in etwa 77h. Auffallend ist die bis auf wenige Ausnahmen zügige Kommissionierung der Auftragspositionen innerhalb einer Kommissionierzone. Kommissionierzonenübergreifend ist eine sehr starke Variation der Kommissionierzeitpunkte festzustellen.

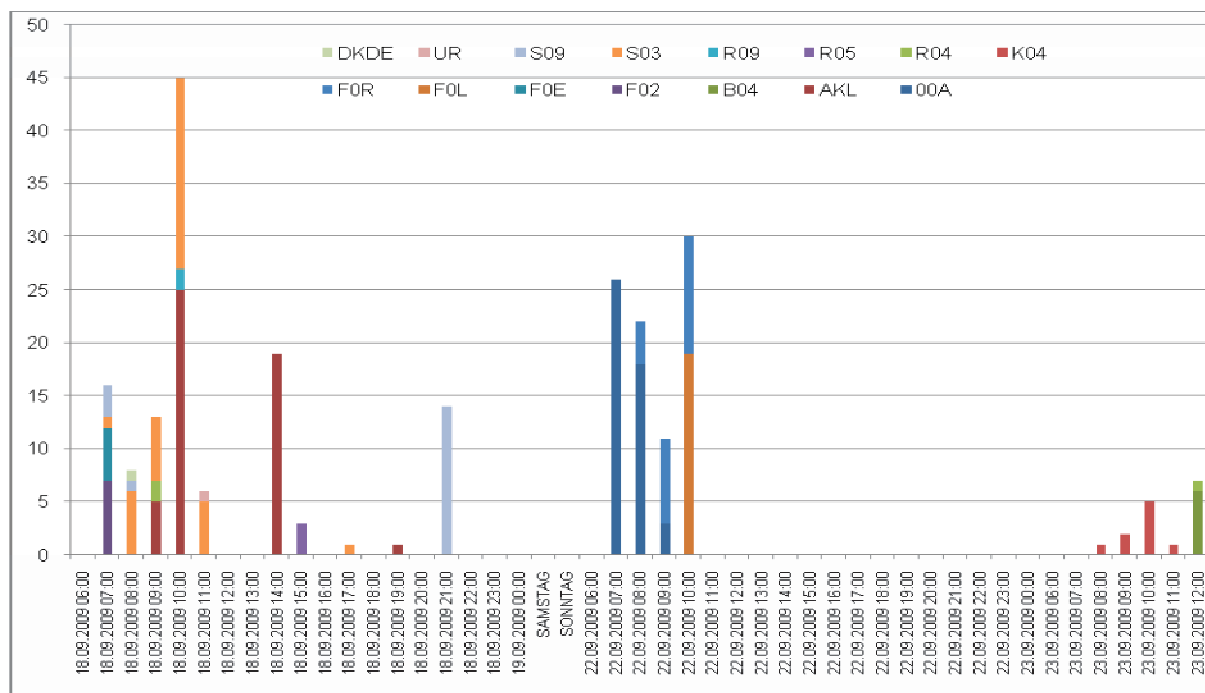


Abbildung 4.5: Pickzeitpunkte der Positionen eines Auftrages verschiedener Lagerorte

Das zugeordnete Plan-WA des Auftrages (23.09.2009) und die Tatsache, dass zwischen dem 22.09.2009, 10:00h und dem 23.09.2009, 07:00h kein einziger Pick erfolgte, lassen folgenden Schluss zu. Entweder waren die benötigten Sachnummern nicht verfügbar oder das Plan-WA wurde erst sehr spät bemerkt. Abgesehen davon wird der Auftrag bereits fünf Tage vor dem zugeordneten Plan-WA aktiviert.

Im Idealfall ist der Abstand der angeführten Balken möglichst gering (zeitnahe Kommissionierung) und die Positionierung aller Balken möglichst weit rechts (kurz vor Abfahrtszeitpunkt). Der Vorteil einer parallelen Kommissionierung zur Verkürzung der Auftragsdurchlaufzeit ist also nur dann wirksam, wenn die Lagerbereiche auch zeitnah mit der Kommissionierung beginnen. Der organisatorische Aufwand einer parallelen Kommissionierung ist im Gegensatz zur einstufigen sequenziellen Kommissionierung

(Auftragspositionen werden in einer Kommissionierroute vollständig kommissioniert) erheblich größer.⁵⁰

Reduzierung von Teilverpackungen:

Das Ziel der zeitnahen Kommissionierung korrespondiert mit dem Ziel der Verpackungsmittelreduktion und der Vermeidung von Teillieferungen. Gegenstand dieses Abschnittes ist die Spezifizierung des Potentials zur Vermeidung von Teilverpackungen. Dabei stehen die beiden Aspekte „Anzahl der Positionen innerhalb einer Kommissionierzone“ und „Anzahl der Positionen in verschiedenen Kommissionierzonen“ im Betrachtungsfokus. (Um Verpackungsmittel einzusparen müssen die Auftragspositionen sowohl innerhalb einer Kommissionierzone als auch kommissionierzonenübergreifend zeitnah ausgelagert werden.) Der Synergieeffekt zur Kostenreduktion aufgrund eines verringerten Verpackungsmittelverbrauchs ist in der Erhöhung des Kundenservice zu finden. Kunden erhalten Lieferpositionen nicht zu verschiedenen Zeitpunkten, sondern in Form einer Komplettlieferung zugesendet.

Unabhängig vom Betriebsmodus gilt folgende Aussage: Ist der Arbeitsvorrat im „Trichter“ eines Arbeitssystems (gemessen in der Anzahl zu kommissionierenden Auftragspositionen) nicht überhöht, steigt auch die Wahrscheinlichkeit dass die freigegebenen Positionen schneller ausgelagert werden.

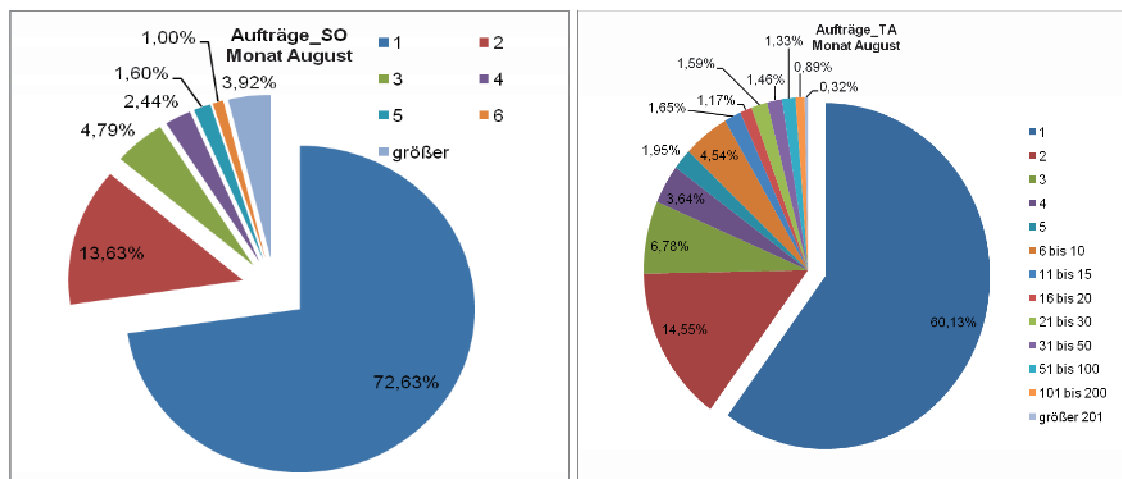


Abbildung 4.6: Auftragszusammensetzung SO und TA

Die in Abbildung 4.6 dargestellten Kreisdiagramme zeigen eine prozentuelle Auswertung der Auftragszusammensetzung. Die Datenbasis bilden 51.244 Positionen von SO und 81.398 Positionen von TA für den gesamten Monat August. (Abgerufen wurden die Daten von der Maske SL 30-Bewegungen aus dem LVS SILOC.) Bei Auftragspositionen, die sowohl in Außenlager als auch am HLO kommissioniert werden, erfolgt eine Teilung von ursprünglich

⁵⁰ Vgl. Wannewetsch (2004), S. 237.

einer Position in zwei oder mehrere Positionen. (Dieser Aspekt findet in den Diagrammen Berücksichtigung.) Unabhängig von der Auftragsart (SO oder TA) umfasst der überwiegende Teil der Aufträge lediglich eine Position.

Belege SO	Anzahl Aufträge SO	In Prozent SO	Anzahl Aufträge TA	In Prozent TA
1	18489	72,63%	7884	60,13%
2	3471	13,63%	1908	14,55%
3	1220	4,79%	889	6,78%
4	620	2,44%	477	3,64%
5	407	1,60%	256	1,95%
6	254	1,00%	201	1,53%
7	178	0,70%	135	1,03%
8	117	0,46%	113	0,86%
9	99	0,39%	82	0,63%
10	75	0,29%	64	0,49%
15	224	0,88%	216	1,65%
20	101	0,40%	153	1,17%
30	113	0,44%	208	1,59%
40	35	0,14%	129	0,98%
50	19	0,07%	63	0,48%
75	20	0,08%	114	0,87%
100	10	0,04%	61	0,47%
150	5	0,02%	89	0,68%
200	1	0,00%	28	0,21%
300	0	0,00%	26	0,20%
400	0	0,00%	9	0,07%
500	0	0,00%	3	0,02%
Größer	0	0,00%	4	0,03%
Summe:	25458	100,00%	13112	100,00%

Tabelle 3: Auswertung Auftragszusammensetzung für SO und TA

Die zugrunde liegenden Auswertungen in Zahlen sind der dazugehörigen Tabelle zu entnehmen. (Zum Beispiel umfassen 26 TA zwischen 200 und 300 Positionen, 3 TA zwischen 400 und 500 Positionen und 477 TA 4 Positionen). Rund 27% der SO und rund 40% der TA beinhalten mehr als eine Position. Je größer die Anzahl der Auftragspositionen, desto größer ist der Bündelungseffekt beim Bilden von Versandeinheiten. Lediglich 5% der SO und 13% der TA umfassen mehr als 5 Positionen. Besonders bei den Mehrpositionsaufträgen muss angesetzt werden, um Teillieferungen und -verpackungen zu vermeiden. In diesem Kontext ist zu beachten, dass die Zielsetzungen der zeitnahen Kommissionierung und der termingerechten Komplettlieferung durch Bilden von Versandeinheiten im Widerspruch zur Zielsetzung einer hohen Pickleistung stehen können. Aus Sicht der Kommissionierung ist die Erzielung einer hohen Auslagerleistung (Anzahl Positionen pro Stunde und Mitarbeiter) von übergeordneter Bedeutung. Je höher die zu kommissionierende Anzahl von Aufträgen und damit Positionen pro Kommissionierroute ist, desto geringer wird die DLZ pro Pickposition. Wenn beispielsweise ein Kommissionierer einen Auftrag mit 2 Positionen zu kommissionieren hat und die Distanz 100 Meter beträgt, so beträgt die Distanz pro Pick 50 Meter. Werden nun 2 Aufträge mit 4 Positionen kommissioniert, so beträgt die Distanz pro Pick 25 Meter.⁵¹ Je größer die Anzahl der Auftragspositionen im Arbeitsvorrat einer Kommissionierzone (und Bahnhofsguppe), desto

⁵¹ Vgl. Frazelle (2002), S.156.

großer die Pickleistung (Es steigt die Wahrscheinlichkeit dass die Lagerorte der pro Kommissionierroute zu pickenden Positionen nahe zusammen liegen).

4.1 Analyse der Auftragseinlastung und -ausführung anhand eines Beispiels

Um qualitative Aussagen zu treffen wird der Ist-Situationsanalyse mit Hilfe von Datenauswertungen ein besonderer Stellenwert eingeräumt. Zur transparenten Darstellung der Auswirkungen einer ungetakteten Auftragseinlastung bietet sich der Einsatz geeigneter Modelle und Methoden an. Eines der wohl bekanntesten Modelle basiert auf der Anwendung des von der Universität Hannover entwickelten Trichtermodells und der Darstellung mittels Durchlaufdiagramm. Gängige Anwendungsgebiete von Trichtermodell und Durchlaufdiagramm sind hauptsächlich im Bereich der Fertigungssteuerung wieder zu finden. Zur Ermittlung der im zeitlichen Verlauf variierenden Belastungssituation einzelner Arbeitssysteme, eignet sich die Methodik auch für die Auslagerprozesse im Logistikzentrum. Ein wesentliches Hauptproblem stellt das Informationsdefizit von Zeitanteilen (keine Durchführungs- und Übergangszeiten bekannt) eines Durchlaufelementes dar. Infolge einer ständig veränderten Kommissionierrouenzusammensetzung sind sowohl Inhalt (Anzahl Belege und Stück pro Beleg) als auch Wegstrecke (Quellen und Senken) einer Kommissionierroute durch eine starke Variation geprägt. Abgesehen davon ist die Kommissionierroute im Vorhinein nicht bekannt und auch der eingestellte Betriebsmodus hat Einfluss auf die Zusammenstellung einer Kommissionierroute. Aus den genannten Gründen ist der Auftragsvorrat eines Arbeitssystems nicht wie üblich in Stunden Arbeitsinhalt sondern in Anzahl Positionen gewählt.

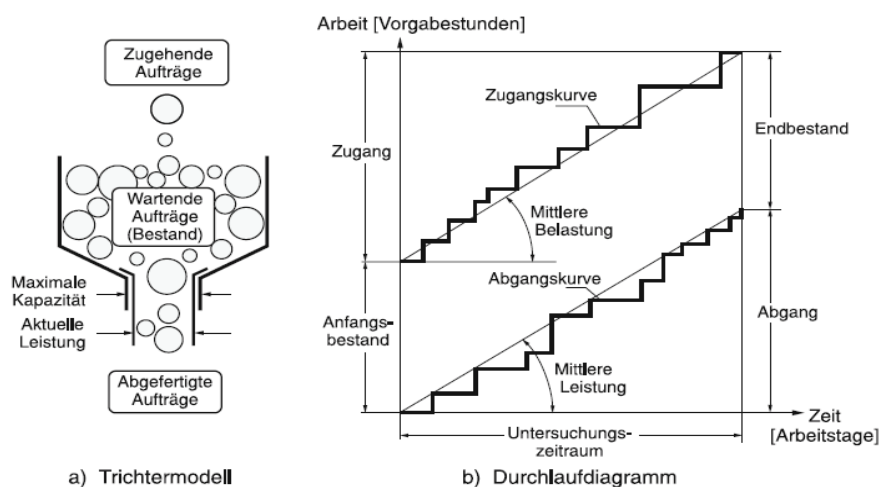


Abbildung 4.7: Darstellung von Trichtermodell und Durchlaufdiagramm⁵²

⁵² Quelle: Lödging (2008), S. 54.

Im Rahmen der durchgeführten Analysen werden in erster Linie die Bereiche Auftragseinlastung und „Kommissionierung“ herangezogen. Zwischen Kommissionierung und Verpackung besteht ein Ursache-Wirkungszusammenhang. Im Durchlaufdiagramm werden die Positionen auf der Zugangskurve im Status „aufgebrochen“ und auf der Abgangskurve im Status „ausgelagert“ kumuliert über den Zeitverlauf aufgetragen. Die Zeitspanne umfasst nicht nur die Kommissionierung sondern auch den Zeitanteil zwischen dem Status „aufgebrochen“ und der Zuweisung an den Scanner (liegen im Auftragsvorrat), und den Transport in die WA-Halle (z.B. im GTL durch die Scannung der an der Säule angebrachten Barcodes). Der Zusammenhang von Trichtermodell und Durchlaufdiagramm ist in Abbildung 4.7 angeführt. Die Kapazität (Anzahl der pro Kommissionierzone zugewiesenen Mitarbeiter) bestimmt die mittlere Auslagerleistung einer Kommissionierzone.

In den Abbildungen 4.8 bis 4.10 sind die Durchlaufdiagramme für das AKL vom 3.8.2009 separat für SO, TA und für beide Auftragsarten angeführt. Auffallend ist, dass die Leistungslinie für beide Auftragsarten (Abbildung 4.10) relativ konstant verläuft. Die Auslagerleistung kann mit durchschnittlich 127 Belegen pro Stunde (2031Belege/16h) quantifiziert werden. Der Arbeitsvorrat, gemessen in Anzahl auszulagernder Positionen, ist im Schnitt sehr hoch. Die Stufen auf der Zugangslinie stimmen mit dem sprunghaften Einlastungsverlauf überein. Trotz zunehmenden Bestandes kann die Leistung nicht gesteigert werden, einzig die DLZ erhöht sich. Im Gegensatz zu TA sind SO (Abbildung 4.9) sowohl durch eine geringere Reichweite als auch einen geringeren Bestand gekennzeichnet. Die Auswirkungen spiegeln sich in einer deutlich reduzierten DLZ von SO gegenüber TA wider.

Die den Durchlaufdiagrammen zugeordneten Durchlaufzeit-Klassen sind den Abbildungen 4.11 bis 4.13 zu entnehmen.⁵³ In den Durchlaufdiagrammen fanden nur jene Positionen Berücksichtigung, die am selben Tag aufgebrochen und ausgelagert wurden. Positionen im Auftragsvorrat mit anderem Auslagerdatum haben daher eine beträchtlich höhere DLZ. Auswertungen ergeben, dass selbst nach Abzug der Nachtstunden die Durchlaufzeiten für einen relativ hohen Anteil an Belegen noch weitaus größer sind. Deshalb kann resümiert werden, dass die Belege im Arbeitsvorrat liegen bleiben. Das zeitgleiche „Aufbrechen“ einer Vielzahl an Belegen führt somit zu zwei Hauptproblemen:

- 1.) Das Aufbrechen wirkt bestandsreservierend: auch dringende SO dürfen nicht mehr auf den reservierten Bestand zugreifen. Ist kein disponibler Bestand verfügbar, ist die Kommissionierung von SO erst nach Eintreffen der Nachschublieferung möglich. Hier wird die DLZ für SO erhöht und die Einhaltung der Termintreue gefährdet.

⁵³ Abbildung 4.11 zeigt, dass ca. 450 Positionen eine DLZ zwischen 3:30 und 10:00 aufweisen.

- 2.) Vor allem wenn die Priorität keine Rolle spielt, bleiben Belege im Arbeitsvorrat liegen. Wenn am Nachmittag viele SO zu bearbeiten sind kann nicht sichergestellt werden, dass eine Auslagerung von Belegen für TA überhaupt noch am selben Tag möglich ist. Wenn also die Kapazität nicht zugunsten einer Durchsatzsteigerung erhöht werden kann, ergeben sich lange DLZ von nicht bearbeitbaren Belegen.

Die Zielsetzung muss somit eine Bestandsregelung, abgestimmt auf die aktuelle Kapazität und/oder eine Kapazitätsanpassung an die aktuelle Belastungssituation sein. Die Auftragsfreigabe ist so zu takten, dass einerseits genügend Arbeitsvorrat im Trichter eines Arbeitssystems vorliegt und andererseits der Arbeitsvorrat einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet. Aus Sicht der Auftragseinlastung kann ein ganzer Lagerbereich (GTL, KTL) als ein Trichter aufgefasst werden kann. Wichtigstes Kriterium für die gesamte Auftragssteuerung ist dabei die Einhaltung des festgelegten Plan-WA und der zugeordneten Abfahrtszeit.

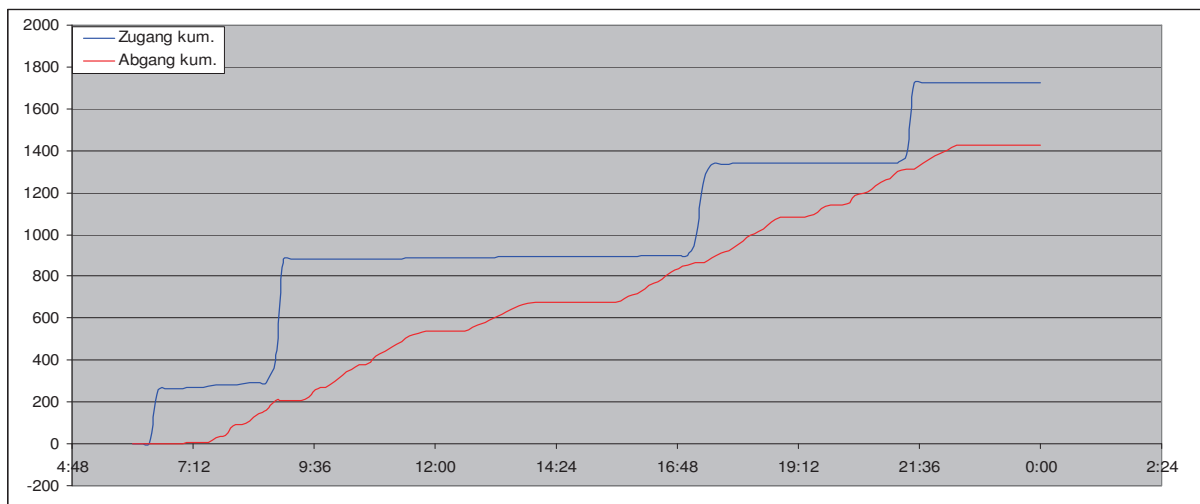


Abbildung 4.8: DLD von aufgebrochen und ausgelagert für TA (AKL, 3.8.09)

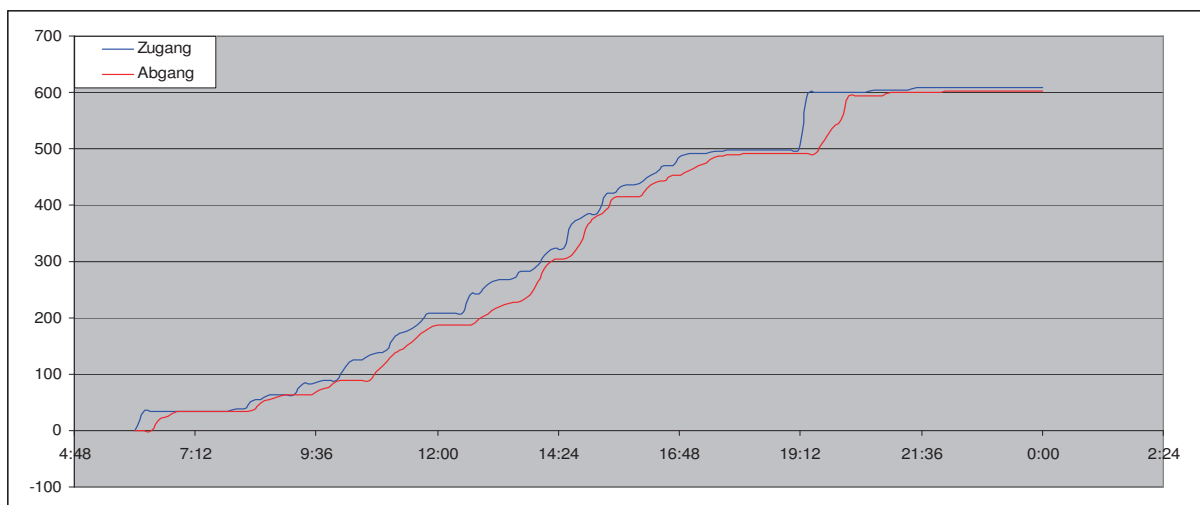


Abbildung 4.9: DLD von aufgebrochen und ausgelagert für SO (AKL, 3.8.09)

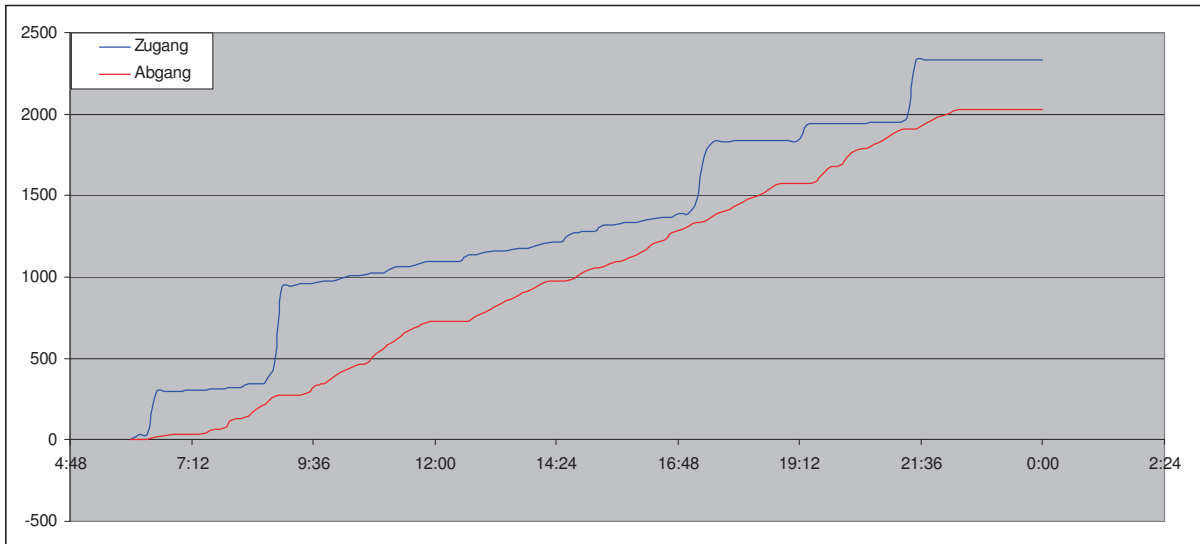


Abbildung 4.10: DLD von aufgebrochen und ausgelagert für SO, TA (AKL, 3.8.09)

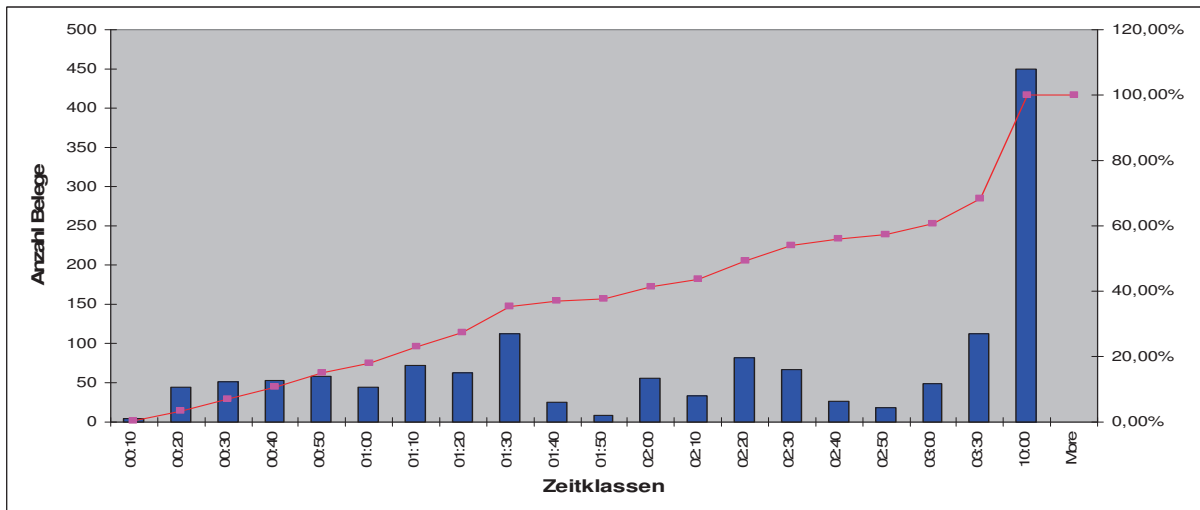


Abbildung 4.11: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert für TA (AKL, 3.8.09)

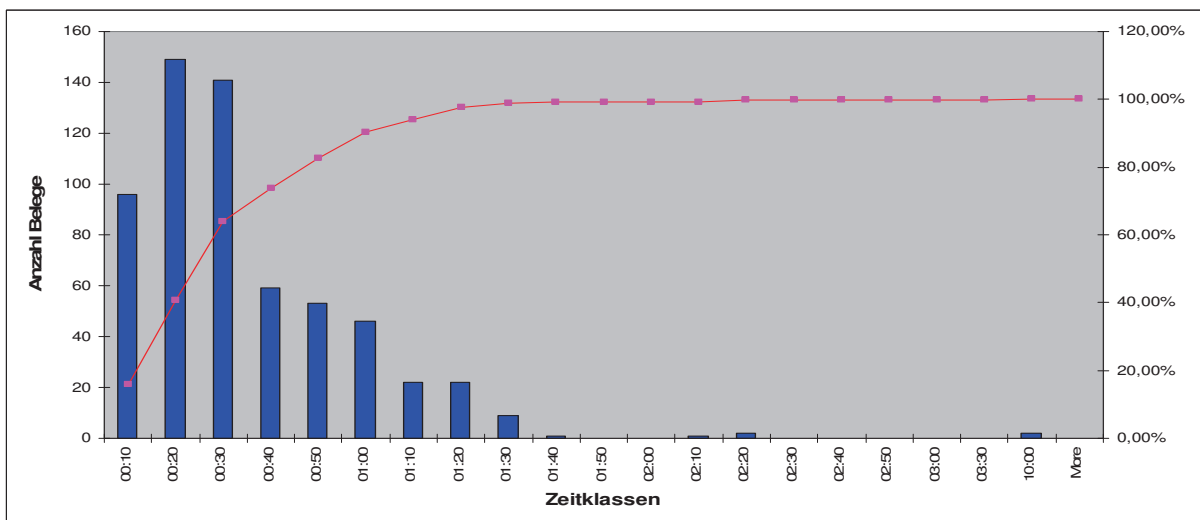


Abbildung 4.12: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert für SO (AKL, 3.8.09)

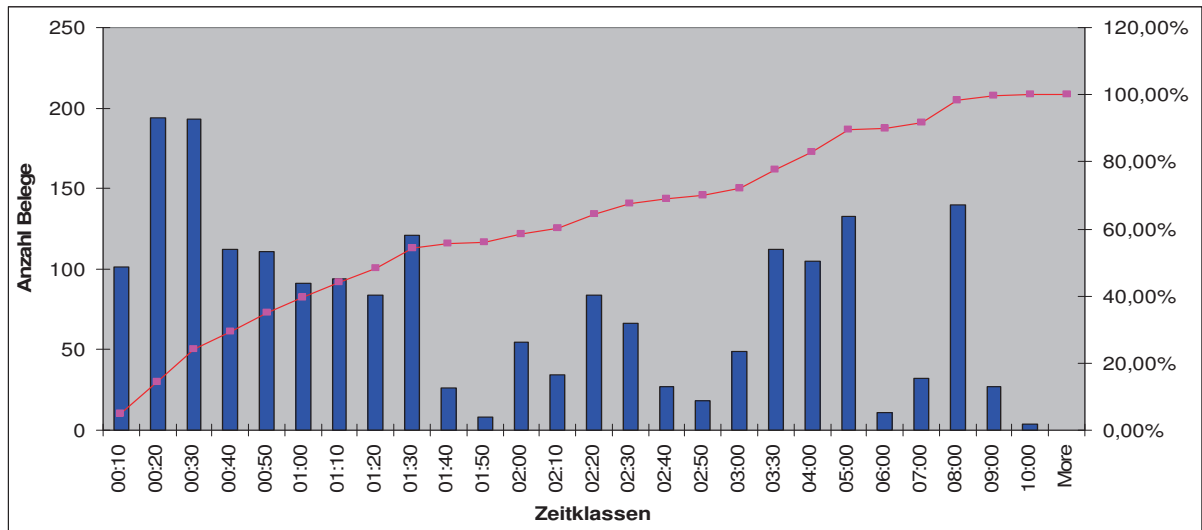


Abbildung 4.13: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert f. SO, TA (AKL, 3.8.09)

An dieser Stelle ist anzumerken, dass sich schnell zu erfüllende Eilaufträge immer nachteilig auf die Erfüllung von Normalaufträgen auswirken. Aus Kundensicht entstehen bei der Wahl des Wunschliefertermins und damit der Festlegung von SO oder TA keine Kostenunterschiede. Der damit in Verbindung stehende hohe Kundenservice ist bei dringenden Reparaturen zweifelsohne gerechtfertigt. Problematisch ist die Eingabe eines frühen Wunschtermins, obwohl die Dringlichkeit eines Eilauftrages nicht gegeben ist.

Die Auftragseinlastung für alle TA und SO über den gesamten Tagesverlauf ist in Abbildung 4.14 dargestellt. Auf der Zugangskurve von Abbildung 4.10 spiegeln sich die fünf größten Stufen der Auftragseinlastung von Abbildung 4.14 wider. Selbiger Effekt tritt auf der Zugangskurve im KTL (siehe Abbildung 4.15) auf.

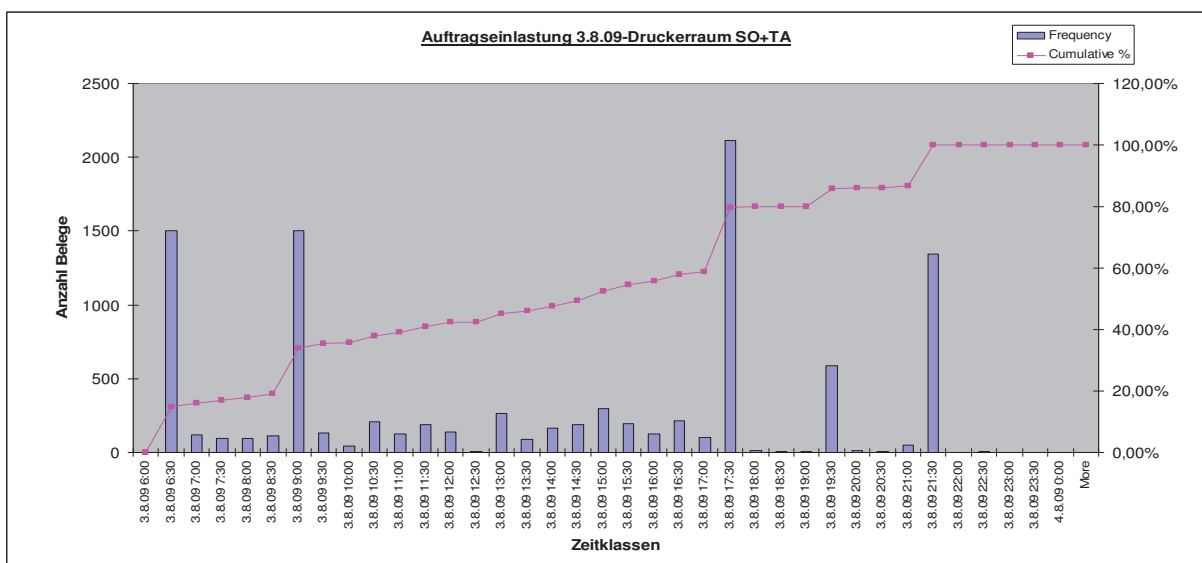


Abbildung 4.14: Auftragseinlastung von SO und TA im Druckerraum für alle Belege

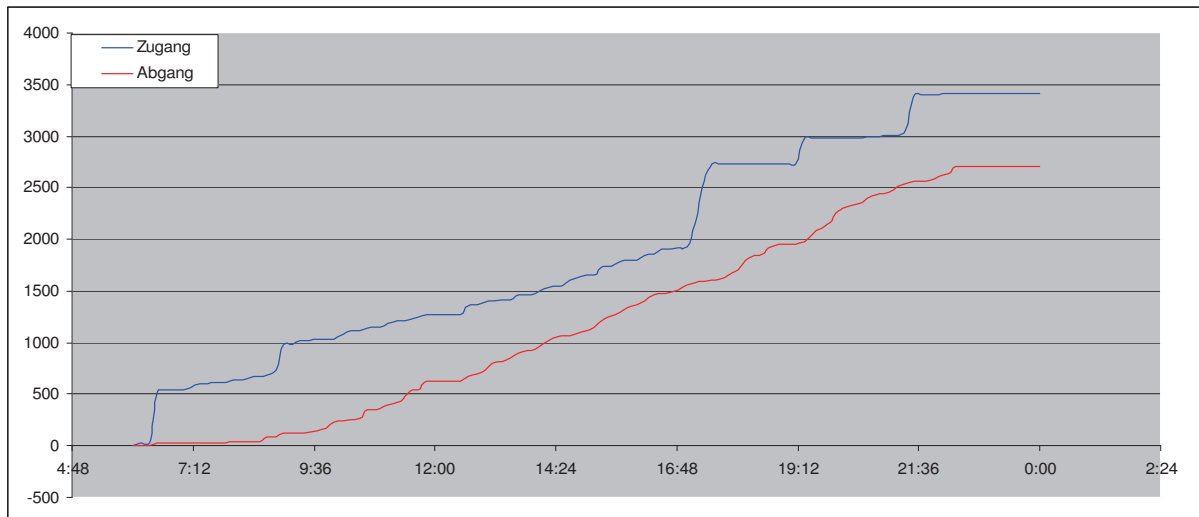


Abbildung 4.15: DLD von aufgebrochen und ausgelagert für SO, TA (FOX, 3.8.09)

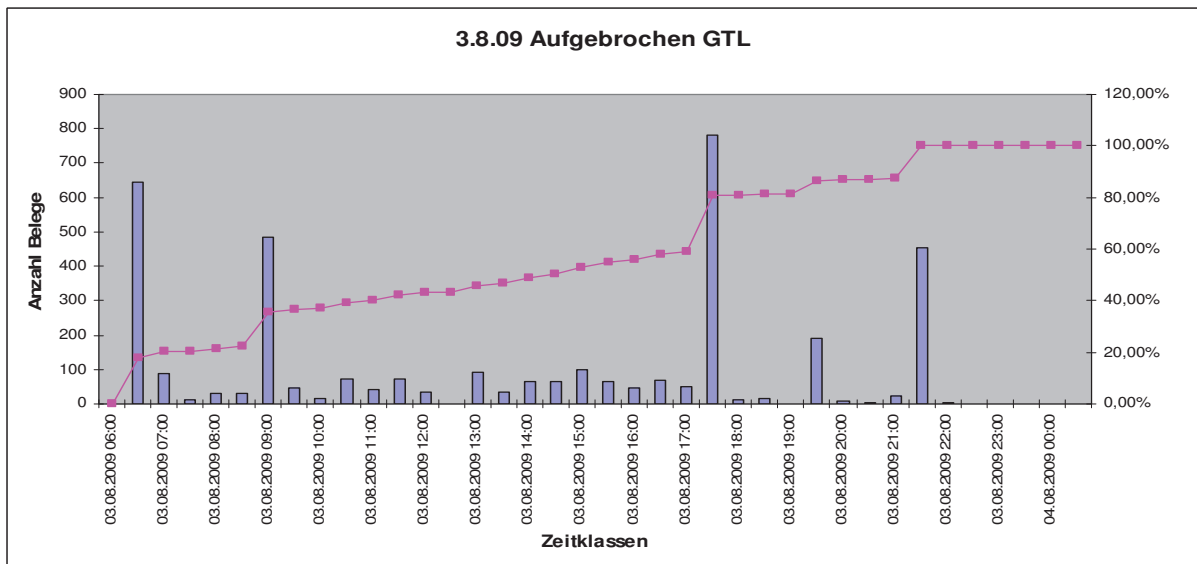


Abbildung 4.16: Belege aufgebrochen am 03.08.2009 für das GTL

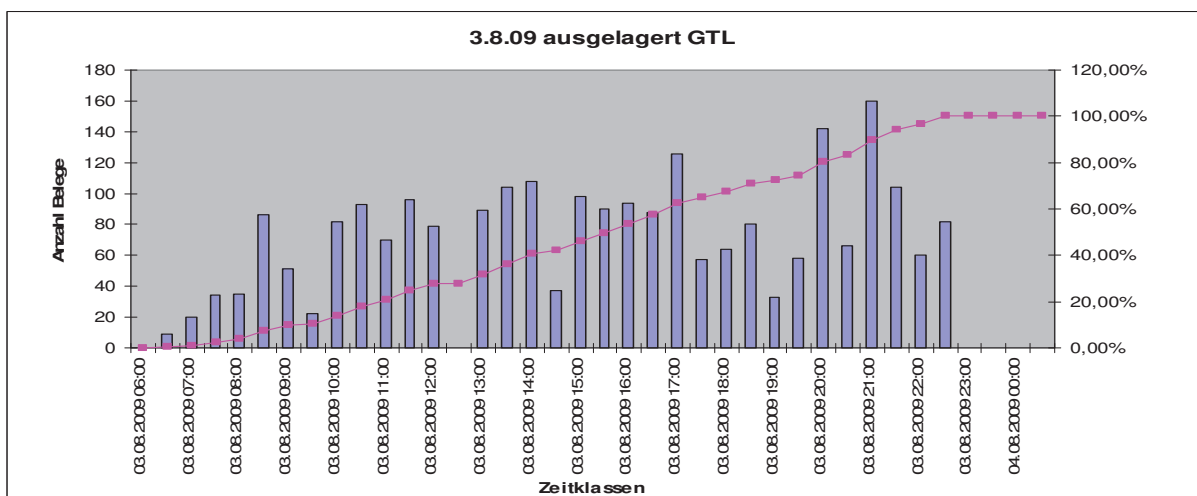


Abbildung 4.17: Belege ausgelagert am 03.08.2009 vom GTL

Die Diagramme von Abbildung 4.16 und 4.17 stellen Auswertungen vom 3.8.2009 bezüglich des GTLs dar. Während Abbildung 4.16 die Anzahl der Belege im Status „aufgebrochen“ zeigt, ist in Abbildung 4.17 die Anzahl der Belege im Status „ausgelagert“ ersichtlich. Dabei fällt auf, dass zwischen Vormittags- und Nachmittagsmodus kein merklicher Leistungsabfall festzustellen ist. Erst zwischen 19:30 und 21:00 ist die größte Auslagerleistung zu verzeichnen. Die mittlere Auslagerleistung beträgt ca. 150 Belege pro Stunde. (Der Disponent im GTL weist sehr viele Aufträge manuell zu.)

In Abbildung 4.18 bis 4.20 sind die dazugehörigen DLZ-Klassen dargestellt. Die Zeitspannen zwischen aufgebrochen und ausgelagert sind relativ hoch. Knapp 60 % der Belege werden innerhalb von zwei Stunden ausgelagert. Abbildung 4.19 und 4.20 zeigen die DLZ-Klassen separat für TA und SO. Rund 95 % der SO und gut 20 % der TA werden innerhalb von 2 Stunden ausgelagert. Auch hier ist die bevorzugte Kommissionierung von SO gegenüber TA mehr als deutlich.

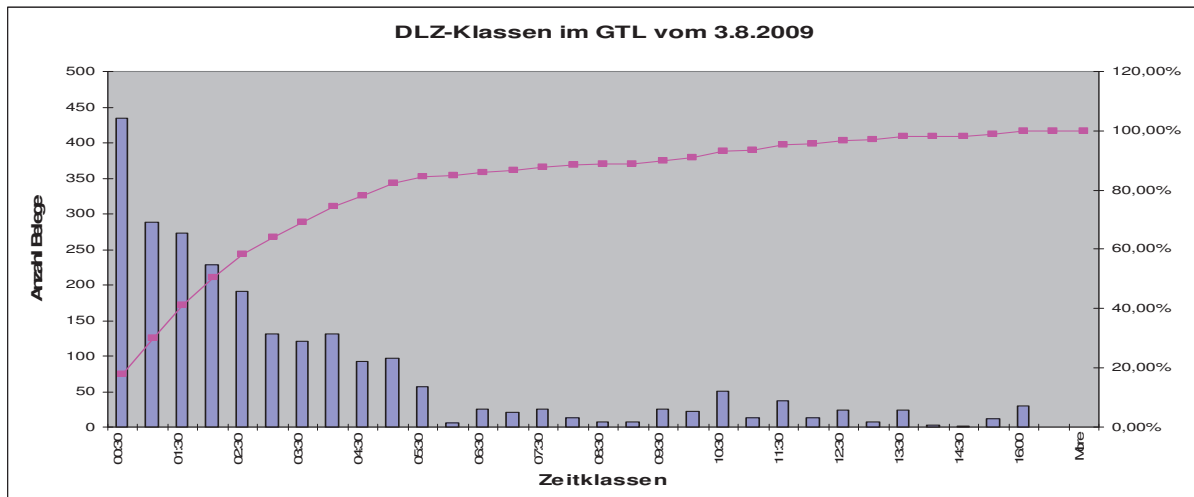


Abbildung 4.18: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert (GTL, 3.8.2009)

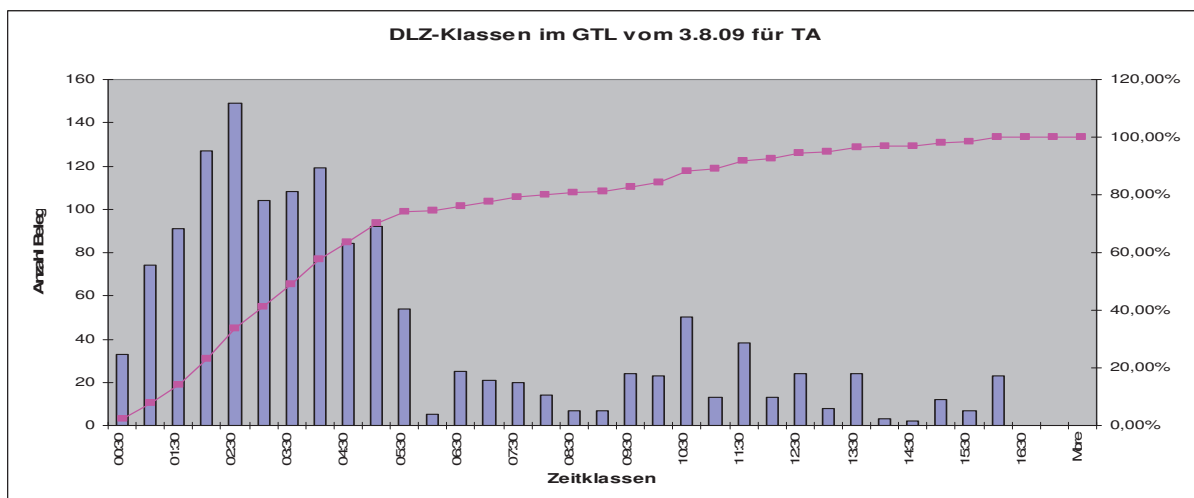


Abbildung 4.19: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert (GTL, 3.8.2009)

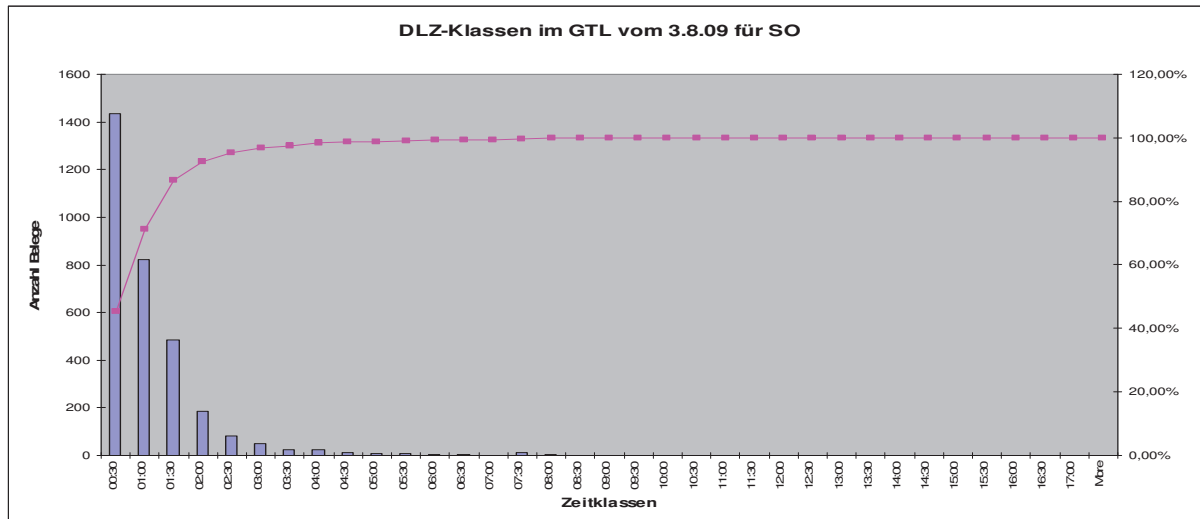


Abbildung 4.20: DLZ-Klassen zw. aufgebrochen und ausgelagert für SO (GTL, 3.8.2009)

Die präferierte Kommissionierung von SO führt somit zu Reihenfolgevertauschungen, welche Auswirkungen auf die DLZ der in der Warteschlange eines Arbeitssystems befindlichen Aufträge haben. Zwar gilt das FIFO-Prinzip nicht für die Belege in der Warteschlange eines Kommissionierers, da für die Bildung einer Kommissionierroute prinzipiell alle Positionen einer Auftragsart in Frage kommen, jedoch ist selbiger Effekt beim Umschalten vom Vormittagsmodus auf den Nachmittagsmodus festzustellen.⁵⁴ Im Nachmittagsmodus werden die Prioritäten im Sinne der zugeordneten Abfahrtszeiten berücksichtigt. Positionen mit geringerer Priorität verbleiben dadurch in der Warteschlange. Die priorisierten Aufträge werden termingerecht fertig, während die Einhaltung der übrigen Auftragstermine umso ungewisser wird.⁵⁵ Der Effekt schlägt sich auch in erheblich kürzeren DLZ von Sofortaufträgen nieder. Findet die Priorität keine Beachtung, so werden auch Positionen mit späterer Abfahrtszeit zuordnung kommissioniert, sofern sich diese im Auftragsvorrat des Arbeitssystems befinden. Der eingestellte Betriebsmodus beeinflusst somit die Reihenfolge der zur Kommissionierung anstehenden Aufträge.

Wenn die Mitarbeiter im Druckerraum hingegen die Positionen in Reihenfolge der Abfahrtszeit einlasten (kürzeste verbleibende Zeitspanne bis Erreichung der Abfahrtszeit), so bestimmt die Anzahl der im Auftragsvorrat befindlichen Positionen die Zusammenstellung der Kommissionierroute. Der Einfluss von Reihenfolgevertauschungen bei unterschiedlichen Warteschlangen wird in Abbildung 4.21 angeführt. Je größer die Warteschlange, desto größer die Durchlaufzeitverkürzung von priorisierten Aufträgen und desto größer die mittlere Durchlaufzeit. Eine Vielzahl an aktivierten TA und der Wechsel auf den Vormittagsmodus führt zur Priorisierung von SO und zu einer erhöhten DLZ von TA.

⁵⁴ Vgl. dazu Kapitel 3.3.1

⁵⁵ Vgl. Wiendahl (1992), S. 25.

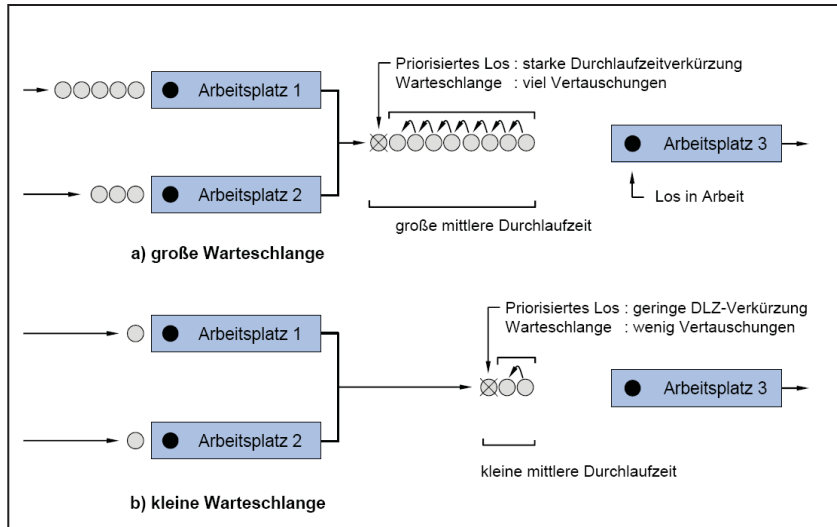


Abbildung 4.21: DLZ bei Reihenfolgevertauschungen innerhalb von Warteschlangen⁵⁶

4.2 Zusammensetzung der DLZ

Die DLZ eines Arbeitssystems setzt sich aus einer Übergangs- und einer Durchführungszeit zusammen.⁵⁷ Die Übergangszeit (UEZ) besteht üblicherweise aus den Zeitanteilen „Liegen nach Bearbeitung“, „Fördern“ und „Liegen vor Bearbeitung“. Die Durchführungszeit (DFZ) aus den Zeitanteilen „Rüsten“ (hier nicht relevant) und „Bearbeiten“.

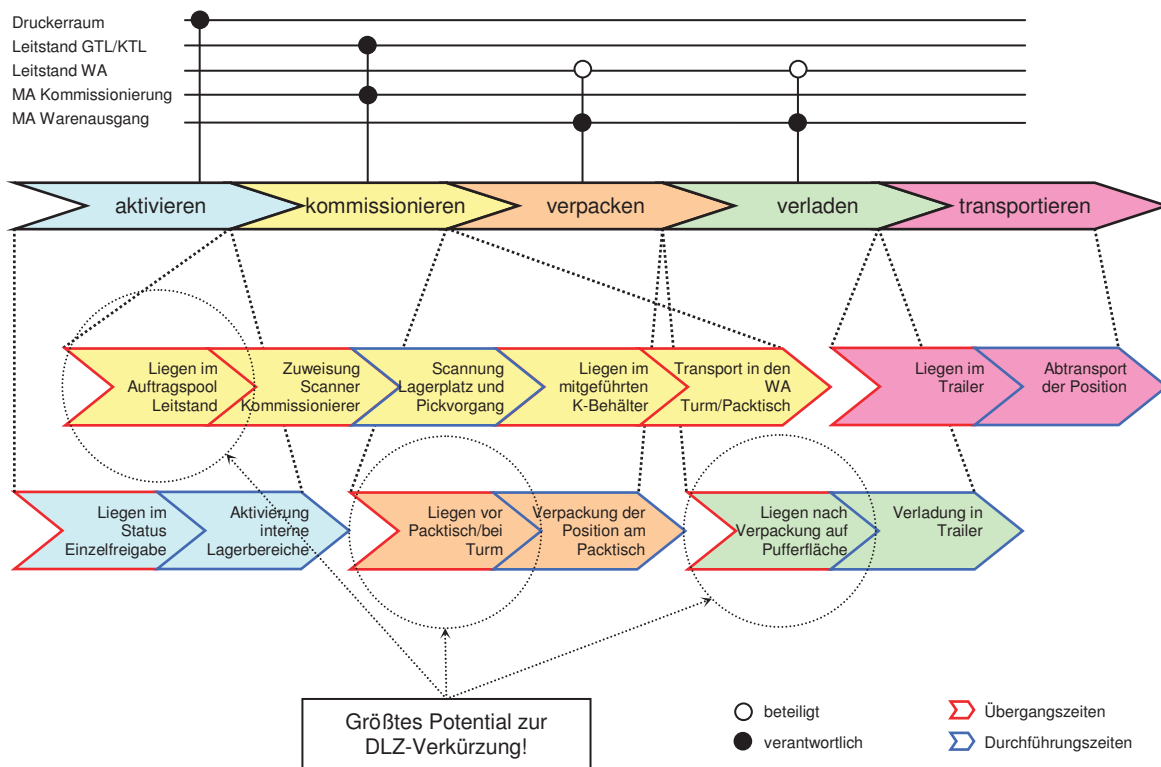


Abbildung 4.22: Elemente der Durchlaufzeit auf Positionsebene

⁵⁶ Quelle: Lödging, Nickel (2005), S. 29.

⁵⁷ Vgl. Wiendahl (1997), S.185.

Obige Graphik beinhaltet eine Auflistung der Zeitanteile eines Auslagervorganges zwischen den in SILOC gespeicherten Zeitpunkten „aufgebrochen“ und „gelöscht“ im Vormittagsmodus auf Positionsebene. Die Durchlaufzeiten der Auslagerprozesse sind insgesamt von einem hohen Anteil der Übergangszeiten charakterisiert. Insbesondere die Zeitanteile „Liegen im Auftragspool Leitstand“, „Liegen vor Paktisch/bei Turm“ und „Liegen auf Pufferfläche“ nehmen einen großen Anteil der gesamten DLZ ein.

Die Kreisdiagramme in Abbildung 4.23 beinhalten eine prozentuelle Auswertung der DLZ-Anteile zwischen den Zeitpunkten aufgebrochen/in Bearbeitung, ausgelagert/verpackt, verpackt/verladen und aufgebrochen/gelöscht. Die zugrunde liegenden Daten umfassen ca. 9000 Positionen. In die DLZ-Berechnungen fließen nur Positionen ein, die spätestens bis Freitag derselbigen Woche den Status gelöscht erreicht haben.⁵⁸ Die dargestellten Kreisdiagramme umfassen in erster Linie „unproduktive“ DLZ-Anteile. Zwischen aufgebrochen und in Bearbeitung „liegen“ Belege im Auftragsvorrat zur Kommissionierung, zwischen ausgelagert und verpackt auf der Pufferfläche vor den Paktischen und zwischen verpackt und verladen auf weiteren Pufferflächen. Einzig zwischen ausgelagert und verpackt ist auch die Zeitspanne für den Verpackungsprozess beinhaltet.

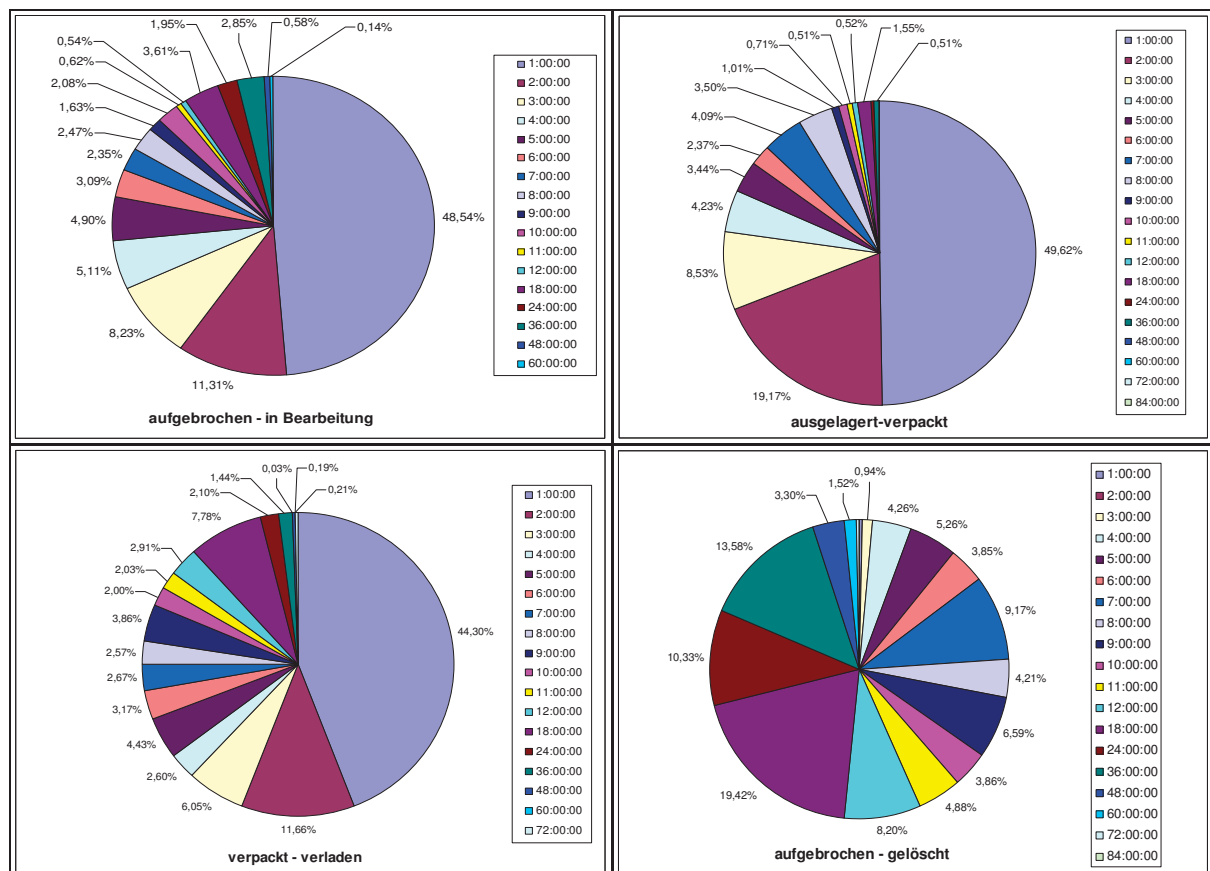


Abbildung 4.23: DLZ-Anteile von Belegen, aufgebrochen am 03.08.2009

⁵⁸ Nachtstunden wurden von der DLZ abgezogen.

Durchlaufzeiten von ca. 9000 Belegen aufgebrochen am Mo, 03.08.2009									
Klassen	Aufgebr. - In Bearbeitung		Ausgelagert bis Verpackt		Verpackt bis Verladen		Aufgebrochen -gelöscht		
	Anzahl	In Prozent	Anzahl	In Prozent	Anzahl	In Prozent	Anzahl	In Prozent	
1:00:00	4387	48,54%	4482	49,62%	4001	44,30%	19	0,21%	
2:00:00	1022	11,31%	1731	19,17%	1053	11,66%	13	0,14%	
3:00:00	744	8,23%	770	8,53%	546	6,05%	85	0,94%	
4:00:00	462	5,11%	382	4,23%	235	2,60%	384	4,26%	
5:00:00	443	4,90%	311	3,44%	400	4,43%	474	5,26%	
6:00:00	279	3,09%	214	2,37%	286	3,17%	347	3,85%	
7:00:00	212	2,35%	369	4,09%	241	2,67%	826	9,17%	
8:00:00	223	2,47%	316	3,50%	232	2,57%	379	4,21%	
9:00:00	147	1,63%	91	1,01%	349	3,86%	593	6,59%	
10:00:00	188	2,08%	64	0,71%	181	2,00%	348	3,86%	
11:00:00	56	0,62%	46	0,51%	183	2,03%	439	4,88%	
12:00:00	49	0,54%	47	0,52%	263	2,91%	738	8,20%	
18:00:00	326	3,61%	140	1,55%	703	7,78%	1749	19,42%	
24:00:00	176	1,95%	16	0,18%	190	2,10%	930	10,33%	
36:00:00	258	2,85%	46	0,51%	130	1,44%	1223	13,58%	
48:00:00	52	0,58%	1	0,01%	3	0,03%	297	3,30%	
60:00:00	13	0,14%	1	0,01%	17	0,19%	137	1,52%	
72:00:00	0	0,00%	1	0,01%	19	0,21%	23	0,26%	
84:00:00	0	0,00%	4	0,04%	0		1	0,01%	
96:00:00	0	0,00%	0	0,00%	0		0	0,00%	
	9037	100,00%	9032	100,00%	9032	100,00%	9005	100,00%	

Tabelle 4: DLZ-Anteile von Belegen, aufgebrochen am 03.08.2009

4.3 Falsche Kommissionierreihenfolge als Kernproblem der Auftragsausführung

Die übergeordnete Kennzahl zur Messung der Leistung eines Logistikzentrums besteht in der Erzielung einer optimalen Liefertreue. Die Kommissionierung ist ein Hauptprozess im Warenausgang und trägt maßgeblich zur Zielerreichung bei. Aus Sicht des Autors ist die Ursache eines der Kernprobleme darin zu finden, dass die Reihenfolge der zu kommissionierenden Positionen nicht optimal verläuft. Durch das gleichzeitige Aufbrechen von Positionen mit unterschiedlichen Abfahrtszeiten und Plan-WA werden insbesondere im Vormittagsmodus Positionen ausgelagert, deren Plan-WA noch lange nicht erreicht sind, während Positionen mit abgelaufenem Plan-WA noch im Arbeitsvorrat verbleiben.

In diesem Kontext findet in der Literatur der Begriff der Reihenfolgedisziplin Verwendung. Die Reihenfolgedisziplin beschreibt den Anteil aller Reihenfolgeentscheidungen, bei der die Priorität der Aufträge eingehalten wurde.⁵⁹ Entspricht die Anzahl der Arbeitsvorgänge, bei denen kein Auftrag übergangen wurde der Gesamtanzahl an Arbeitsvorgängen, so liegt die Reihenfolgedisziplin bei 100%. Dabei gilt:⁶⁰

$$RD = \frac{\text{AnzAVG mit AnzÜA} = 0}{\text{AnzAVG}} \cdot 100$$

RD Reihenfolgedisziplin [%]

AnzAVG Anzahl Arbeitsvorgänge [-]

AnzÜA Anzahl übergangener Aufträge [-]

⁵⁹ Vgl. Lödding (2008), S. 456.

⁶⁰ Vgl. Lödding (2008), S. 456.

$$Anz\ddot{U}A_m = \frac{\sum_{i=1}^n Anz\ddot{U}A_i}{AnzAVG}$$

$Anz\ddot{U}A_m$ mittlerer Anzahl übergangener Aufträge [-]

$Anz\ddot{U}A_i$ Anzahl übergangener Aufträge beim i-ten Arbeitsvorgang [-]

$AnzAVG$ Anzahl Arbeitsvorgänge [-]

Im LVS SILOC ist die Reihenfolgedisziplin grundsätzlich durch die eingestellte Priorität gegeben. Eine Unterscheidung nach Aufträgen mit gleicher Priorität ist nicht möglich, sehr wohl jedoch eine Unterscheidung von Aufträgen unterschiedlicher Priorität. (Erklärung: Innerhalb einer Auftragsgruppe mit gleicher Abfahrtszeit kann keine Reihenfolgedisziplin ermittelt werden. Eine mittlere und niedrige Reihenfolgedisziplin ist dadurch charakterisiert, dass Aufträge mit späterer Abfahrtszeit Aufträgen mit früheren Abfahrtszeiten vorgereicht werden.) Die strikte Einhaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass immer Belege mit höchster Priorität zuerst kommissioniert werden. Bei Sofortaufträgen im Nachmittagsmodus kommt dieser Effekt zum Tragen. Aus den bereits genannten Gründen sollte die Reihenfolgedisziplin auch im Vormittagsmodus berücksichtigt werden. Es gilt sicherzustellen, dass einerseits die eingestellte Prioritätszahl der tatsächlichen Priorität einer Position entspricht und andererseits zuerst jene Positionen mit höherer Priorität den Scannern zugewiesen werden.

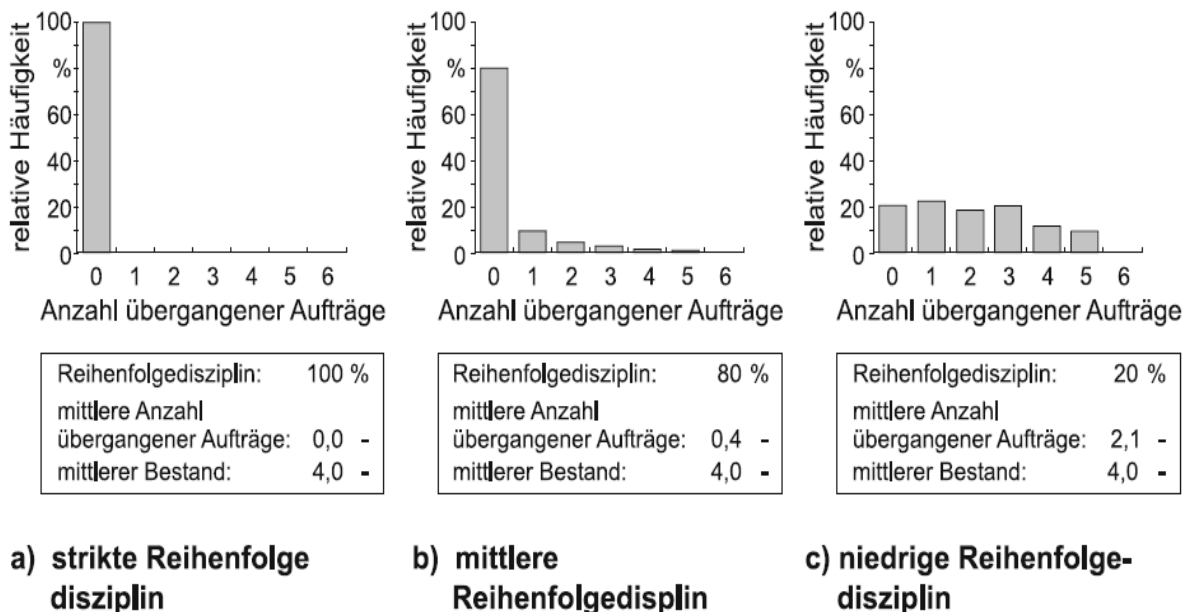


Abbildung 4.24: Visualisierung der Reihenfolgedisziplin⁶¹

⁶¹ Quelle: Lödding (2008), S. 457.

Die Auswirkungen einer mangelnden Reihenfolgedisziplin sind in Abbildung 4.25 erkennbar.⁶² Nicht zu beachten ist die Spalte Einzelfreigabe, da sich die Abfahrtszeitzuordnung nicht auf den aktuellen Tag des Plan-WA beziehen muss. Wichtiger sind die beiden Spalten Anz. „aufgebrochen“ und Anz. „in Bearbeitung“, welche Abfahrtszeiten mit selben Plan-WA beschreiben. Noch acht Belege mit der Abfahrtszeitzuordnung 13:00h haben den Status „aufgebrochen“ während viele Belege mit späterer Abfahrtszeit bereits den Status „in Bearbeitung“ bzw. hier nicht angeführt den Status „ausgelagert“ oder „verpackt“ haben. Die Folgewirkungen einer falschen Kommissionierreihenfolge setzten sich in der Verpackungs- und Verladezone fort. Die Auftragspositionen gleicher Abfahrtszeit kommen zu verschiedenen Zeitpunkten an den Paktischen an. Viele Teilverpackungen und Teilversendungen und eine unübersichtliche Zwischenlagerung an verschiedenen Pufferflächen haben eine fehlende Transparenz in der Verpackungs- und Verladezone zur Folge. Lieferpositionen werden räumlich nicht zusammengefasst, wodurch ein vermeidbarer Such- und Handlingsaufwand entsteht. Die Zwischenlagerung auf der Pufferfläche erfolgt in Anliefer- und Verpackungsreihenfolge und nicht geordnet nach Liefernummer und Abfahrtszeit.

Abfahrtszeitgruppe	Anz. "Einzelfreig."	Anz. "aufgebrochen"	Anz. "in Bearbeitung"
OHNE ZUORDNUNG	0	0	0
07.30	0	0	0
10.00	53	0	0
11.00	31	0	0
12.00	8	0	0
13.00	63	8	24
14.00	0	0	0
15.00	1	0	0
15.30	0	0	0
16.00	0	0	3
16.30	0	0	2
17.00	0	0	2
17.30	3	6	6
18.00	11	18	17
18.30	7	6	9
18.45	0	11	0
19.00	1	2	2
20.00	0	0	0
20.30	0	0	0
21.00	0	3	2

Abbildung 4.25: Abruf der Maske SA04-Akt.Abfahrtszeit am 02.11.2009 um 14:30

In Anlehnung an Abbildung 4.25 ist in Abbildung 4.26 ein Beleg im Status „aufgebrochen“, vom Lagerbereich R04 mit Abfahrtszeitzuordnung 13:00h angeführt. Der markierte Beleg müsste laut Abfahrtszeitzuordnung spätestens bis 13:00 ausgelagert und verpackt sein.⁶³ Durch die Nichtbeachtung der Abfahrtszeit wird die Einhaltung der Liefertreue gefährdet.

Ein Argument für das „Aufbrechen“ einer hohen Anzahl an Belegen ist, dass die Pickleistung steigt, je größer der Arbeitsvorrat an kommissionierenden Belegen ist. Hierbei ist folgendes festzuhalten: Das Optimierungspotential zur Bildung von Kommissionier Routen ist größer, wenn die Wahrscheinlichkeit steigt, dass die Lagerorte der zu kommissionierenden

⁶² Abgerufen wurde die folgende Tabelle um 14:30h von der SILOC Maske SA04-Akt.Abfahrtszeit.

⁶³ Die Prioritätszahl ist mit 10 festgelegt, das System weist jedoch Positionen mit der Priorität 35 bzw. 33 dem Scanner RDT_209 zu.

Positionen möglichst nahe beisammen liegen. Dieser Effekt kommt jedoch im KTL viel mehr zum Tragen als in den Lagerbereichen des GTL. Im GTL, insbesondere bei Volumenteilen ist die Anzahl der pro Kommissionierroute anzufahrenden Lagerorte weitaus geringer als im KTL. (Der Füllgrad der mitgeführten Gitterbox ist schnell erreicht. Außerdem werden im GTL sehr viele Positionen manuell zugewiesen, was eine auftragsreine Kommissionierung zur Folge hat.) Andererseits darf eine verbesserte Pickleistung nicht zu einer Verschlechterung der Liefertreue führen. Außerdem muss die zu früh kommissionierte Ware im WA bis zur Verladung zwischengepuffert werden. Lange Lieferzeiten, knappe Pufferflächen und insgesamt eine fehlende Transparenz (welche Positionen gehören zu einer Liefernummer, einer Abfahrtszeit bzw. Verloaderampe) sind die Folge. Die fehlende Transparenz führt dazu, dass im Zuge der Verladung häufig Positionen einer Liefernummer übersehen werden.

Werk:	Lager:	Sachnummer:	Debitor:	Versandstelle:							
0150	R04	%	%	%							
Plan WA von:	Plan WA bis:	Status:	Lieferungsnumm								
20.10.2009	04.11.2009	aufgebrochen	%								
<input type="checkbox"/> Nur Kommissionierpositionen	<input checked="" type="checkbox"/> Gelöschte Aufträge ausbl.	<input checked="" type="checkbox"/> Cons-Transporte ausblenden									
Abfahrtszeitgruppe	Auftragstyp	ANLORT	Men...	Pick...	Auftr.St...	Pos.Status	Prio...	Transport...	Plan-WA	Pos...	Debitor
DHNE ZUORDNUNG	AUSL_E...	BHF_WE	15...	0,000	teilw. ...	aufgebrochen	100		02.11.2009	321,3	0000087898
21.00	AUSL_TA	BHF_12	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	40		03.11.2009	25,0	0000431668
21.00	AUSL_TA	BHF_12	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	30		02.11.2009	4,1	V000005122
21.00	AUSL_TA	BHF_12	2,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	30		02.11.2009	18,5	V000005122
21.00	AUSL_TA	BHF_12	2,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	30		02.11.2009	33,0	V000005122
19.00	AUSL_TA	BHF_54	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	54		03.11.2009	26,3	V000002947
19.00	AUSL_TA	BHF_54	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	54		03.11.2009	6,6	V000002947
19.00	AUSL_TA	BHF_54	7,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	54		03.11.2009	113,4	V000002947
19.00	AUSL_TA	BHF_85	4,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	30		03.11.2009	7,5	V000002947
19.00	AUSL_TA	BHF_54	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	54		03.11.2009	30,6	V000002947
19.00	AUSL_TA	BHF_58	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	54		03.11.2009	19,6	V000000003
19.00	AUSL_TA	BHF_58	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	54		03.11.2009	40,4	V000000003
19.00	AUSL_TA	BHF_54	4,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	20		03.11.2009	20,0	V000002947
19.00	AUSL_TA	BHF_54	2,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	20		03.11.2009	0,0	V000002947
19.00	AUSL_TA	BHF_54	2,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	20		03.11.2009	15,2	V000002947
19.00	AUSL_TA	BHF_54	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	20		03.11.2009	33,4	V000002947
18.30	AUSL_SD	BHF_04	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	35	RDT_209	02.11.2009	15,0	V000000E81
18.30	AUSL_SD	BHF_04	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	35	RDT_209	02.11.2009	29,6	V000000E81
18.00	AUSL_SD	BHF_34	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	35	RDT_209	02.11.2009	8,1	V000000E86
17.30	AUSL_SD	BHF_71	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	33	RDT_209	02.11.2009	20,0	V014005320
17.00	AUSL_SD	BHF_55	2,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	28		02.11.2009	7,6	V000003350
17.00	AUSL_SD	BHF_55	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	29		02.11.2009	4,0	V000002187
14.00	AUSL_TA	BHF_70	2,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	10		02.11.2009	30,0	V014008311
13.00	AUSL_TA	BHF_50	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	10		03.11.2009	39,0	0000431664
13.00	AUSL_TA	BHF_50	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	46		03.11.2009	12,7	0000040506
13.00	AUSL_TA	BHF_50	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	46		03.11.2009	5,3	0000040506
11.00	AUSL_TA	BHF_75	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	79		03.11.2009	1,4	V00000FR16
11.00	AUSL_TA	BHF_75	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	79		03.11.2009	1,4	V00000FR16
11.00	AUSL_TA	BHF_75	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	79		03.11.2009	1,4	V00000FR16
11.00	AUSL_TA	BHF_73	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	79		03.11.2009	0,3	V017000005
11.00	AUSL_TA	BHF_85	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	30		03.11.2009	5,0	V000000100
11.00	AUSL_TA	BHF_85	2,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	30		03.11.2009	2,4	V00000RU00
11.00	AUSL_TA	BHF_85	1,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	30		03.11.2009	2,1	V00000RU00
11.00	AUSL_TA	BHF_85	3,000	0,000	aktiviert	aufgebrochen	30		03.11.2009	21,0	V00000RU00

Abbildung 4.26: Abruf der Maske SL10-Auftragsübersicht am 02.11.2009 um 15:00

Auch im Nachmittagsmodus bleiben Belege teilweise im Auftragsvorrat liegen, obwohl diese aufgrund ihrer Priorität schon längst den Status ausgelagert erreicht haben sollten. Fordert der Kommissionierer eine Route an, so werden die Belege nicht zugewiesen.⁶⁴ Aus diesem Grund werden auch viele Fasskarten gedruckt, um die Kommissionierung beleglos durchzuführen. (Hierbei gibt es derzeit noch Unzulänglichkeiten seitens des LVS, an deren Behebung bereits gearbeitet wird.) Für die Disponenten der Leitstände besteht auch noch die Möglichkeit der manuellen Zuweisung. Sortiert der Mitarbeiter im Leitstand alle aufgebrochenen Belege nach deren Abfahrtszeiten, so ist ersichtlich welche Belege vorrangig ausgelagert werden sollten. Wird die Abfahrtszeit bestimmter Positionen bald

⁶⁴ Klos (2009), S. 49f.

erreicht, sollte unbedingt manuell zugewiesen werden. Damit die Dringlichkeit von Belegen auch ersichtlich ist, müssen der Plan-WA und die Abfahrtszeit zugeordnet sein. Bei vielen Belegen sind keine Abfahrtszeiten zugeordnet. Für den Mitarbeiter ist es nicht möglich zu erkennen, welche Belege nun vorrangig zu kommissionieren sind. Die Prioritätszahl gibt keine Auskunft über die Abfahrtszeit, da sich diese bei TA nur tageweise reduziert.

Um langfristig einen reibungslosen Ablauf sicherzustellen sind die Einstellungen im LVS so vorzunehmen, dass Positionen entsprechend Priorität und in Verbindung einer automatischen Auftragszuweisung kommissioniert werden.

5 Anlieferung Außenlager und Belieferung ELC-Nachschub

Die Anlieferung aus Außenlagerbereichen hat signifikanten Einfluss auf die auftragsbezogene Ablaufsteuerung. Die Untersuchung einer optimalen Anlieferung aus Außenlagerstandorten, ebenso die optimale Materialdisposition ist nicht Thema der vorliegenden Arbeit, jedoch ist die rechtzeitige Verfügbarkeit benötigter Teile Grundvoraussetzung für die Erfüllung von Aufträgen und der Einhaltung von Lieferterminen. Aus der Sicht eines im Lager eintreffenden Auftrages (bzw. Kunden) konkretisiert sich die logistische Leistung des Lagers vor allem darin, ob er sofort bedient wird oder ob und gegebenenfalls wie lange er warten muss.⁶⁵ Deshalb wird nochmals die Systematik der Anlieferung aus Außenlager aufgegriffen und Vorschläge hinsichtlich eines verbesserten Prozessablaufs formuliert. Des Weiteren werden in Kapitel 5.2 zentrale Kriterien zur Standortentlastung in Verbindung mit ELC-Nachschublieferungen thematisiert.

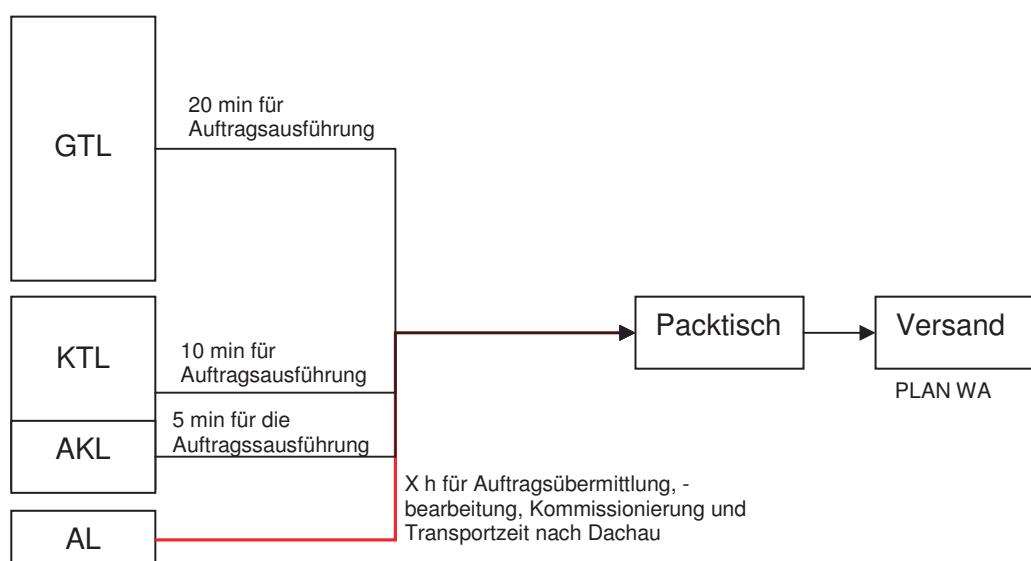


Abbildung 5.1: Beispielhafte Darstellung des kritischen Pfades eines Auftrages

⁶⁵ Vgl. Tempelmeier (1999), S.374.

Der kritische Pfad beschränkt die Gesamtleistung eines Systems. Die Anlieferung aus AL kann in Bezug auf die DLZ-Anteile den kritischen Pfad darstellen.⁶⁶ Zur Vervollständigung des Auftrages müssen alle bereits kommissionierten Positionen auf die Anlieferung der Außenbereiche warten. Im dargestellten Fall (Abbildung 5.1) wird angenommen, dass die DLZ hauptsächlich über die Anlieferung aus dem Außenlager bestimmt wird.⁶⁷

Die vom Logistik-Controlling durchgeführten Berechnungen der Lieferquote orientieren sich nach Anzahl rechtzeitig ausgelieferter Belege. Besteht der beispielhaft angeführte Auftrag jeweils aus einem Beleg vom GTL, KTL, AKL und AL und werden drei Belege rechtzeitig ausgeliefert, so beträgt die Lieferquote 75%. Im Sinne einer effizienten Kundenorientierung sollte die Lieferquote nicht nur nach Belegen sondern vor allem auch nach rechtzeitig ausgelieferten Kundenaufträgen (alle Belege die ein Auftrag umfasst) erfolgen. Dieser Zahlenwert würde Auskunft darüber geben, wie viele Aufträge tatsächlich rechtzeitig und vollständig ausgeliefert werden. Dies macht bei allen Aufträgen mit Ausnahme von ELC-Nachschub Sinn. Des Weiteren liefert eine solche Kennzahl konkrete Anhaltspunkte inwieweit die Ablaufsteuerung auf Auftragsebene funktioniert.

5.1 Lösungsvorschlag Bündelung A-Bestellung mit HLO-Nachschub

Wie bereits erwähnt werden Bestände erst im SILOC-Status „aufgebrochen“ reserviert. Die generelle Verfügbarkeit wird ohnehin schon im SAP abgeklärt. Sollte aufgrund einer Reservierung der Meldebestand am HLO unterschritten werden, so wird bereits aufgrund dieser Reservierung ein Nachschub ausgelöst. Dabei werden alle aufgebrochenen Belege mit Ausnahme jener im Status „Einzelfreigabe“, welche dieselbe Sachnummer benötigen bei der Belieferung berücksichtigt.

Eine schematische Darstellung der Bestandsreservierung zeigt Abbildung 5.2. Der Meldebestand wird immer im Zuge einer Reservierung unterschritten.

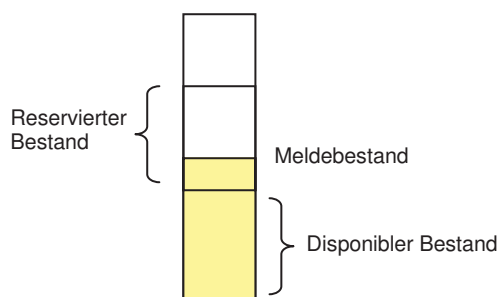


Abbildung 5.2: Bestandsreservierung

⁶⁶ hier dargestellt als längste Zeitspanne bis Ankunft Packtisch

⁶⁷ Der kritische Pfad kann natürlich auch für die Kommissionierung in einem internen Lagerbereich gelten.

In Abbildung 5.3 wird die Steuerungssystematik der Nachschublieferungen für den HLO anhand eines Beispiels genauer vorgestellt. Der Maximalbestand beträgt 30 Stück, der Meldebestand 20 Stück, der Sicherheitsbestand 10 Stück, der aktuelle Bestand 25 Stück und das Gebinde beinhaltet 15 Stück. Am HLO Dachau wird bis zum Nullbestand bzw. auch ein „Negativbestand“ im Sinne eines Rückstandes reserviert. Der erste Auftrag umfasst 37 Stück und beinhaltet damit zwei Gebinde zu jeweils 15 Stück. 30 Stück werden von Außenlager angeliefert und sieben Stück vom HLO Dachau entnommen. Damit wird der Meldebestand unterschritten und eine Nachschublieferung ausgelöst. Im dargestellten Beispiel ist der Nachschub aus einem der Außenlager bereits auf dem Weg nach Dachau oder bereits eingetroffen.⁶⁸ Bis zum Eintreffen der Nachschublieferung werden weitere Aufträge aufgebrochen, die ebenfalls auf die entsprechende Sachnummer zugreifen. Ein Auftrag umfasst 8 Stück und ein weiterer 9 Stück. Der disponible Lagerbestand reduziert sich auf 1 Stück. Nach Eintreffen der Nachschublieferung wird das Gebinde eingelagert, wodurch der Bestand auf 16 Stück steigt. Der Meldebestand ist also wieder unterschritten und neuerlich wird eine Nachschubbestellung bis zum Max-Bestand ausgelöst. Unter Umständen sind pro Tag mehrere Nachschubbestellungen für dieselbe Sachnummer erforderlich.

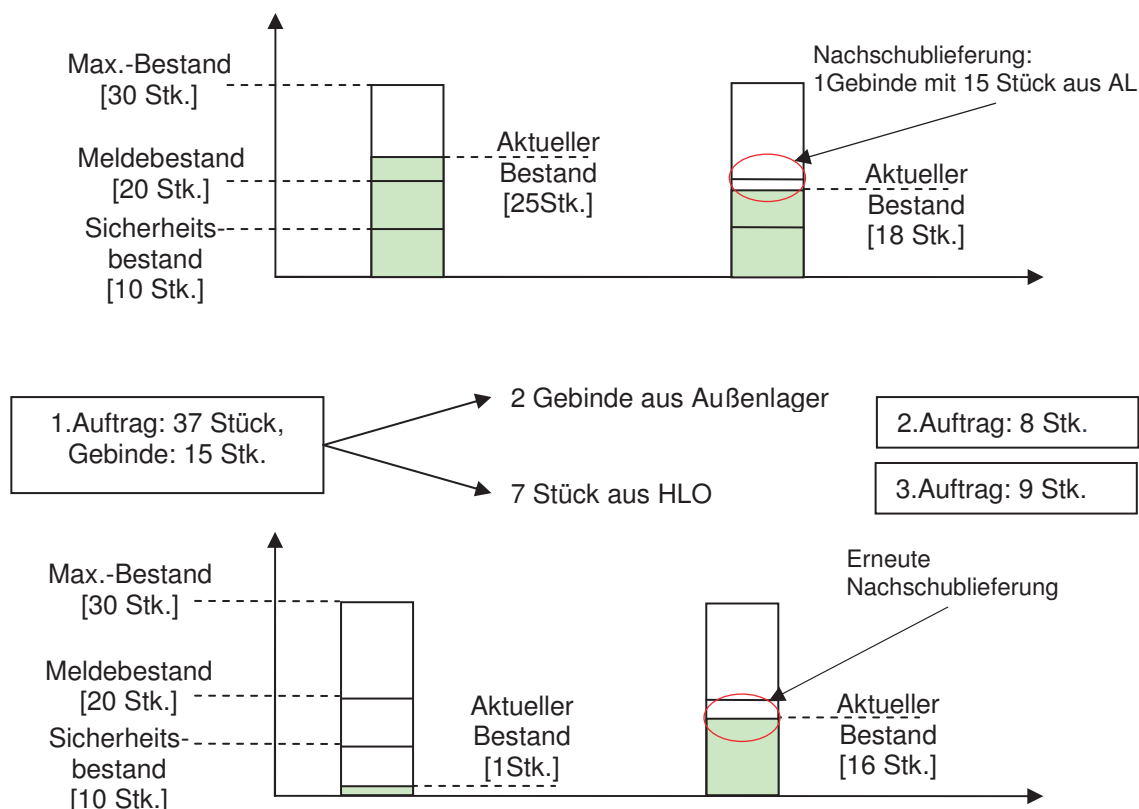


Abbildung 5.3: Auslösung HLO-Nachschub als Reaktion

⁶⁸ Aus den Außenlager wird immer in Gebinden angeliefert, sodass der Maximalbestand bei unterschiedlichen Gebindegrößen nicht genau 30 Stück betragen muss. In diesem Fall wird angenommen, dass genau 15 Stück einem Gebinde entsprechen.

Ein möglicher Lösungsvorschlag besteht in der Bündelung von Nachschublieferungen mit A-Bestellungen. Zumindest bei TA (Bestellungen gehen bei TA in der Regel mehrere Tage vor Auslieferdatum ein) kann die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise als zweckmäßig erachtet werden.

- Auflösung aller Aufträge im „Auftragspool“ am Vorabend nach A-Bestellungen (wie bisher, nur gebündelt für alle Aufträge und vor dem Status aufgebrochen)
- Bildung der Summe der restlichen Stückzahlen (nach Abzug der Gebinde) einer Sachnummer
- Abgleich zwischen disponiblen Lagerbestand am HLO und Restsumme: Wenn Differenz disponibler Lagerbestand – Restsumme kleiner Meldebestand, weiterer Nachschub von Gebinden bis Max-Bestand
- Transport A-Bestellungen direkt in WA, restl. Gebinde einlagern zur Kommissionierung

Die Außenlager bekommen die Anzahl der A-Bestellungen und möglicher Nachschubbestellungen gebündelt und nicht über den Tag verstreut, wodurch eine Optimierung der Transportrouten in den Außenlagern möglich ist. Noch am selben Tag kann in den Außenlager mit der Auslagerung begonnen werden, wodurch am nächsten Tag der Transport mit dem ersten LKW erfolgt. Auch die Volumenauslastung der LKW kann dadurch erheblich verbessert werden. Abgesehen davon hat diese Vorgehensweise auch eine Auswirkung auf die Reservierung von Beständen. So wird schon frühzeitig errechnet ob der Meldebestand erreicht wird und nicht erst wenn Aufträge zur Kommissionierung freigegeben werden.⁶⁹ Zum einen könnte dadurch eine Reduzierung der Rückstände und zum anderen eine bessere Verfügbarkeit des Bestandes für SO erreicht werden. Gerade bei SO ist die Verfügbarkeit von Beständen und die schnelle Auslieferung besonders wichtig. Hier gilt es Rückstände und dadurch initiierte Anlieferungen aus Außenlager besonders zu vermeiden.

In Kapitel 3.1, Abbildung 3.3 wurde die Funktionsanalogie der Anlieferung aus Außenlager beschrieben. Im angeführten Beispiel werden mehrere Außenlager zur Anlieferung beauftragt, obwohl die Anlieferung aus einem RLO möglich wäre. Aufgrund des FIFO-Prinzips findet eine systemische Überprüfung der Einlagerungszeitpunkte der Gebinde in den Außenlagerstandorten statt. Die Einlagerungszeitpunkte sind auf die Minute genau erfasst. Eine Möglichkeit zur besseren Bündelung von Anlieferungen aus den AL wäre, zunächst jenes AL anzusteuern, in welchem das älteste Gebinde lagert, und in weiterer Folge dasselbe AL unabhängig von FIFO nach weiteren Gebinden zu untersuchen. Ist kein weiteres Gebinde enthalten, so soll wieder das älteste Gebinde ausgewählt werden und in diesem Außenlager nach weiteren Gebinden gesucht werden.

⁶⁹ Also nicht erst im Status „aufgebrochen“.

Der derzeit implementierte Suchalgorithmus untersucht die AL nur entsprechend FIFO-Prinzip und nicht hinsichtlich Entfernung. Die Vorgehensweise wird damit begründet, dass die Anlieferungen zwischen den Außenlagerstandorten und dem HLO Dachau ohnehin über feste Abfahrtszeiten geregelt sind.

5.2 Disposition von ELC-Nachschub als aktiver „Hebel“ zur Standortentlastung

Die Disposition von Ersatzteilen für ELC-Nachschublieferungen stellt den einzigen „Hebel“ zur aktiven Einflussnahme auf die „Auftragslast“ im Distributionszentrum Dachau dar. Die Aufträge werden nicht von einem externen Kunden sondern von einem firmeninternen Disponenten ausgelöst. Zur Disposition in den ELCs:⁷⁰ Im Zuge der Disposition von ELC-Teilen werden immer die Vergangenheitswerte (Pickhäufigkeit einer Sachnummer), und zwar im Zeitraum von 24 Monaten bis heute betrachtet. Aufgrund dieser Daten wird der zukünftige Bedarf für die nächsten 12 Monate abgeleitet. Die Disposition einer Sachnummer richtet sich immer nach der Höhe des Werksbestandes, welcher im SAP-System hinterlegt ist und den HLO samt Außenlagerbereichen umfasst.⁷¹ Ein ELC-Nachschubauftrag wird bereits rechtzeitig ausgelöst, wenn laut Prognose der Sicherheitsbestand erreicht wird.

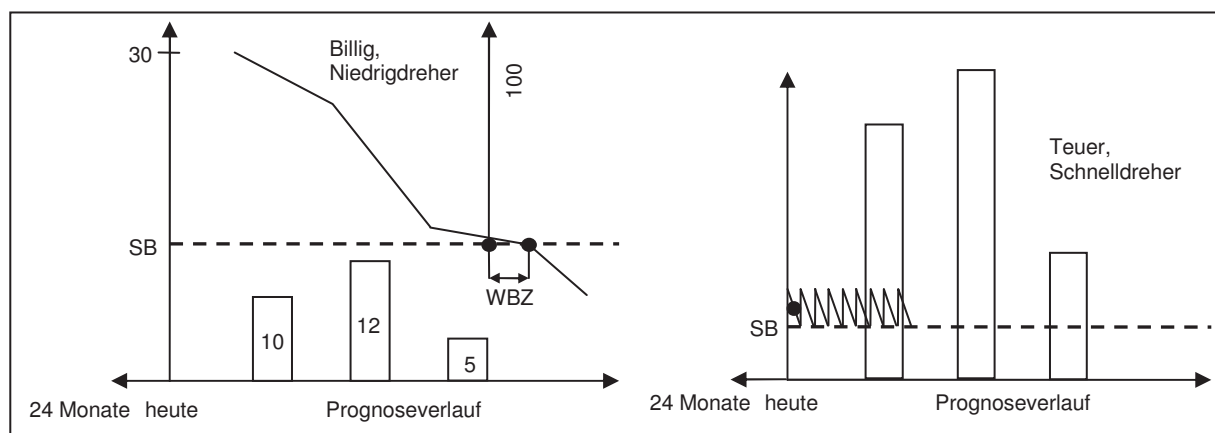


Abbildung 5.4: Disposition von ELC-Teilen entsprechend Bedarf und Bestandwert⁷²

Sowohl Nachschublieferungen als auch Umlagerungen (Sortimentsbereinigung) erfolgen direkt in das entsprechende ELC.

Zur Ermittlung der richtigen Bevorratungshöhe einer Sachnummer wird der Bestandwert unter Verwendung folgender Formel berücksichtigt: Jahresverbrauchswert = Verbrauch der letzten 12 Monate * Stückpreis.⁷³

⁷⁰ Bark (2009), S. 19f.

⁷¹ Die Daten im LVS SILOC sind nicht relevant.

⁷² Bark (2009), S. 54f.

⁷³ Bei einem Wert von 500 Euro beträgt die Lagerreichweite 12 Monate; bei 1000 Euro 9 Monate und bei 8000 Euro 14 Tage oder auch weniger.

Abbildung 5.4 zeigt den Unterschied der Disposition von ELC-Teilen in Zusammenhang mit prognostiziertem Bedarf und Bestandwert von Sachnummern. Während „billige Niedrigdreher“ (z.B. CZ-Teile) in größeren Mengen und Zyklen nachbestellt werden, werden für „teure Schnelldreher“ (z.B. AX-Teile) häufige Bestellungen in kleinen Mengen ausgelöst. Der Meldepunkt zur Bestellauslösung einer Sachnummer ist von ELC zu ELC verschieden. Wird beispielsweise der prognostizierte Sicherheitsbestand im ELC-Nord (Wolfsburg) unterschritten, so wird die Bestellung 5 Tage (die Zeitspanne ist in Abhängigkeit des ELCs systemisch hinterlegt und wird für einen Großteil aller Nachschublieferungen eingehalten) vor Erreichen des Sicherheitsbestandes (SB) ausgelöst. Die Wiederbeschaffungszeit (WBZ) setzt sich aus einer Transport-, Kommissionier- und Pufferzeit zusammen. Das im LVS SILOC hinterlegte Plan-WA wird durch die Differenz von Liefertermin und Transportzeit berechnet.⁷⁴ Die verbliebene Pufferzeit ist eine Möglichkeit die Einlastung an die Belastungssituation anzupassen. Eine weitere Maßnahme zur Entlastung der Kommissionierung wird nachfolgend beschrieben.

Die Disposition erfolgt nach Stück und nicht nach Gebinden. Einerseits ist es die schlechte Sachstammdatenpflege (derzeit Anlieferung in verschiedenen Gebinden, Ladehilfsmitteln und Stückzahlen) und andererseits die fehlende Information welche Sachnummer welchem Gebinde zugeordnet ist. Das genannte Informationsdefizit, führt beispielsweise dazu, dass eine Nachschublieferung mit 4 Stück generiert wird, obwohl das Gebinde 5 Stück beträgt. Durch die Generierung von 4 Stück ist ein Kommissioniervorgang am HLO Dachau erforderlich. Wenn die Disposition über die pro Gebinde enthaltene Stückzahl bescheid wüsste, könnte der Auftrag auf das Gebinde gerundet und direkt ein Außenlager zur Belieferung beauftragt werden. Insbesondere bei Teilen niedrigen Bestandwertes ist eine Rundung sinnvoll und Belieferung direkt (crossdocking) vom AL in den WA möglich. Als positiver Nebeneffekt sind die Entlastung des Logistikzentrums und die damit in Verbindung stehende Kostenreduzierung (reduzierter Aufwand für Kommissionierung, Transport, Verpackung) zu nennen. Derzeit existieren keine standardisierten Gebindegrößen. D.h. sowohl die Anzahl der Stück pro Gebinde als auch das Ladehilfsmittel (z.B. Gitterbox) unterscheiden sich.

Weitere Maßnahmen zur Vermeidung von Kommissioniervorgängen und damit zur Entlastung des Logistikzentrums Dachau bestehen in der Wahl geeigneter Bestellmengen. Nicht selten wird vom selben ELC (in diesem Fall für Italien) die gleiche Sachnummer (85.63730-6039) in kurzen Zeitabschnitten bestellt. Untenstehende Abbildung zeigt ein Beispiel anhand eines Auszuges aus SAP. (Auch in diesem Fall ist bei jeder Bestellung ein

⁷⁴ z.B. Liefertermin: 10.10.2009; Transportzeit: 1Tag; PLAN-WA: 09.10.2009; WBZ:5 Tage; → somit 4 Tage Pufferzeit für Einlastung und Kommissionierung.

Kommissioniervorgang erforderlich.) Hier wäre eine Bündelung und damit die Bestellung in einem Gebinde sinnvoll. (Das Gebinde beträgt bei dieser Sachnummer 55 Stück.)

Bestellung	Art	Lieferwerk	Name	Ekg	Best. Datum	
Pos	Material	Ex.	Herst.	Kurztext		Warengrp.
L P K	Werk	L Ort	Bestellmenge	ME	Nettopreis	Währ. pro ME
	Einteil.	datum	Einteil.	menge	ME	
8100043501	ZUG	80010867	MAN Nutzfahrzeuge AG		Y04 18.11.2009	
00100	85.63730-6039		ZSB WEITWINKELSPIEGEL	BEHEIZT	2003/97/E	P14750
	0506 5060		5 ST	16,98	EUR	1 ST
	T 27.11.2009		5 ST	Banf 12367922	00010	
	noch zu liefern		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
	noch zu berechnen		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
8100043557	ZUG	80010867	MAN Nutzfahrzeuge AG		E10 19.11.2009	
00520	85.63730-6039		ZSB WEITWINKELSPIEGEL	BEHEIZT	2003/97/E	P14750
	0506 5060		5 ST	16,98	EUR	1 ST
	T 30.11.2009		5 ST	Banf 12369681	00010	
	noch zu liefern		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
	noch zu berechnen		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
8100043617	ZUG	80010867	MAN Nutzfahrzeuge AG		E10 20.11.2009	
00130	85.63730-6039		ZSB WEITWINKELSPIEGEL	BEHEIZT	2003/97/E	P14750
	0506 5060		5 ST	16,98	EUR	1 ST
	T 01.12.2009		5 ST	Banf 12372325	00010	
	noch zu liefern		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
	noch zu berechnen		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
8100043848	ZUG	80010867	MAN Nutzfahrzeuge AG		E10 25.11.2009	
00530	85.63730-6039		ZSB WEITWINKELSPIEGEL	BEHEIZT	2003/97/E	P14750
	0506 5060		5 ST	16,98	EUR	1 ST
	T 04.12.2009		5 ST	Banf 12381455	00010	
	noch zu liefern		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
	noch zu berechnen		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
8100043971	ZUG	80010867	MAN Nutzfahrzeuge AG		E10 26.11.2009	
00650	85.63730-6039		ZSB WEITWINKELSPIEGEL	BEHEIZT	2003/97/E	P14750
	0506 5060		5 ST	16,98	EUR	1 ST
	T 07.12.2009		5 ST	Banf 12384380	00010	
	noch zu liefern		5 ST	84,90	EUR	100,00 %
	noch zu berechnen		5 ST	84,90	EUR	100,00 %

Abbildung 5.5: Bestellung der gleichen Sachnummer eines ELC in kurzen Zeitintervallen

Auch wenn ein Runden auf das Gebinde nicht zweckmäßig ist, ist eine Bündelung häufiger Bestellungen derselben Sachnummer in Erwägung zu ziehen.⁷⁵ Die Wirksamkeit der beiden Maßnahmen „Runden auf Gebinde“ und „Bündelung von Bestellungen gleicher Sachnummer“ ist messbar. Werden die Maßnahmen erfolgreich umgesetzt, so muss die Anzahl der Kommissionieraufträge mit ELC-Nachschub am HLO Dachau zurückgehen. Um die Effektivität der Maßnahmen und auch das damit in Verbindung stehende Einsparpotential festzustellen, sind entsprechende Auswertungen vom Logistik-Controlling vorzunehmen.

6 Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen

Die durchgeführten Auswertungen und Analysen zeigen Schwachstellen auf und lassen einen Handlungsbedarf nach Verbesserungsmaßnahmen erkennen. Nachhaltige Verbesserungen sind nur durch das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen im Sinne eines „Maßnahmenbündels“ möglich. Aufbauend auf dem bisherigen Erkenntnisstand wird im vorliegenden Kapitel ein Konzept zur verbesserten Auftragssteuerung vorgestellt und mit zusätzlichen Maßnahmen ergänzt.

Dabei wurden Verfahren zur Ablaufsteuerung (KANBAN, BOA, Rückwärtsterminierung, Rückstandsregelung) auf deren Anwendbarkeit untersucht und selektiert. Vor allem die

⁷⁵ Ein Runden auf Gebinde ist z.B. bei Sachnummern mit sehr hohem Bestandwert oder großer Stückzahl eines Gebindes nicht sinnvoll.

Grundprinzipien der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe und der Rückstandsregelung durch den Einsatz flexibler Kapazitäten werden als geeignet erachtet.

Dementsprechend werden in den vorliegenden Unterkapiteln in knapper Form die Regleranalogie der BOA, die Rückstandsregelung und die Möglichkeit zur kombinierten Anwendung von Grundprinzipien beider Verfahren beschrieben. Das Hauptaugenmerk liegt in der praktischen Umsetzbarkeit auf die Auslagerprozesse im Warenausgang des Logistikzentrums.

Damit soll eine Verwirklichung mit den derzeit zur Verfügung stehenden Ressourcen möglich sein. Folgende Zielsetzungen werden berücksichtigt:

- Verbesserte Liefertreue
- Reduktion der DLZ auf Positions- und Auftragsebene
- Gleichmäßigere Auslastung der Kommissionierer und Packtisch Mitarbeiter
- Reduktion von Verpackungsmaterial
- Reduktion der Teillieferungen von Kundenaufträgen
- Keine Beeinträchtigung der derzeitigen Pickleistung
- Reduktion des Bestandes (an aufgebrochenen und ausgelagerten)
- Bessere Volumenauslastung der LKW
- Höhere Transparenz im Pack- und Versandbereich

Viele der genannten Zielsetzungen sind konkurrierend, einige jedoch komplementär. So hat beispielsweise die Reduktion der DLZ direkten Einfluss auf die Liefertreue und den Bestand. Auf Auftragsebene werden Teillieferungen vermieden, wodurch eine Reduktion von Verpackungsmaterial möglich ist. Der Kunde bekommt die Positionen in einer Lieferung und nicht verteilt zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Gerade bei dringend benötigten Ersatzteilen ist der Erhalt der Ware in einer Lieferung besonders wichtig.

6.1 Die Regleranalogie der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe

Die Prinzipien der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe lassen sich nicht ohne weiteres auf die Auslagerprozesse im Warenausgang des Logistikzentrums anwenden. Es sind viele Unterschiede zur Fertigungsindustrie vorhanden:

- Keine Durchführungs- und Übergangszeiten und somit kein Auftragsvorrat in Stunden Arbeitsinhalt

- Sehr kurzfristig zu erfüllende Aufträge (Auftragseingang bis eine Stunde vor Auslieferung)
- Keine Information, welche Arbeitssysteme von der Einlastung betroffen sind
- Zusammenhang von im Arbeitsvorrat befindlichen Belege zur Leistung (je höher der Arbeitsvorrat desto höher die Kommissionierleistung)
- Keine Produktionsprogrammplanung

Um die Reihenfolge festzulegen, in der die Aufträge zur Kommissionierung freigegeben werden, bietet sich die Anwendung der Regleranalogie der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe an. Folgende Ausführungen beschreiben die wesentlichen Kerninhalte der Regleranalogie:⁷⁶

Jeder Auftrag hat eine Termin- und eine Belastungsschranke zu passieren.⁷⁷ Im obersten Trichter sind alle bekannten Aufträge enthalten. Umgemünzt auf das Logistikzentrum Dachau handelt es sich dabei um alle TA und SO im Auftragseingang mit Zuordnung eines Plan-WA.⁷⁸ Das Stellrad der Terminschranke filtert jene Aufträge, deren Dringlichkeit gegeben ist. Dringlich sind beispielsweise Aufträge, deren Plan-WA dem Datum des aktuellen Tages entspricht bzw. deren Zeitspanne bis zur zugeordneten Abfahrtszeit am Kürzesten ist. Nach der FPE-Regel (Frühester Plan-Endtermin) wird die höchste Priorität Aufträgen mit den frühesten Plan-Endterminen zugewiesen.⁷⁹

Der Regelmechanismus der Belastungsschranke soll dazu führen, dass durch die Anzahl freigegebener Aufträge das Bestandniveau und die Durchlaufzeit des unteren Arbeitstrichters konstant gehalten werden. Nicht mehr Aufträge sind freizugeben als mit den verfügbaren Kapazitäten bearbeitbar sind. Der Mitarbeiter im Druckerraum müsste somit vor jeder Einlastung über das Kapazitätsangebot bescheid wissen. Hier ist eine Modifikation des Modells erforderlich: Da die Belastung der einzelnen Lagerbereiche vom variierenden Bestellverhalten des Kunden abhängt, ist das Kapazitätsangebot dem Kapazitätsbedarf anzupassen. Die Belastungsschranke darf somit keineswegs dazu führen, dass Belege mit nächster Abfahrtszeitgruppe nicht eingelastet werden weil ansonsten die Bestandsgrenze einer Kommissionierzone bei gegebenen Kapazitäten überschritten wird. Eine typische Verteilung an auszulagernden Positionen (TA und SO) innerhalb zweier Lagerbereiche ist in Abbildung 6.1 (rechter Bildteil) angeführt.

Die Belastung variiert sehr stark und lässt den Bedarf nach flexiblen Kapazitäten erkennen. Die Zuordnung der Kapazitäten sollte sich nach folgender Frage richten: Wie soll das zur

⁷⁶ Vgl. Wiendahl (2008), S. 456.

⁷⁷ Siehe Abbildung 6.1, linker Bildteil.

⁷⁸ Besonders bei Terminaufträgen ist der Auftragsbestand schon über einen längeren Zeitraum bekannt.

⁷⁹ Vgl. Lödding (2008), S. 446.

Verfügung stehende Kapazitätsangebot eingesetzt werden um dem Kapazitätsbedarf bestmöglich zu entsprechen? Wichtigstes Kriterium dabei ist die Einhaltung der Liefertreue durch rechtzeitige Auslagerung.

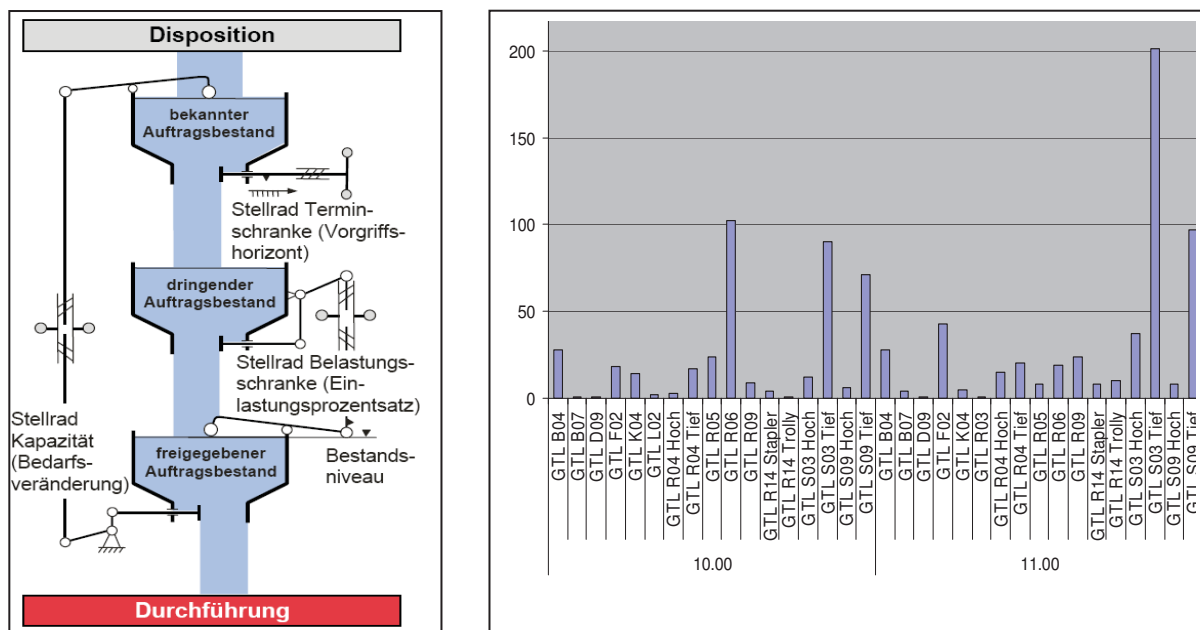


Abbildung 6.1: Regleranalogie der BOA⁸⁰ und Belastungsprofil versch. Lagerbereiche

6.2 Einsatz der rückstandsorientierten Regelung

Im Rahmen der rückstandsorientierten Regelung findet eine kontinuierliche Anpassung zwischen Kapazitätsbedarf und Kapazitätsangebot statt. Nach Ermittlung des positiven oder negativen Rückstandes einzelner Arbeitssysteme (Kommissionierzonen) werden die verfügbaren Kapazitäten (z.B. Kommissionierer) eingeteilt. „Die Hauptaufgabe eines Arbeitssystems liegt in der Bereitstellung der zur Abarbeitung der Arbeitssystemlast benötigten Leistung. Dabei ist jedoch nicht die aktuelle Leistung des Systems von Interesse, sondern vielmehr die Frage, ob die eingeplante Arbeit bis zu einem definierten Zeitpunkt (Planungszeitpunkt t_p) geleistet werden kann.“⁸¹ Um die Termintreue aller Aufträge einzuhalten muss eine ständige Mitarbeiterdisposition entsprechend des höchsten Arbeitssystemrückstandes durchgeführt werden.⁸² Verallgemeinert lässt sich das Grundprinzip der Rückstandsregelung durch drei Regeln beschreiben:⁸³

1. Messe den Rückstand der Kommissionierzonen zu definierten Zeitpunkten (Rückstandsmessung)

⁸⁰ Quelle: Lödging, Nickel (2005), S. 40.

⁸¹ Zit. Breithaupt (2001), S.68.

⁸² Vgl. Lödging (2008), S. 476.

⁸³ Vgl. Lödging (2008), S. 476.

2. Wähle Maßnahmen zur Kapazitätserhöhung aus, um Rückstände abzubauen, falls der Rückstand einen definierten oberen Grenzurückstand überschreitet (Maßnahmenauswahl)
3. Wähle Maßnahmen zur Kapazitätsreduzierung aus, um negative Rückstände auszugleichen, falls der Rückstand einen definierten unteren Grenzurückstand unterschreitet.

Bezugnehmend auf Abbildung 6.2 werden die Regeln anhand eines Beispiels erläutert: In einer Kommissionierzone haben 250 Belege die Abfahrtszeitzuordnung 11:00h. Bei einer mittleren Leistung von $L_m=25$ Belege pro Stunde und Kommissionierer ist eine termingerechte Auslagerung aller Belege nicht möglich.⁸⁴ Wird der Kommissionierzone bei gegebener mittlerer Leistung nur ein Mitarbeiter zugeteilt, entsteht um 09:00h ein Rückstand zwischen geplanter und tatsächlicher Anzahl an ausgelagerten Positionen. Eine Erhöhung der Kapazität auf zwei Kommissionierer führt zu einer Verdoppelung der Auslagerleistung. Um den Rückstand vollständig abzubauen und damit das Ziel der rechtzeitigen Auslagerung aller Positionen mit zugeordneter Abfahrtszeit zu erreichen, ist das Hinzuziehen eines weiteren Kommissionierers erforderlich. Alle Belege können nur unter der Voraussetzung dass kein Kapazitätsengpass vorliegt rechtzeitig ausgelagert werden. Die Zeitspannen T_{R1} und T_{R2} bezeichnen die Reaktionszeit bis die Kapazität wirksam wird.⁸⁵

In der betrieblichen Praxis entstehen natürlich Abweichungen zum beschriebenen Idealzustand. Sowohl die Stückzahl pro Position, die Größe der Ersatzteile, der Handlungsaufwand, die Erfahrung der Mitarbeiter als auch die zurückzulegende Distanz bestimmen letztlich die Kommissionierleistung. Aus den genannten Gründen ist es sehr unwahrscheinlich, dass der Ist-Abgang dem Planabgang exakt zu einem bestimmten Zeitpunkt (hier 11:00h) entspricht. Dennoch ist das Modell eine Entscheidungshilfe für den Disponenten im jeweiligen Leitstand. Der Disponent hat konkrete Anhaltspunkte über die tatsächliche Auslagerleistung pro Kommissionierzone und kann Engpässe identifizieren. Als Engpass wird jene Kommissionierzone mit dem größten Rückstand an auszulagernden Positionen bezeichnet. Sobald der Abgangsverlauf einer Kommissionierzone den Planabgang übertrifft, ist eine gezielte Mitarbeiterdisposition nach Engpasssystemen möglich. Bei der ereignisorientierten Mitarbeiterdisposition wird ein Wechsel der Kommissionierzone in Betracht gezogen, sobald eine Kapazitätsanpassung in einer anderen Kommissionierzone erforderlich wird.⁸⁶

⁸⁴ Selbstverständlich muss auch für den innerbetrieblichen Transport, die Verpackung und die Verladung eine Pufferzeit einkalkuliert werden.

⁸⁵ Unter der Reaktionszeit ist z.B. die Zeitspanne des Wechsels von einer Kommissionierzone in die andere oder die Zeitspanne der Vervollständigung eines aktuell in Bearbeitung befindlichen Kommissionierauftrages zu verstehen.

⁸⁶ Vgl. Lödging (2008), S. 477.

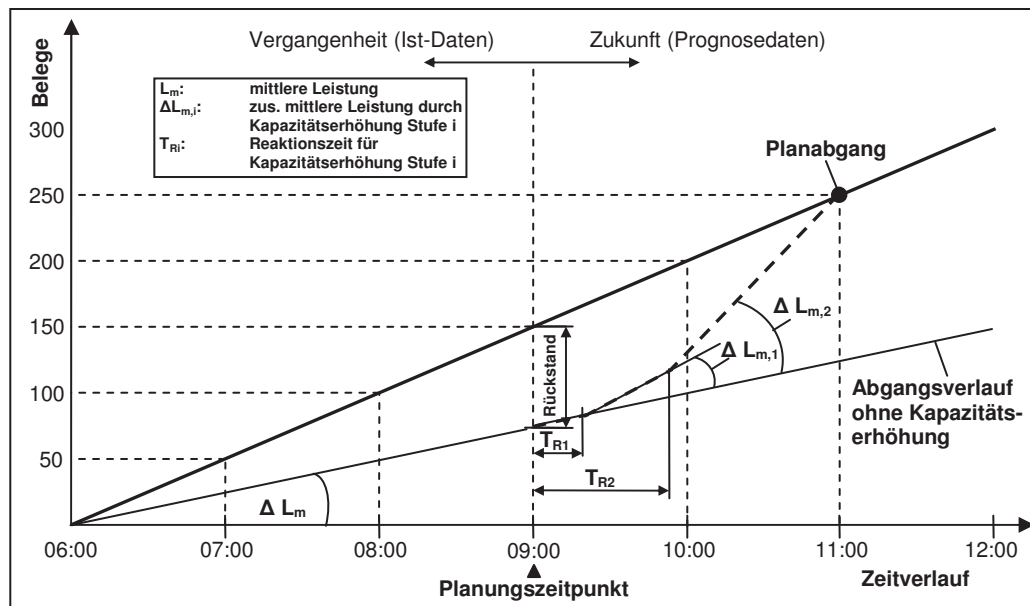


Abbildung 6.2: Einsatz flexibler Kapazitäten zur Vermeidung von Rückständen⁸⁷

Die Kapazität der internen Lagerbereiche pro Schicht und Mitarbeiter kann erfahrungsgemäß folgendermaßen definiert werden:⁸⁸

- 03 hoch: 80 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- 03 unten: 150 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- 04 hoch: 60 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- 04 tief: 70 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- S09: 150 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- R 09: 70 – 80 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- Filterlager: 25 – 30 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- Lacklager: 150 – 200 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- AKL: 250 – 300 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- F0X: 160 – 170 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht
- F0E: 100 Positionen pro Mitarbeiter/Schicht

Der Rückstand einer Kommissionierzone oder eines Lagerbereiches kann ausgedrückt werden als die Differenz zwischen Ist-Bestand und Plan-Bestand. Damit wird der Rückstand

⁸⁷ Vgl. Breithaupt (2001), S. 87.

⁸⁸ Vgl. Kloss (2009), S. 49.

zur Hauptregelgröße, um die Systemleistung zu messen und anschließend zu regeln.⁸⁹
Dabei gilt:⁹⁰

$$RS = BA_{IST} - BA_{PLAN}$$

mit:	RS	Rückstand (in Anzahl Aufträgen/Belegen)
	BA_{IST}	Ist-Bestand (in Anzahl Aufträgen/Belegen)
	BA_{PLAN}	Plan-Bestand (in Anzahl Aufträgen/Belegen)

Der Rückstand lässt sich anhand der mittleren Leistung L_m in die mittlere Terminabweichung im Abgang TAA_m umrechnen.⁹¹ Dabei gilt:⁹²

$$TAA_m = \frac{RS}{L_m}$$

mit:	TAA_m	mittlere Terminabweichung im Abgang [Std]
	RS	Rückstand [Std]
	L_m	mittlere Leistung [Anzahl Belege/Std]

Auch die Anzahl der erforderlichen Mitarbeiter kann errechnet werden:

N_B Anzahl zu kommissionierender Belege einer Abfahrtszeitzuordnung pro Kommissionierzone

t_A Zeitspanne bis zum Erreichen der Abfahrtszeit

Dazu folgendes Beispiel:

$L_m=50$ Belege pro Mitarbeiter und h, $N_B=500$ Belege und $t_A=3h$

Um die Abfahrtszeit zu erreichen ist die folgende Pickleistung und Anzahl an Mitarbeitern erforderlich:

$$L_{m,erforderlich} = \frac{500 \text{ Belege}}{3h} \approx 167 \text{ Belege/h}$$

$$N_{MA} = \frac{167 \text{ Belege/h}}{50 \text{ Belege/h}} = 4MA$$

„Das Intervall für die Rückstandsmessung ist an der gewünschten Liefergenauigkeit auszurichten.“⁹³

⁸⁹ Vgl. Breithaupt (2001), S. 69.

⁹⁰ Vgl. Lödding (2008), S. 476.

⁹¹ Vgl. Breithaupt (2001), S. 68.

⁹² Vgl. Breithaupt (2001), S. 68.

⁹³ Zit. Wittenstein (2007), S. 145.

6.3 Kombinierte Anwendung von Regleranalogie und Rückstandsregelung

Nach umfangreicher Analyse der Auslagerprozesse kommt der Autor zum Schluss, dass die unkoordinierte Auftragseinlastung in Kombination des eingestellten Vormittagsmodus und die mangelnde Übersicht über den Kapazitätsbedarf für viele Hauptprobleme (mangelnde Liefertreue, Teilverpackungen und –versendungen, hoher Flächenbedarf im WA, unregelmäßige Auslastung der Mitarbeiter, usw.) verantwortlich sind. Die Anwendung der Regleranalogie in Verbindung einer Rückstandsregelung und einer flexiblen Mitarbeiterdisposition soll zu einer effektiveren und effizienteren Auftragsabwicklung beitragen.

Die Terminalschränke verhindert die Einlastung von weniger dringlichen Aufträgen. Für die Auftragsreihung nach Dringlichkeit genügt nicht nur die Ermittlung des geplanten Warenausgangsdatums sondern auch der geplanten Abfahrtszeit. Wenn die Abfahrtszeit einer Lieferung mit 11 Uhr festgelegt ist und erst um 13 Uhr ausgelagert wird, dann wird der bestätigte Liefertermin trotzdem nicht eingehalten. Eine derzeitige Unzulänglichkeit besteht darin, dass ein Informationsdefizit zwischen Auftragseinlastung, Kommissionierung und Versand festzustellen ist. Weder die Mitarbeiter im Druckerraum noch die Disponenten in den Leitständen beachten bzw. kennen die zugeordneten Abfahrtszeiten. Die Leitstände richten sich nach zugeordneten Plan-WA und haben das Ziel alle Positionen tagesgenau auszulagern. Für eine optimale Einhaltung des Liefertermins ist jedoch die rechtzeitige Verladung der Auftragspositionen ausschlaggebend. Zwischen Kommissionierung und Verpackung besteht ein internes Lieferanten-/Kundenverhältnis. Ausgehend vom Abfahrtszeitpunkt gilt es einen internen Liefertermin (Abzug für Verladung und Verpackung) zu definieren, bis zu jenem alle Positionen den Status ausgelagert haben sollten.

Die Liefertreue bei Sofortaufträgen im Nachmittagsmodus ist deshalb so hoch, weil die Abfahrtszeit mit der Priorität gekoppelt ist.⁹⁴ Somit wird sichergestellt, dass Aufträge höherer Priorität zuerst ausgelagert werden. Zur Erzielung einer hohen Liefertreue ist die Vorgehensweise nicht nur für SO sondern auch für TA zu präferieren. Wenn Kunden die Erfahrung machen, dass SO meistens rechtzeitig und TA zu früh oder verspätet eintreffen, wird die Tendenz eher in Richtung SO gehen. Wichtig ist, dass jedem Beleg eine Abfahrtszeit zugeordnet wird, dass die Prioritätszahl der Abfahrtszeit entspricht und dass die Reihenfolge bei der automatischen Zuweisung auch nach Priorität erfolgt.

⁹⁴ Eine Ausnahme bildet die über Bahnhof 84 abgewickelte Seefracht. Hier gibt es keine festen Abfahrtszeiten, sondern eine flexible Anforderung von LKW nach Volumenabschätzung.

Im Status Einzelfreigabe können Positionen hinsichtlich Plan-WA und Abfahrtszeitgruppe (sofern zugeordnet) sortiert werden. (Ist keine Abfahrtszeitgruppe zugeordnet, ist es möglich aufgrund der Anlieferbahnhöfe jene Belege herauszufiltern, deren Abfahrtszeit bald erreicht wird. Hierfür benötigt der Mitarbeiter die Information, welchen Bahnhöfen welche Abfahrtszeiten zugeordnet sind. Eine Abschlussübersichtsliste liefert entsprechende Informationen.) Steht der dringende Auftragsbestand fest, gilt es die Anzahl an freizugebenden Positionen zu ermitteln. An dieser Stelle setzt die beschriebene Belastungsschranke an.

Die Auftragseinlastung ist entsprechend der Reihenfolge nach zugeteilten Abfahrtszeiten vorzunehmen. Dabei erfolgt zunächst eine Planung in die unbegrenzte Kapazität. Die Planung in die unbegrenzte Kapazität hat als primäres Ziel eine hohe Liefertreue, also das Einhalten des Endtermins von Auslieferungen.⁹⁵ Der Leitstand hat die Aufgabe ständig die Auslastung zu überwachen und auf Über- und Unterlasten zu reagieren, in dem er das Personal kurzfristig bei Überlastung in die Bereiche hineinsteuert bzw. bei Unterlastung Personal abzieht und andere Bereiche verstärkt.⁹⁶

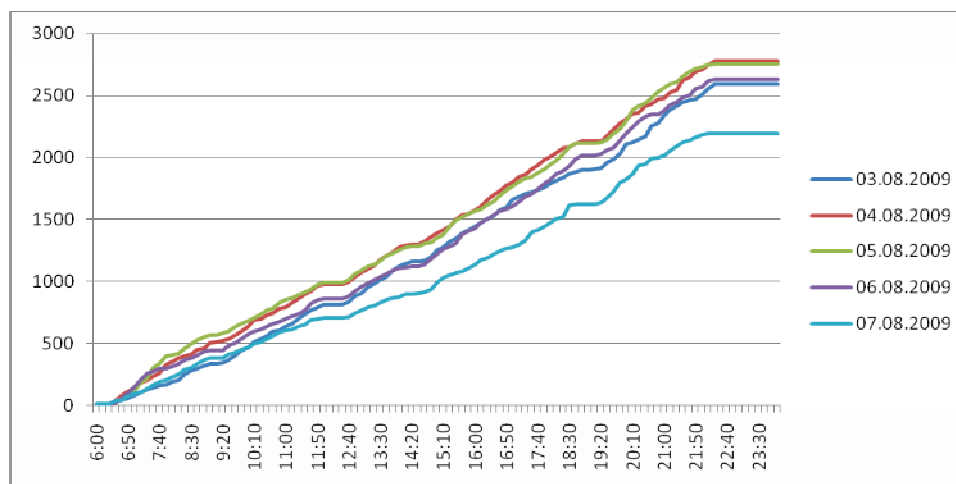


Abbildung 6.3: Kumulierter Verlauf der Auslagerleistung über das gesamte GTL

In Abbildung 6.3 ist der kumulierte Verlauf der ausgelagerten Positionen über alle Bereiche des GTL ersichtlich. Der Abgangsverlauf innerhalb eines Tages ist dabei relativ konstant. Das lässt den Schluss zu, dass bei gleicher Anzahl an Kommissionierer im GTL die mittlere Auslagerleistung annähernd gleich verläuft.

Die mittlere Auslagerleistung pro Mitarbeiter und Stunde ist wichtig für die Definition der Belastungsschranke. Sobald die Belastungsschranke einen bestimmten unteren Grenzwert an aufgebrochenen Belegen unterschreitet, werden weitere Positionen aktiviert. Aufträge, die über Salzgitter verladen werden und Positionen für ELC-Nachschub haben teilweise

⁹⁵ Vgl. Schönsleben (2000), S. 532.

⁹⁶ Vgl. Heptner (2005), S. 474.

(variabel für ELC-Nord und ELC-Süd) keine Abfahrtszeitzuordnung. Priorität hat damit in erster Linie die Kommissionierung von Auftragspositionen mit Abfahrtszeitzuordnung. Sobald alle Positionen mit nächster Abfahrtszeit ausgelagert sind, ein positiver Rückstand entsteht, oder genügend Mitarbeiter zur Verfügung stehen ist die Zuteilung für ELC-Nachschub und für Positionen, die über Salzgitter versendet werden, vorzunehmen. Um sicherzustellen, dass die Positionen auch zugewiesen werden, muss analog zur Einteilung der Kommissionierer für ELC-Nachschub auch eine Einteilung für Bahnhof 84 möglich sein. Dadurch ist eine Entkopplung der beiden Bereiche mit und ohne Abfahrtszeit möglich. Zur ständigen Überwachung der Auslagerprozesse bietet sich die Implementierung eines „Lagermonitorings“ an. Die wesentlichen Daten (z.B. Anzahl Positionen und deren Status) sind im LVS SILOC vorhanden, jedoch fehlt eine entsprechende Visualisierung. Die folgende Abbildung zeigt eine Möglichkeit, wie eine solche Visualisierung aussehen könnte und welche Potentiale daraus resultieren. Eine Visualisierung der einzelnen Status aufgebroschen, ausgelagert, verpackt, usw. zeigt auf transparente Art und Weise den Rückstand in Anzahl Belegen. Der Disponent im Leitstand hat einen Überblick über alle Kommissionierbereiche, wodurch die richtige Einteilung des Kommissionierpersonals erleichtert wird. Die Visualisierung kann mit der bereits beschriebenen Rückstandsregelung kombiniert werden.

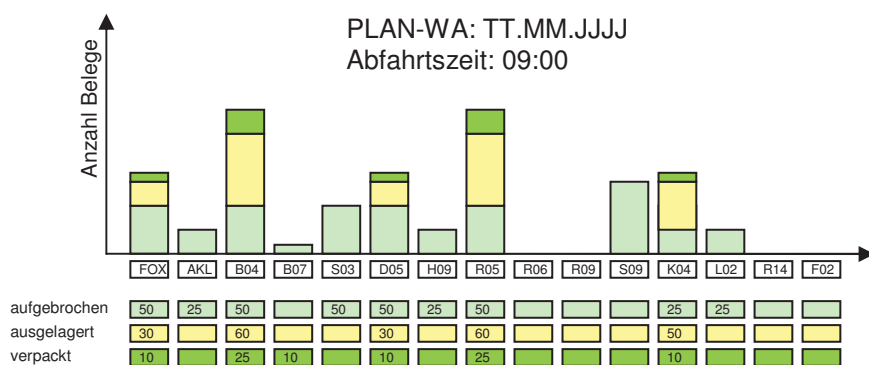


Abbildung 6.4: Visualisierungsmöglichkeit betroffener Kommissionierzonen⁹⁷

6.4 Kapazitätsanpassung durch flexible Mitarbeiterdisposition

Ein wesentlicher Vorteil der Lagerlogistik gegenüber der Produktionslogistik ergibt sich dadurch, dass Kapazitäten mit sehr kurzen Reaktionszeiten äußerst flexibel eingesetzt werden können. Um Engpässe zu vermeiden, gilt es die Anzahl an variabel (Kommissionierung GTL, KTL, Verpackung Inland, Verpackung Ausland, usw.) einsetzbarer Mitarbeiter zu erhöhen. Eine starre Zuordnung von Mitarbeitern nach Lagerbereichen und Bahnhofgruppen steht im Widerspruch einer flexiblen Anpassung. Die beschriebene

⁹⁷ Vgl. Heptner (2005), S. 474.

Regleranalogie unter Verwendung der Terminalschranke führt dazu, dass Kapazitäten im Verpackungsbereich frei werden. Zum Beispiel: Die Abfahrtszeit für die Aufträge ELC-Süd TA, Luxemburg TA und Österreich TA ist täglich mit 10 Uhr angesetzt. Werden die Aufträge zuerst kommissioniert, findet die Anlieferung der ausgelagerten Teile nur nach bestimmten Bahnhöfen statt. Demnach sind auch nur Mitarbeiter mit entsprechender Bahnhofsguppenzuordnung ausgelastet. Bei Werksgängen konnte immer wieder festgestellt werden, dass die Auslastung der Mitarbeiter im Verpackungsbereich keineswegs optimal ist. Die Anlieferung aus den Kommissionierzonen erfolgt unregelmäßig, wodurch ein hoher Anteil an Wartezeiten entsteht. Die Auftragseinlastung und Kommissionierung hat somit direkten Einfluss auf die Auslastungssituation im Verpackungsbereich. Werden Aufträge nach Abfahrtszeiten eingelastet und kommissioniert, sind auch nur bestimmte Anlieferbahnhöfe betroffen. Folglich müssen nicht alle Bahnhöfe bzw. Bahnhofsguppen gleichzeitig mit Personal besetzt werden. Die Anzahl an Verpackungspersonal ist so abzustimmen, dass der Auftragsbestand vor den Packtischen möglichst konstant bleibt. (Hohe Auslastung Verpackungspersonal und Vermeidung von Staulager.) Ein großer Unterschied zum derzeitigen Ablauf besteht also auch in der Steuerbarkeit der Materialflüsse. Letztlich bestimmt die Qualifikation, welche Mitarbeiter für welche Aufgaben einsetzbar sind. Anhand einer Qualifikationsmatrix kann die Einsetzbarkeit und das Entwicklungspotential auf sehr einfache Art ermittelt werden.

Mitarbeiter	Arbeitssystem			
	Kommissionieren GTL	Kommissionieren KTL	Kommissionieren AKL	Verpacken
Müller	■	■	■	
Meier	●	●	●	○
Schmidt	○		○	●
Konrad	○	●	●	■

Tabelle 5: Qualifikationsmatrix⁹⁸

- Mitarbeiter kann die Tätigkeit vollständig ausführen und andere Mitarbeiter in der Tätigkeit ausbilden
- Mitarbeiter kann die Tätigkeit vollständig ausführen
- Mitarbeiter kann die Tätigkeit zum Teil ausüben

Da die Anzahl kommissionierender Belege innerhalb einzelner Kommissionierzonen vor dem Einlastungszeitpunkt unbekannt ist und einer starken Schwankung unterliegt, ist eine flexible Mitarbeiterdisposition mit kurzen Reaktionszeiten notwendig. Im Zuge einer Kapazitätsanpassung wird das vorhandene Kapazitätswolumen verändert, indem zusätzliche Kapazitäten hinzugezogen bzw. verringert werden.⁹⁹

⁹⁸ Vgl. Lödding (2008), S. 472.

⁹⁹ Vgl. Wittenstein (2007), S. 111.

Die Kapazitätsanpassung kann nicht beliebig vorgenommen werden, sondern unterliegt beispielsweise im Kommissionierbereich folgenden Restriktionen:

- Anzahl der für die Kommissionierung zur Verfügung stehenden Mitarbeiter
 - Anzahl Mitarbeiter pro Schicht
 - Anzahl Mitarbeiter Hebebeschränkung
 - Anzahl Mitarbeiter mit Staplerführerschein
 - Anzahl Mitarbeiter mit notwendiger Qualifikation (Systemverständnis)
 - Anteil Frauen / Einsatz zur Kommissionierung im GTL
- Anzahl der zur Verfügung stehenden Regalbediengeräten
 - für entsprechenden Lagertyp
- Arbeitszeit / Stunden pro Schicht
- Belastungssituation der anderen Lagerbereiche

Sowohl innerhalb von Lagerbereichen als auch lagerbereichsübergreifend sind Personalumschichtungen vorzunehmen.

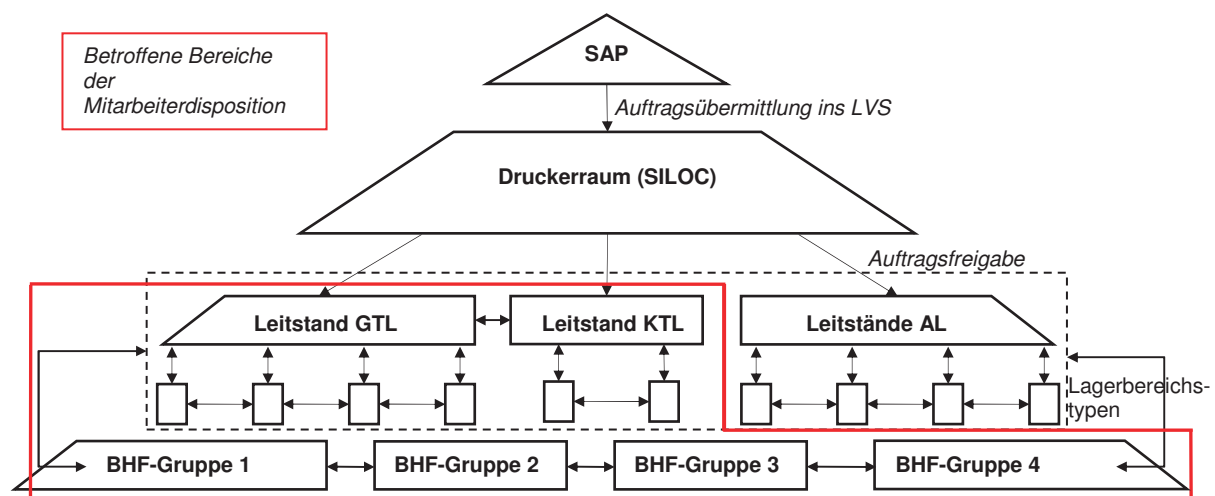


Abbildung 6.5: Koordinationsbedarf der dezentralen Auftragssteuerung mittels Leitständen¹⁰⁰

Das mögliche Potential der dezentralen Steuerung durch den Einsatz von Leitständen wird bei weitem nicht ausgeschöpft.

Die wesentlichen Aufgaben eines Logistikleitstandes sind¹⁰¹:

- Koordination der Kommissionieraufträge
- Engpassanalyse innerhalb einzelner Kommissionierzonen

¹⁰⁰ Vgl. Engler (1995), S. 247.

¹⁰¹ Vgl. Engler (1995), S. 249.

- Vorschläge zur Ressourcen-Verstärkung bzw. –Ausgleich in einzelnen Kommissionierzonen

Eine starre Zuordnung von Kommissionierpersonal zu Lagerbereichstypen führt zu einer unregelmäßigen Auslastung der Kommissionierarbeitsplätze, zu unnötig hohen DLZ und gefährdet damit die Liefertreue der im Arbeitsvorrat befindlichen Aufträge. So müssen einerseits komplexe Prozesse durch Dezentralisierung transparent und besser steuerbar gemacht werden, andererseits sind die einzelnen Glieder der Prozesskette im Sinne eines optimalen Auftragsdurchlaufs aufeinander abzustimmen. Dabei müssen insbesondere Informationen über momentane Betriebszustände und Verfügbarkeiten von Betriebsmittel und Material bei der Einlastung und Steuerung von Aufträgen Berücksichtigung finden.¹⁰²

6.5 Weitere Verbesserungsvorschläge und -maßnahmen

Ergänzend zu den bisherigen Ausführungen beinhaltet dieses Kapitel eine Zusammenfassung von Verbesserungsvorschlägen und –maßnahmen in Bezug auf Kommissionierung und Verpackung.

Die Auftragseinlastung nach Priorität und die Umstellung vom Vormittagsmodus auf den „Prioritätenmodus“ (Kommissionierung nach Priorität/Abfahrtszeit) könnte eine verminderte Pickleistung zur Folge haben. Wie bereits ausführlich beschrieben hat die Größe des Arbeitsvorrates maßgeblichen Einfluss auf die Kommissionierrounenbildung. Zusätzlich ist die Kommissionierung systemseitig eingeschränkt, indem immer nur Belege einer Bahnhofsguppe kommissioniert werden. Die Implementierung von Gegenmaßnahmen soll dazu beitragen den Leistungsverlust zu reduzieren bzw. zu vermeiden.

Eine abfahrtszeitorientierte Kommissionierung wirkt sich ebenso auf die Verpackungs- und Verladungsprozesse in der Warenausgangshalle aus. In diesem Zusammenhang wird auch ein Vorschlag zur Verpackungsmittelreduktion beschrieben.

6.5.1 Verbesserungsansätze zu Kommissionierung, Verpackung und Verladung

Nachfolgend werden Möglichkeiten zur Verbesserung der Kommissionierleistung auf Basis der derzeitigen betrieblichen Gegebenheiten erläutert. In Kapitel 6.5.2 wird ein heuristisches Verfahren zur Kommissionierrounenbildung vorgestellt.

Kombinierte Kommissionierung von TA und SO innerhalb einer Bahnhofsguppe:

Eine Möglichkeit besteht in der gemeinsamen Kommissionierung von SO und TA entsprechend Abfahrtszeit und Bahnhofsguppenzuordnung. Die gleichzeitige Kommissionierung von TA und SO innerhalb einer Bahnhofsguppe erhöht den Arbeitsvorrat,

¹⁰² Vgl. Engler (1995), S. 245.

wodurch eine Verbesserung der Kommissioniererroutenbildung möglich ist. Derzeit werden viele SO durch manuelle Zuweisung auftragsrein kommissioniert. Haben SO und TA dieselbe Abfahrtszeit, so muss die Einhaltung des Liefertermins und damit die rechtzeitige Auslagerung beider Auftragsarten primäre Zielsetzung sein.

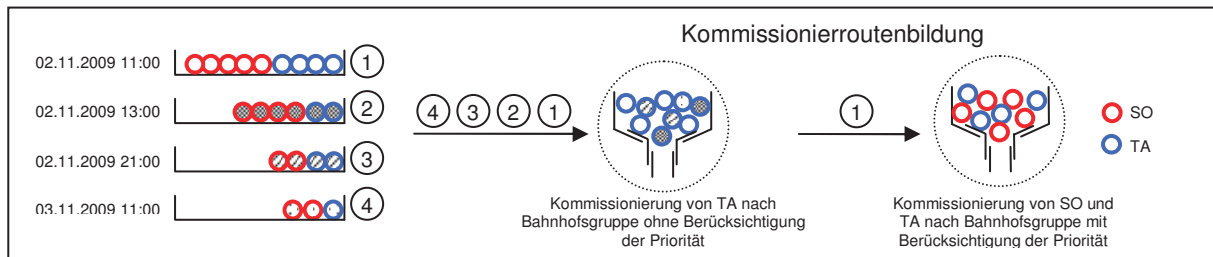


Abbildung 6.6: Bildung von Kommissionieraufträgen

Um das Volumen der verpackten Positionen mit der Ladekapazität eines LKW abzugleichen und eine optimale Beladung zu erreichen, ist eine räumliche Zusammenfassung aller verpackten Positionen mit Trailer- und Abfahrtszeitzuordnung notwendig. Des Weiteren macht eine Trennung nach Gitterboxen, stapelbaren und nicht stapelbaren Kartonagen auf Paletten Sinn. Aufgrund der Tatsache, dass SO besonders dringend benötigte Ersatzteile darstellen, muss sichergestellt werden, dass bei mangelnden Ladevolumen SO zuerst in den jeweiligen Trailer verladen werden. Eine vorgegebene Anzahl an Trailer mit fester Abfahrtszeit führt zu Beladungsproblemen wenn der Ladeflächenbedarf das Ladeflächenangebot übersteigt. Positionen sind zwar rechtzeitig eingelastet, ausgelagert und verpackt, können aber dennoch nicht termingerecht versendet werden. Aus Sicht des Autors gibt es zwei Möglichkeiten dem entgegenzuwirken. Entweder das Volumen an auszulagernden Positionen wird bereits vor bzw. nach Einlastungszeitpunkt berechnet (Nicht mehr einlasten bzw. kommissionieren als verladen werden kann) oder Transportmittel werden nach Kapazitätsbedarf flexibel zugeteilt.

Zusammenfassung von Kommissionierzonen:

Abgesehen von der kombinierten Kommissionierung beider Auftragsarten, hat auch die Kommissionierzonenbildung Einfluss auf die Auslagerleistung. Die Auswertungen in Abbildung 6.7 beinhalten Daten im Ausmaß von ca. 300.000 Positionen im Zeitraum von rund sechs Wochen. In vielen Lagerbereichen des GTL bewegt sich sowohl die Anzahl an Belegen als auch die bestellte Menge im Vergleich zu anderen Lagerbereichen auf einem sehr niedrigen Niveau.

Viele der auf der Abszisse angeführten Lagerbereiche bilden separate Kommissionierzonen. Voraussetzung zur Bildung von Kommissionierzonen ist die Bedienung der Lagerplätze mit

einem RBG. Ist die Bedienung mit gleichem RBG möglich so ist eine Zusammenfassung von Kommissionierzonen sinnvoll.¹⁰³

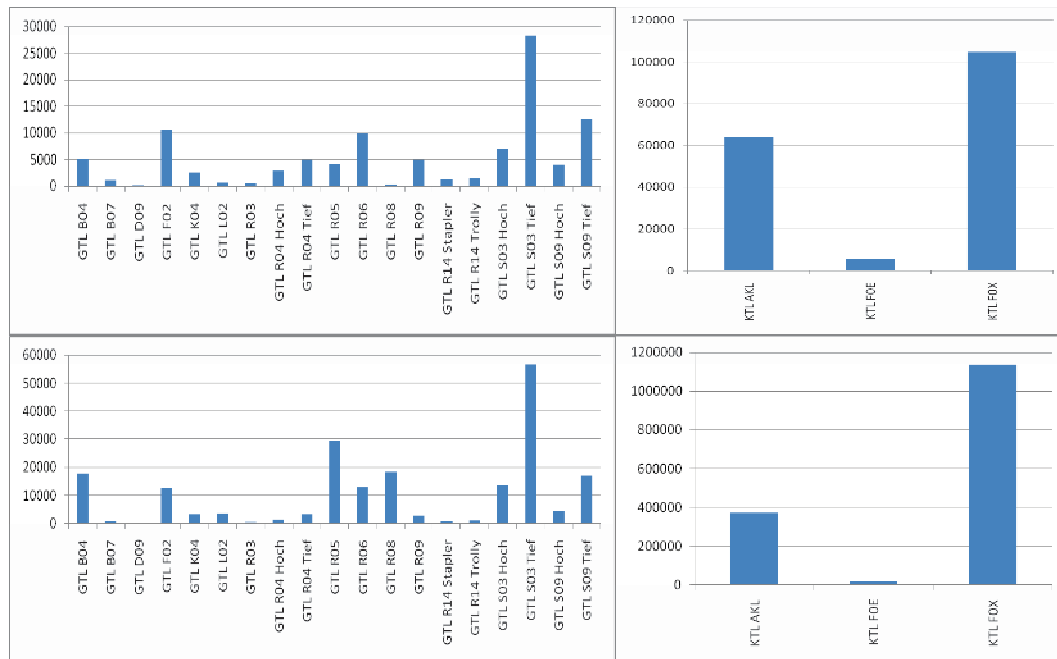


Abbildung 6.7: TA und SO nach Anzahl Positionen (oben) und bestellter Menge (unten)

Vermeidung von Beschädigungen im GTL:

Zur Vermeidung von Kundenreklamationen und unnötigen Kosten müssen alle Maßnahmen ergriffen werden um Beschädigungen weitgehend auszuschließen. Folglich sollten bereits während der Kommissionierung vor allem im GTL keine schweren Teile auf leichte gelegt werden. Im Hinblick darauf ist eine Anordnung des Positionsgewichtes in aufsteigender Reihenfolge innerhalb einer Zone (A-, B- und C-Zone) in Erwägung zu ziehen. Die Reihenfolgeanordnung nach Positionsgewicht ist nur dort empfehlenswert, wo signifikante Gewichtsunterschiede vorkommen und Beschädigungen realistisch sind.¹⁰⁴ Eine Anordnung nach Gewicht ist daher immer im Anschluss einer Anordnung nach Pickhäufigkeit durchzuführen. Überdies ist im GTL eine strikte Teileanordnung nach Pickhäufigkeit nicht immer zweckmäßig. Es besteht die Gefahr dass sich Staplerfahrer während der Kommissionierung und Einlagerung (insbesondere im Schneldreherbereich) gegenseitig behindern. Dadurch kann der Vorteil einer Wegeersparnis durch entsprechende Anordnung von Schneldrehern schnell verpuffen. Besonders in Lagerbereichen mit einer hohen Anzahl an auszulagernden Belegen ist es unter Umständen sinnvoller die Zonen für A- und B-Teile zusammenzulegen und innerhalb dieser Zone eine Aufteilung der Artikel nach Gewicht durchzuführen. In Lagerbereichen, in denen generell eine niedrige Anzahl an

¹⁰³ Ausnahmen bilden Kommissionierzonen, die getrennt kommissioniert werden müssen. Z.B. Gefahrenstoffe
Weitere Auswertungen getrennt für SO und TA sind im Anhang zu finden.

¹⁰⁴ Keine Anordnung auf das Gramm genau

Kommissionierern gleichzeitig eingesetzt wird und eine gegenseitige Blockierung geringere Auswirkungen hat ist eine Anordnung nach Pickhäufigkeit sehr wohl zweckmäßig.¹⁰⁵

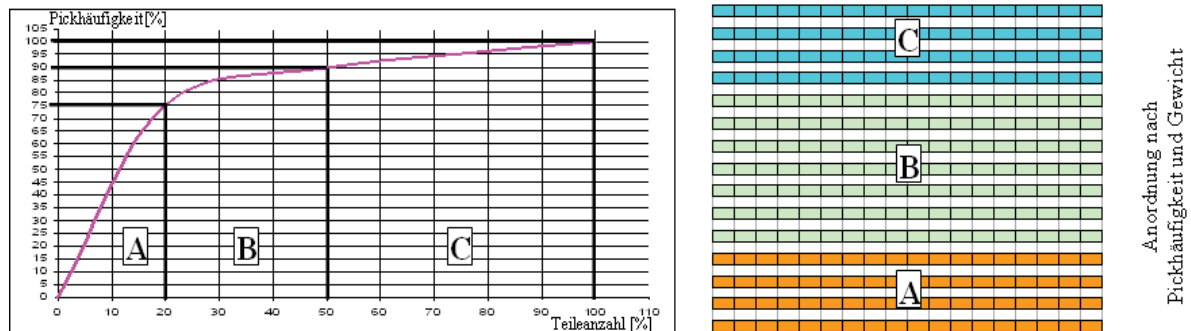


Abbildung 6.8: Darstellung ABC-Analyse mit anschließender Zonung

Verpackungsmittelreduktion von Positionen aus dem KTL (FOX und AKL):

Aufgrund der Tatsache, dass viele Ersatzteile aus dem GTL bereits vorverpackt sind, beziehen sich nachfolgende Maßnahmen nur auf Positionen vom KTL (AKL und FOX). Die Grundidee ist, dass die Positionen einer Liefernummer nach Anlieferung in den WA nicht vor Vollständigkeit des Auftrages (alle Positionen einer Liefernummer aus dem KTL mit Status ausgelagert) zur Verpackung freigegeben werden. Die Mitarbeiter an den Packtischen erhalten alle Lieferpositionen gesammelt, wodurch die Wahl einer bestmöglichen Verpackungskartonage möglich ist. Anstelle vieler kleiner Verpackungen entsteht eine große Verpackung.

Dazu die nachstehenden Ausführungen am Beispiel ELC-Packtisch: Der Mitarbeiter beim Turm 4 in der WA-Halle benötigt einen Handscanner zur Scannung des Picklabels einer Position der auftragsrein angelieferten KLT. Werden in der SILOC Bildschirmmaske nur Positionen aus dem KTL selektiert, ist für den Mitarbeiter ersichtlich ob der Auftrag vollständig ist oder nicht.

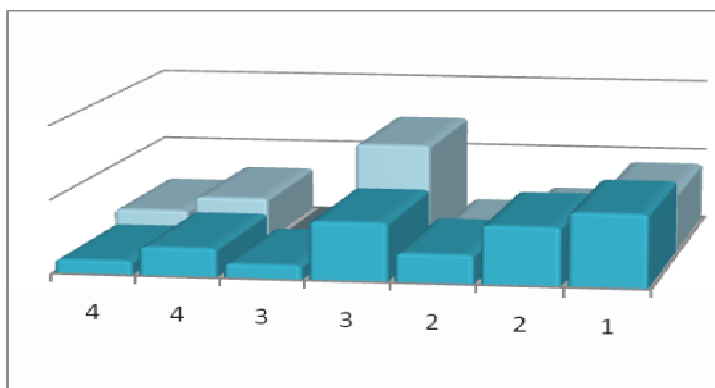


Abbildung 6.9: Stapelung von KLT auf der Fläche für unvollständige Aufträge

¹⁰⁵ Im Gegensatz zum GTL ist im KTL durch die manuelle Fortbewegung ein sehr schnelles Ausweichen innerhalb einer Regalgasse möglich.

Sind noch weitere Positionen ausständig (aufgebrochen, in Bearbeitung, auf Transport), so ist der KLT auf einer eigens definierten Fläche für „unvollständige Aufträge“ abzulegen. Ansonsten soll der KLT auf der Fläche für „vollständige Aufträge“ abgelegt werden. Abbildung 6.9 illustriert wie die KLT auf der Fläche für unvollständige Aufträge am Besten gestapelt werden. Zur Vermeidung eines hohen Suchaufwandes nach unvollständigen Liefernummern, sollten die KLT in aufsteigender Anzahl der Auftragspositionen geordnet werden. Es kann durchaus vorkommen, dass Einpositionsaufträge mehrere KLT füllen.¹⁰⁶ Wichtig ist, dass innerhalb eines KLT und KLT-Stapels nicht verschiedene Liefernummern verdichtet werden. Eine Ausnahme kann bei sehr kleinen Aufträgen mit beispielsweise einer Position und einem Stück pro Position gebildet werden. Hier bietet sich nach wie vor eine Verdichtung an, da sich der Suchaufwand innerhalb eines KLT auch für die Packtisch-Mitarbeiter in Grenzen hält. Sind alle Positionen einer Liefernummer eingetroffen, ist der Stapel auf die Fläche der vollständigen Aufträge zu verschieben. Die Ablage der KLT auf der Fläche für vollständige Liefernummern soll auf einen Hubwagen erfolgen. Um eine möglichst gleichmäßige und hohe Auslastung des Verpackungspersonals sicherzustellen, ist entweder der Packtisch-Mitarbeiter oder der Mitarbeiter beim Rollenförderer für den innerbetrieblichen Transport zwischen Turm 4 und Packtisch zuständig. Wird nach Abfahrtszeit kommissioniert, ist die Anzahl an Aufträgen eingeschränkt und dadurch auch die Anzahl an angebrochenen Aufträgen erheblich reduziert.

6.5.2 Beispiel einer Kommissionerroutenbildung

Die Kommissionerroutenbildung hat wesentlichen Einfluss auf die Kommissionierleistung. Ein Problem der derzeitigen Kommissionerroutenbildung besteht darin, dass Aufträge bei Überschreitung eines Grenzwertes systemisch gesplittet werden, die restlichen Positionen im Auftragsvorrat bleiben und irgendwann bei einer weiteren Kommissionerroute berücksichtigt werden.¹⁰⁷ Hier ist einer der Hauptgründe zu finden, dass selbst innerhalb einer Kommissionierzone Auftragspositionen zu verschiedenen Zeitpunkten ausgelagert werden. Im Sinne einer Bündelung von Auftragspositionen und eines geschlossenen Versandes in möglichst wenigen HU sollten alle Positionen in einer Lieferung versendet werden. Deshalb wird nachfolgend ein heuristisches Verfahren beschrieben, welches das Entscheidungsproblem der Bildung von Auftragsgruppen und die Wegeoptimierung in einem Regallager zum Inhalt hat.¹⁰⁸

Eine schematische Darstellung eines Regallagers samt anzufahrenden Lagerplätzen bestehend aus 8 Gassen ist in Abbildung 6.10 ersichtlich.

¹⁰⁶ Aufgrund einer hohen Stückzahl pro Position oder eines hohen Platzbedarfes pro Stück.

¹⁰⁷ Die Kommissionierzeitpunkte der restlichen Positionen können im Zuge der automatischen Zuweisung zeitlich nicht bestimmt werden.

¹⁰⁸ Vgl. Tempelmeier, Günther (2004), S.295.

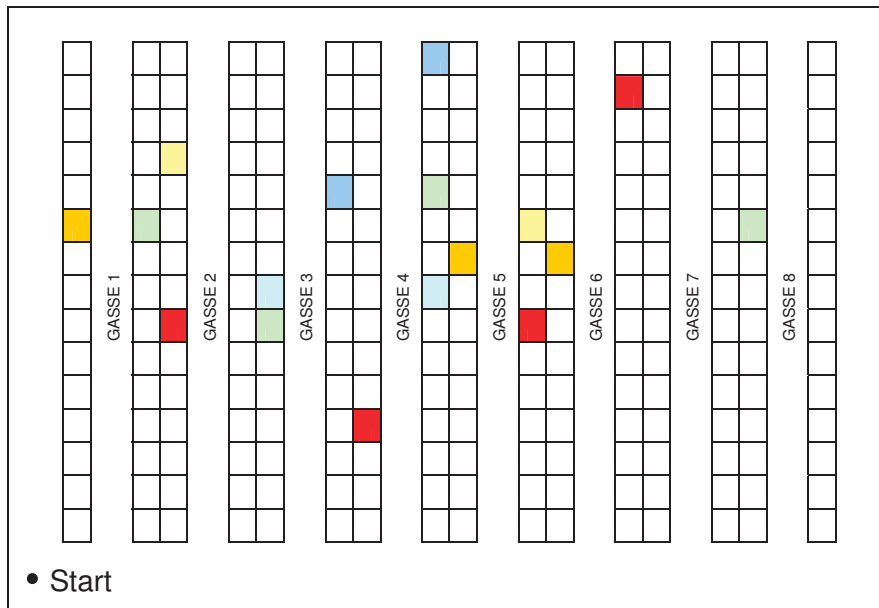


Abbildung 6.10: Schematische Darstellung eines Regallagers¹⁰⁹

Zur vereinfachten Beschreibung gelten folgende Annahmen und Berechnungen:¹¹⁰

Eine exakte Wegeoptimierung ist in der Praxis aufgrund der Größe des Lagers und der Vielzahl von Aufträgen kaum möglich. Zur Abschätzung der Entfernungen gelten daher Näherungen, wobei die Länge respektive Breite einer Regalgasse mit a bzw. b bezeichnet werden. Des Weiteren wird angenommen, dass die Wege im Lager in „Mäander“ zurückgelegt werden. Jede Einfahrt in eine Regalgasse bis zum Entnahmeort und jede Ausfahrt vom Entnahmeort beinhaltet eine Wegstrecke von $0,5 \cdot a$. Das Traversieren von einer Regalgasse zur nächsten hat eine Wegstrecke von b Längeneinheiten. Tabelle 3 zeigt 6 Aufträge und deren Positionen in den verschiedenen Regalgassen. Auftrag 1 hat beispielsweise in Regalgasse 1, 3, 4 und 8 eine zu kommissionierende Position. Bei einer auftragsreinen Kommissionierung berechnet sich die Wegstrecke für Auftrag 1 mit der dargestellten Näherung folgendermaßen:

Traversieren zu Gasse 1: $1 \cdot b$

Anfahrt zu Gasse 1 und Ausfahrt: $0,5 \cdot a + 0,5 \cdot a = 1,0 \cdot a$

Traversieren zu Gasse 3: $2 \cdot b$

Einfahrt in Gasse 3 und Ausfahrt: $0,5 \cdot a + 0,5 \cdot a = 1,0 \cdot a$

Traversieren zu Gasse 4: $1 \cdot b$

Einfahrt zu Gasse 4 und Ausfahrt: $0,5 \cdot a + 0,5 \cdot a = 1,0 \cdot a$

Traversieren zu Gasse 8: $4 \cdot b$

¹⁰⁹ Vgl. Tempelmeier, Günther (2004), S.296.

¹¹⁰ Vgl. Tempelmeier, Günther (2004), S.296 ff.

Einfahrt in Gasse 8 und Ausfahrt: $0,5xa + 0,5xa = 1,0xa$

Rückfahrt zu Startposition: $8xb$

Für $a = 1,0$ und $b = 0,1$ Längeneinheiten ergibt sich ein Wegstrecke von $4xa + 16xb = 5,6$

Auftrag i	Entnahmepositionen (Regalgassen) von Artikel				Wegstrecke
	A _i	B _i	C _i	D _i	
1	1	3	4	8	5,6
2	2	5	-	-	3,0
3	1	5	6	-	4,2
4	3	4	7	6	4,4
5	3	4	-	-	2,8
6	2	4	5	6	5,2

Tabelle 6: Aufträge mit Positionen in entsprechenden Regalgassen¹¹¹

Zur Minimierung der zurückzulegenden Wegstrecke kommt folgendes Verfahren zum Einsatz:¹¹² Jener Kommissionierauftrag mit der längsten Einzelwegstrecke (in diesem Beispiel Auftrag 1) wird als erster in die erste Auftragsgruppe aufgenommen. Für die Einbeziehung weiterer Aufträge in die Gruppe, muss die Erhöhung der Wegstrecke ermittelt werden. Die erhöhten Wegstrecken lauten:

Aufträge 1 und 2: Wegstrecke = 7,6

Aufträge 1 und 3: Wegstrecke = 7,6

Aufträge 1 und 4: Wegstrecke = 6,6

Aufträge 1 und 5: Wegstrecke = 5,6

Aufträge 1 und 6: Wegstrecke = 8,6

Es ist ersichtlich, dass beim Auftragspaar 1-5 keine Wegstreckenerhöhung vorliegt, da bei Auftrag 5 ebenso die Regalgassen 3 und 4 anzufahren sind. In einem weiteren Schritt werden nun die noch offenen Aufträge in die gebildete Auftragsgruppe einbezogen. Die erweiterten Wegstrecken lauten:

Aufträge 1, 5 und 2: Wegstrecke = 7,6

Aufträge 1, 5 und 3: Wegstrecke = 7,6

Aufträge 1, 5 und 4: Wegstrecke = 6,6

Aufträge 1, 5 und 6: Wegstrecke = 8,6

Die geringste Gesamtwegstrecke bildet die Auftragsgruppe 1,5 und 4. Ist die Kapazität des Kommissionierfahrzeuges noch nicht ausgeschöpft so werden weitere Aufträge hinzugefügt. „Im praktischen Betrieb ist es erforderlich, Bewegungsstrategien zu entwickeln, deren

¹¹¹ Vgl. Tempelmeier, Günther (2004), S.297.

¹¹² Vgl. Tempelmeier, Günther (2004), S.297 nach Rosenwein (1996).

resultierende Wegzeiten im Mittel wenig – möglichst nicht mehr als 10% - von der optimalen Wegzeit abweichen, die allgemein verständlich sind, eine kurze Vorbereitungszeit erfordern und bei vielen Kommissionierern einen geordneten Verkehrsablauf gewährleisten.“¹¹³

7 Zusammenfassung und Ausblick

Durch welche Maßnahmen kann die Auftragseinlastung und –ausführung im Warenausgang des Logistikzentrums in Dachau verbessert werden? Abschließend werden die wesentlichen Ergebnisse der vorliegenden Masterarbeit zur Beantwortung der Forschungsfrage zusammengefasst.

Der Grundstein für die gesamte Arbeit wurde durch eine ausführliche Recherche in den ersten beiden Monaten gelegt. Zum Zeitpunkt der Anfertigung konnte der Autor auf keine geschlossene Prozessdarstellung zurückgreifen. Mithilfe zahlreich durchgeführter Interviews mit Mitarbeitern, Prozessverantwortlichen und Führungskräften gelang es wichtige Informationen einzuholen und strukturiert in Form einer ereignisgesteuerten Prozesskette darzustellen. Das dadurch erlangte Prozessverständnis war unverzichtbarer Bestandteil für die anschließende Ist-Situationsanalyse. Auf Basis der Analyse werden nachstehend nochmals die wichtigsten Ergebnisse und Verbesserungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der folgenden zwei Fragestellungen zusammengefasst.

- 1.) Welche Maßnahmen tragen zur Entlastung des Logistikzentrums bei?
- 2.) Durch welche Maßnahmen können die Auslagerprozesse verbessert werden?

Alle Maßnahmen zur Reduktion von Auslagervorgängen und damit verbundenen Kosten tragen zu einer Entlastung des Logistikzentrums bei. Einen Hebel zur aktiven Beeinflussung stellen die Anlieferungen aus den Außenlager und die ELC-Nachschublieferungen dar. Durch Standardisierung der Gebindegrößen resultieren erhebliche Einsparpotentiale. Sowohl Anzahl der Teile pro Gebinde als auch das zugeordnete Ladehilfsmittel unterscheiden sich. Die Disposition für ELC-Nachschub löst Nachschubaufträge auf Basis von Stückzahlen ohne Kenntnis der Gebindegrößen aus. Bereits vor Fertigstellung dieser Arbeit wurde das Potential erkannt und viele Gebindegrößen - vorrangig im KTL bei Schnelldrehern - in das SAP-System eingepflegt. Damit ist ein Runden auf Gebindegröße möglich, wodurch direkt vom Außenlager in den Warenausgang des Logistikzentrums und weiter in das ELC geliefert wird. Am Hauptlagerort sind weniger Kommissioniervorgänge erforderlich und es stehen mehr Ressourcen für die Erfüllung von Kundenaufträgen zur Verfügung. Eine weitere Maßnahme ist die Definition geeigneter Gebindegrößen. Die Gebindegröße ist in Abhängigkeit der durchschnittlichen Bedarfshäufigkeit so zu wählen, dass systemisch auf

¹¹³ Zit. Gudehus (2006), S. 158.

das Gebinde zugegriffen wird. Nicht sinnvoll ist beispielsweise die Festlegung eines Gebindes im Umfang von 1500 Stück, wenn der durchschnittliche Bedarf 50 Stück beträgt. Da die Bedarfshäufigkeit und –menge eklatant von anderen Aufträgen abweichen kann, ist die Wahl von unterschiedlichen Gebindestufen in Erwägung zu ziehen. Zusammenfassend wird zum Thema Gebinde resümiert, dass noch weiterer Handlungsbedarf besteht und der bisher eingeschlagene Weg unbedingt fortgesetzt werden sollte.

Ein Hauptproblem ist die gleichzeitige Aktivierung von internen Lagerbereichen mit Außenlagerbereichen und die fehlende Verfügbarkeitsprüfung separat für den HLO und RLO. Die Außenlager können gar nicht am Vortag angestoßen werden, da ja gar nicht ersichtlich ist welche Aufträge Lieferungen aus Außenlager benötigen.¹¹⁴ Genau diesen Missstand gilt es zu beheben. Alle Aufträge mit einem best. Plan-WA müssen bereits rechtzeitig in SAP oder im Status Einzelfreigabe in SILOC auf enthaltene Gebinde untersucht werden. Sind Gebinde enthalten, müssen diese von den Auftragspositionen abgezogen werden. Der sich so ergebende Restbestand ist für die Auslagerung am HLO Dachau relevant.

- Auflösung aller Aufträge im Auftragspool am Vorabend nach A-Bestellungen (wie bisher nur gebündelt und bevor Status aufgebrochen)
- Bildung der Summe der restlichen Stückzahlen einer Sachnummer
- Abgleich zwischen disponiblen Lagerbestand am HLO und Restsumme. Wenn Differenz disponibler Lagerbestand – Restsumme kleiner Meldebestand, weiterer Nachschub von Gebinden bis Max-Bestand
- Transport A-Bestellungen direkt in WA, restl. Gebinde einlagern zur Kommissionierung

Dadurch soll das Auftreten von Rückständen vermieden werden und eine gezielte Ansteuerung der AL möglich sein. Der implementierte Suchalgorithmus nach enthaltenen Gebinden orientiert sich streng nach FIFO. Die Belieferung eines Auftrages aus unterschiedlichen Außenlagerstandorten führt dazu, dass unter Umständen mehrere Außenlager zur Belieferung eines Auftrages beauftragt werden. Eine Möglichkeit zur besseren Bündelung von Anlieferungen aus den AL wäre, zunächst jenes AL anzusteuern in welchem das älteste Gebinde lagert und in weiterer Folge dasselbe AL unabhängig von FIFO nach weiteren Gebinden zu untersuchen.

Das Hauptproblem der Auftragssteuerung besteht in der unkoordinierten Auftragsfreigabe in Verbindung des eingestellten Vormittagsmodus. Die Freigabe und Kommissionierung der Auftragspositionen unabhängig von deren Abfahrtszeiten gefährdet die Einhaltung der

¹¹⁴ Erl (2009), S. 16.

Liefertreue, führt zu langen DLZ und zu Unübersichtlichkeiten im Materialfluss. Die Positionen einer Liefernummer werden zu verschiedenen Zeitpunkten aus den einzelnen Kommissionierzonen angeliefert. Eine Teilverpackung und Zwischenpufferung ist zwangsläufig unumgänglich. Teilverpackte Positionen werden auf der Pufferfläche in beliebiger Anordnung zwischengelagert. Weder die Positionen einer Liefernummer noch die Positionen derselben Abfahrtszeit werden räumlich zusammengefasst. Dies erschwert einerseits die Beladungsoptimierung der Trailer (bestmögliche Volumenauslastung und geschlossene Versendung aller Positionen einer Liefernummer in einem Trailer) und führt zu einem erhöhten Umlagerungs- und Suchaufwand. Die vorgestellte Regleranalogie der Belastungsorientierten Auftragsfreigabe in Verbindung der rückstandsorientierten Regelung unter Einsatz flexibler Kapazitäten soll dazu beitragen, viele der genannten Unzulänglichkeiten zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Als Ergebnis der Prioritätenberücksichtigung bewegt sich die Lieferquote für SO im Schnitt zwischen 90 und 100 Prozent. Übergeordnete Zielsetzung eines Logistikzentrums muss die Einhaltung der Liefertreue unabhängig von der Auftragsart sein. Es gilt das Vertrauen zu schaffen, dass sowohl SO als auch TA termingerecht ausgeliefert werden. Die Terminschranke der Regleranalogie filtert Aufträge nach deren Plan-Abfahrtszeit und soll die Einlastungsreihenfolge hinsichtlich Dringlichkeit sicherstellen. Die Belastungsschranke signalisiert dem Disponenten im Druckerraum die Anzahl zu aktivierender Positionen um eine gleichmäßige Auslastung zu erreichen. Der Einsatz der rückstandsorientierten Regelung soll eine gezielte Mitarbeiterdisposition nach Kapazitätsbedarf sicherstellen. Zum Hauptaufgabenbereich der Mitarbeiter im Leitstand des GTL sollte in erster Linie die Disposition von Mitarbeitern nach Kommissionierzonen und weniger die manuelle Auftragszuweisung zählen. Im Zuge der automatischen Auftragsübermittlung muss eine systemische Zuweisung entsprechend Priorität sichergestellt werden.

Das vorgestellte Konzept, deren erfolgreiche Umsetzung aus Sicht des Autors mit keinen erheblichen Investitionen verbunden ist, ist durch weitere Maßnahmen (z.B. Erhöhung der Pickleistung durch gebündelte Kommissionierung von TA und SO, transparente Anliefer- und Pufferflächen im WA, usw.) zu ergänzen. Die vorhandenen Ressourcen müssen effizienter genutzt und entsprechende Einstellungen im LVS vorgenommen werden.

Im Zuge der durchgeführten Interviews konnte immer wieder festgestellt werden, dass nur wenige Fachspezialisten mit der systemtechnischen Funktionalität des LVS vertraut sind. Überdies führt die sehr abteilungsorientierte Denkweise (Wareneingang, Lagerbereiche, Warenausgang, Disposition und Subabteilungen) dazu, dass nur sehr wenige Personen über die vernetzten Zusammenhänge der Prozessabläufe bescheid wissen. Job Rotation ist ein

effektives Mittel um diesem Missstand sowohl auf operativer als auch auf strategischer Ebene entgegenzuwirken.¹¹⁵

Folgearbeiten und Ausblick: Das Ersatzteillistikzentrum ist durch eine Vielzahl an inner- und überbetrieblichen Transporten gekennzeichnet. Die richtige Anordnung der Quellen und Senken hat maßgeblichen Einfluss auf den Anteil der transportbedingten DLZ und steht im Zentrum einer Materialflussanalyse. Die Erstellung einer Materialflussmatrix nach verschiedenen Gesichtspunkten (Anzahl Positionen, Gewicht, Volumen, Anzahl Staplerfahrten) lässt Rückschlüsse auf die richtige Anordnung der internen Lagerbereiche und Anlieferbahnhöfe zu. Neben den innerbetrieblichen Materialflüssen ist auch der Bedarf einer genauen Analyse sämtlicher Materialflüsse von und nach Dachau zu nennen. Hierzu ist zu erwähnen, dass in Anbetracht der hohen Transportkosten möglicherweise Einsparpotenzial besteht.

Durch die enge Verflechtung der Prozessabläufe und den hohen Komplexitätsgrad sind im Vorfeld einer Prozessveränderung immer die daraus resultierenden Folgewirkungen zu ermitteln. Die derzeit in Arbeit befindliche Visualisierung der gesamten Prozesslandschaft kann herangezogen werden um den betroffenen Prozess und davon betroffene Schnittstellenprozesse zu identifizieren und die Auswirkungen festzustellen.

Abschließend ist anzumerken, dass bis auf die Ermittlung der Liefertreue kaum Kennzahlen zur Messung der internen Logistikleistung vorliegen.¹¹⁶ Aber gerade die kontinuierliche Ermittlung von Kennzahlen führt zu mehr Transparenz und ist Ausgangsbasis für das Erkennen von Ursache- Wirkungszusammenhängen. Um Leistungsdefizite und deren Ursachen festzustellen, empfiehlt der Autor ein Kennzahlensystem zur Messung der logistischen Leistung zu implementieren. Damit können auch Verbesserungsmaßnahmen und deren Auswirkungen ermittelt werden.

¹¹⁵ Operativ: Mitarbeiterqualifikation für die Ausführung verschiedener Tätigkeiten, wie z.B. verpacken und kommissionieren.
Strategisch: z.B. Kenntnis der abteilungsübergreifenden Material- und Informationsflüsse

¹¹⁶ Beispielsweise wird weder die DLZ, noch die Anzahl der Teilverpackungen und –lieferungen ermittelt.

Literaturverzeichnis

Arnold, Dieter: Intralogistik – Potentiale, Perspektiven, Prognosen, Berlin Heidelberg, Springer Verlag, 2006. ISBN-10 3-540-29657-3.

Breithaupt, Jan-Wilhelm: Rückstandsorientierte Produktionsregelung von Fertigungsbereichen, Fortschritts-Berichte VDI, Reihe 2 – Nr. 571, VDI Verlag GmbH. Düsseldorf, 2001. ISBN 3-18-357102-1.

Engelhardt, Corinna: Betriebskennlinien – Produktivität steigern in der Fertigung, Carl Hanser Verlag München Wien, 2000. ISBN 3-446-21417-8.

Engler, W.: VDI Berichte, VDI – Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik, Tagung Magdeburg, VDI-Verlag GmbH. Düsseldorf, 1995. ISBN 3-18-091233-2.

Frazelle, Edward: World-Class Warehousing and Material Handling, McGraw-Hill-Verlag, 2002. ISBN 0-07-137600-3.

Gudehus, Timm: Dynamische Disposition, 2. verbesserte und erweiterte Auflage, Springer Verlag Berlin, 2006. ISBN-10-3-540-32236-1.

Gudehus, Timm: Logistik 1 – Grundlagen, Verfahren und –strategien, Hamburg, Springer Verlag, 2007. ISBN 3-540-23517-5.

Gutenschwager, Kai: Online-Dispositionsprobleme in der Lagerlogistik – Modellierung – Lösungsansätze – praktische Umsetzung, Braunschweig, Physica-Verlag Heidelberg, 2002. ISBN 3-7908-1493-8.

Jünemann, Reinhardt; Schmidt, Thorsten: Materialflusssysteme, 2.Band, 2.Auflage, Dortmund, Springer-Verlag, 2000. ISBN 3-540-65076-8.

Koether, Reinhard.: Taschenbuch der Logistik, Carl Hanser Verlag München Wien, 2006. ISBN-10: 3-446-40670-0.

Lödding, Hermann: Verfahren der Fertigungssteuerung, Berlin, Springer Verlag, 2005. ISBN 3-540-20232-3.

Martin, Heinrich: Transport- und Lagerlogistik, 6. Auflage, Wiesbaden, Vieweg & Sohn Verlag, 2006. ISBN-10 3-8348-0168-2.

Mayer, Axel: Modularisierung der Logistik, 1. Auflage, Berlin, Universitätsverlag der TU Berlin, 2007. ISBN 978-3-7983-2054-3.

Schönsleben, Paul: Integrales Logistikmanagement, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin, Springer-Verlag, 2000. ISBN 3-540-66844-6.

Tempelmeier, Horst: Materiallogistik, 4. Auflage, Berlin, Springer Verlag, 1999. ISBN 3-540-66288-X.

Tempelmeier, Horst; Günther, Hans-Otto: Produktion und Logistik, 6. Auflage, Berlin, Springer-Verlag, 2004. ISBN 3-540-23246-X.

Ten Hompel, Michael; Schmidt, Thorsten: Warehouse Management, 3. Auflage, Dortmund, Springer-Verlag, 2008. ISBN 978-3-540-74875-3.

Wannenwetsch, Helmut: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 2., überarbeitete Auflage, Berlin, Springer Verlag, 2004. ISBN 3-540-00481-5.

Wiendahl, Hans-Peter: Fertigungsregelung – Logistische Beherrschung von Fertigungsabläufen auf Basis des Trichtermodells, Hannover, Carl Hanser Verlag München Wien, 1997. ISBN 3-446-19084-8.

Wittenstein, Anna-Katharina: Bedarfssynchrone Leistungsverfügbarkeit in der kundenspezifischen Produktentwicklung. Diss., Universität, Stuttgart, 2007.

Durchgeführte Interviews:

Bark, Tobias: MAN Dachau, Kaufteil-Disposition, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 23.11.2009.

Bark, Tobias: MAN Dachau, Kaufteil-Disposition, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 10.08.2009.

Chamosoglou, Dimosthenis: MAN Dachau, Projektkoordinator Logistic Center Dachau, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 11.09.2009.

Chamosoglou, Dimosthenis: MAN Dachau, Projektkoordinator Logistic Center Dachau, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 15.09.2009.

Erl, Andreas: MAN Dachau, Process Development, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 17.07.2009.

Erl, Andreas: MAN Dachau, Process Development, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 04.08.2009.

Immisch, Dominik: MAN Dachau, IT-Projects, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 11.08.2009.

Kloss, Wilhelm: MAN Dachau, Warehouse, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 29.10.2009.

Mese, Mesut: MAN Dachau, Warehouse, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 08.10.2009.

Rackerseder, Klaus: MAN Dachau, Qualitätsmanagement, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 03.08.2009.

Rohe, Andreas: MAN Dachau, Warehouse, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 13.08.2009.

Schmaus, Michael: MAN Dachau, Inlandsabwicklung - Goods IN/OUT, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 21.07.2009.

Scholtyssek, Jan: MAN Dachau, Warehouse, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 12.08.2009.

Scholtyssek, Jan: MAN Dachau, Warehouse, Max-Planck-Straße 1, D-85221 Dachau. 24.09.2009.

Firmeninterne Dokumente (Intranet):

MAN: Parts Management (PP):
<<http://mmhyp.mn.man.de/root/home/index3.html;internal&action=buildframes.action&Parameter=1256557732844&ctx=eKS>> Stand 7.9.2009; Abfrage 26.10.2009, MEZ 10:25 Uhr.

MAN: Corporate Design Manual:
<<http://mmhyp.mn.man.de/root/home/index3.html;internal&action=buildframes.action&Parameter=1256557732844&ctx=eKS>> Stand Januar 2009; Abfrage 26.10.2009, MEZ 14:23 Uhr.

MAN: Unternehmenspräsentation 2009: < http://mmhyp.mn.man.de/root_man_themen/MAN-Praesentation;internal&action=buildframes.action&Parameter=1259672004266&ctx=eKS>
Stand November 2009; Abfrage 01.12.2009, MEZ 14:40 Uhr.

Werner Löffler Consulting Group: Optimierung Outboundprozess. In: Projekt RASI, 2008, S. 7.

Dokumente aus dem Internet:

Heptner, Klaus: Optimierung der Kommissionierung. Online im Internet:
<http://www.hebezeuge-foerdermittel.de/hf_magazin/artikel/pdfs/2005/HF1005_472-474.pdf>
Stand 2005; Abfrage 20.11.2009, MEZ 11:10 Uhr.

Lödding, Hermann; Nickel, Rouven: Modell der Fertigungssteuerung. Online im Internet:
<<http://www.awf.de/download/Modell-der-Fertigungssteuerung-IFA.pdf>> Stand 27.09.2005;
Abfrage 16.10.2009, MEZ 14:10 Uhr.

Anhang

intern	Wegeoptimiert	PICK & PACK	Samstag	Langer Samst.		
GTL	GTL D04	1	GTL D04	1	GTL D04	1
	GTL B04	1	GTL B04	1	GTL B04	1
	GTL B07	1	GTL B07	1	GTL B07	1
	GTL D05	1	GTL K04	1	GTL K04	1
	GTL D09	1	GTL R04 Tief	1	GTL R04 Tief	1
	GTL F02	1	GTL R14 Trolley	1	GTL R14 Trolley	1
	GTL H09	1	GTL D05	1	GTL D05	1
	KDE	1	GTL D09	1	GTL D09	1
	GTL L02	1	GTL F02	1	GTL F02	1
	GTL R03	1	GTL H09	1	GTL L02	1
	GTL R08	1	KDE	1	GTL H09	1
	GTL R04 Hoch	1	GTL L02	1	GTL H09	1
	GTL R14 Stapler	1	GTL R03	1	KDE	1
	GTL R05	1	GTL R08	1	GTL R03	1
	GTL R06	1	GTL R04 Hoch	1	GTL R08	1
	GTL R09	1	GTL R14 Stapler	1	GTL R04 Hoch	1
	GTL K04	1	GTL R05	1	GTL R14 Stapler	1
	GTL R04 Tief	1	GTL R06	1	GTL R06	1
	GTL R14 Trolley	1	GTL R09	1	GTL R09	1
	GTL S03 Tief	1	GTL S03 Tief	1	GTL S03 Tief	1
GTL S03 Hoch	1	GTL S03 Hoch	1	GTL S03 Hoch	1	
GTL S09 Tief	1	GTL S09 Tief	1	GTL S09 Tief	1	
GTL S09 Hoch	1	GTL S09 Hoch	1	GTL S09 Hoch	1	
KTL	KTL F0X	1	KTL F0X	1	KTL F0X	1
	KTL F0L (C)	1	KTL F0L (C)	1	KTL F0L (C)	1
	KTL F0R (C)	1	KTL F0R (C)	1	KTL F0R (C)	1
	KTL 00A	1	KTL 00A	1	KTL 00A	1
	KTL F0L (A,B)	1	KTL F0L (A,B)	1	KTL F0L (A,B)	1
	KTL F0R (A,B)	1	KTL F0R (A,B)	1	KTL F0R (A,B)	1
	KTL F0E	1	KTL F0E	1	KTL F0E	1

Tabelle 7: Kommissionierzonen verschiedener Betriebsmodi

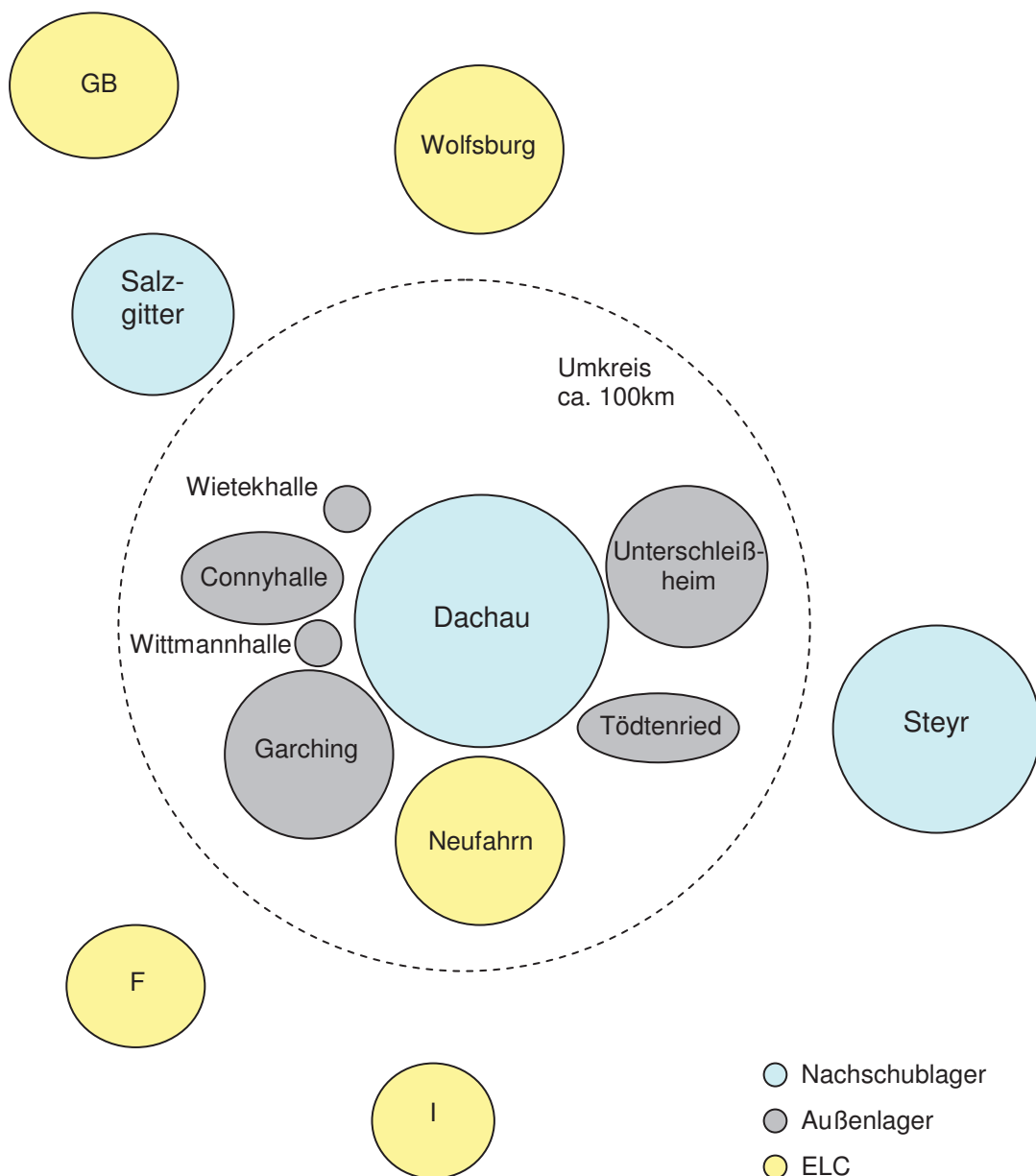


Abbildung 0.1: Schematische Darstellung der Lagerstruktur¹¹⁷

Die Größe der Kreise und Ellipsen bei den Nachschub- und Außenlager spiegelt das Verhältnis der Lagerfläche wieder.

¹¹⁷ siehe Parts Logistics, S. 28

Folgende Tabelle beinhaltet eine Zusammenfassung der aufgebrochenen Belege im Monat August getrennt nach Bahnhofgruppen.

BELEGE AUFGEBOCHEN IM MONAT JULI 2009 IM DRUCKERRAUM				
Lfd. Nr.	TA Großauftrag	TA Paktisch	ELC Paktisch	TA ELC Nachschub
1	92	209	565	676
2	181	1500	622	328
3	82	912	738	1631
4	389	1386	103	580
5	330	55	250	878
6	353	1663	858	479
7	150	2019	246	1322
8	385	1707	804	956
9	424	1799	1079	811
10	650	1772	714	559
11	950	1762	698	252
12	500	984	1063	1282
13	1457	1476	637	37
14	1097	1739	689	105
15	532	1776	905	626
16	472	56	628	701
17	565	1237	118	72
18	583	94	832	969
19	585	1062	103	42
20	569	59	762	319
21	395	1236	120	537
22	1161	354	559	39
23	483	904	137	6
24	1076	46	514	581
25	333	352	61	56
26	743	1276	546	622
27	336	49	101	2
28	121	1315	638	643
29	140	44	66	141
30	48	772	420	817
31	95	145	155	73
32	460	425	340	266
33	4	719	92	834
34		356	60	119
35		273	398	732
36		876	224	85
37		361	302	678
38		24	108	2
39		1392		46
40				748
41				12
42				901
43				71
44				846
Summe:	15741	34186	17255	21482
Mittelwert:	477	877	454	488
kleinster Wert	4	24	60	2
größter Wert	1457	2019	1079	1631

Tabelle 8: Aufgebrochene Belege im Monat Juli lt. Mitschrift Druckerraum

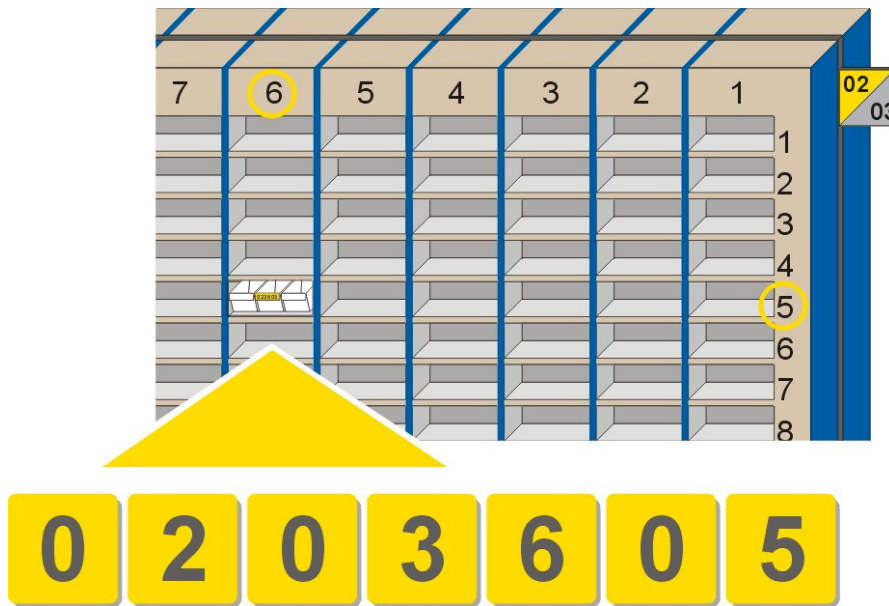


Abbildung 0.2: Eindeutige Bezeichnung Lagerplatz¹¹⁸

Obige Abbildung verdeutlicht die eindeutige Kennzeichnung zur Ermittlung eines Lagerplatzes. Die ersten beiden Ziffern (02) bezeichnen den Lagertyp, die nächsten beiden die Regalreihe (03), die nächste Ziffer das Regal und die letzten beiden Ziffern den Regalboden.

¹¹⁸ 181002_Lagerhandbuch

Die nachfolgenden Diagramme zeigen das Ergebnis einer durchgeführten Auswertung basierend auf ca. 300.000 Positionen. Die Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf die richtige Anordnung der Lagertypen (Quellen) und Anlieferbahnhöfe (Senken) zu.

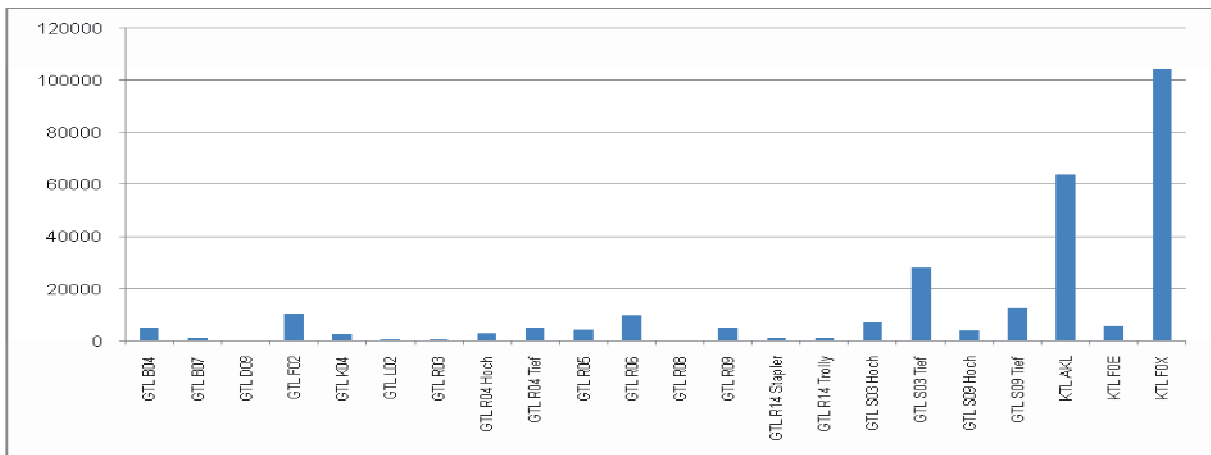


Abbildung 0.3: TA und SO aus dem GTL und KTL nach Anzahl Positionen

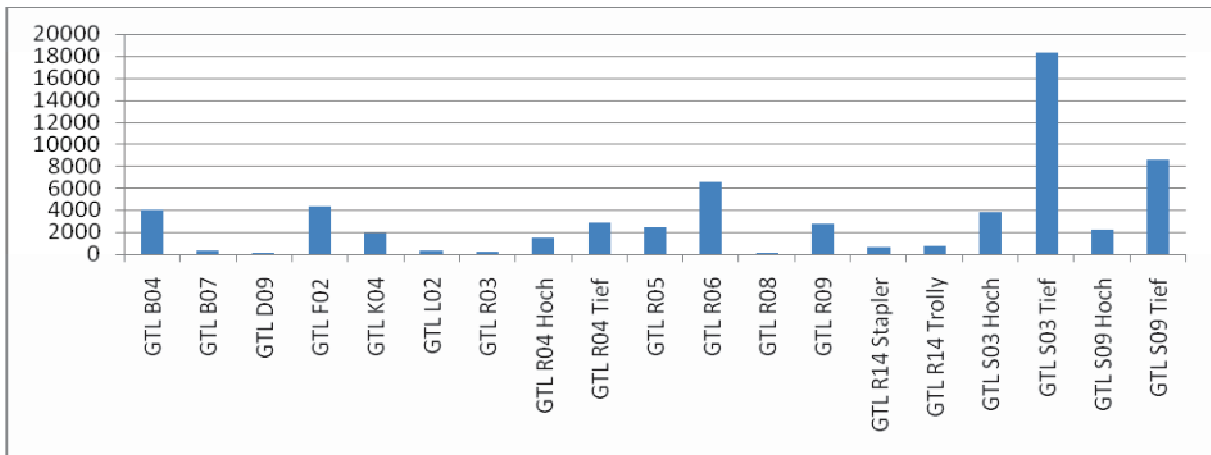


Abbildung 0.4: TA aus dem GTL nach Anzahl Positionen

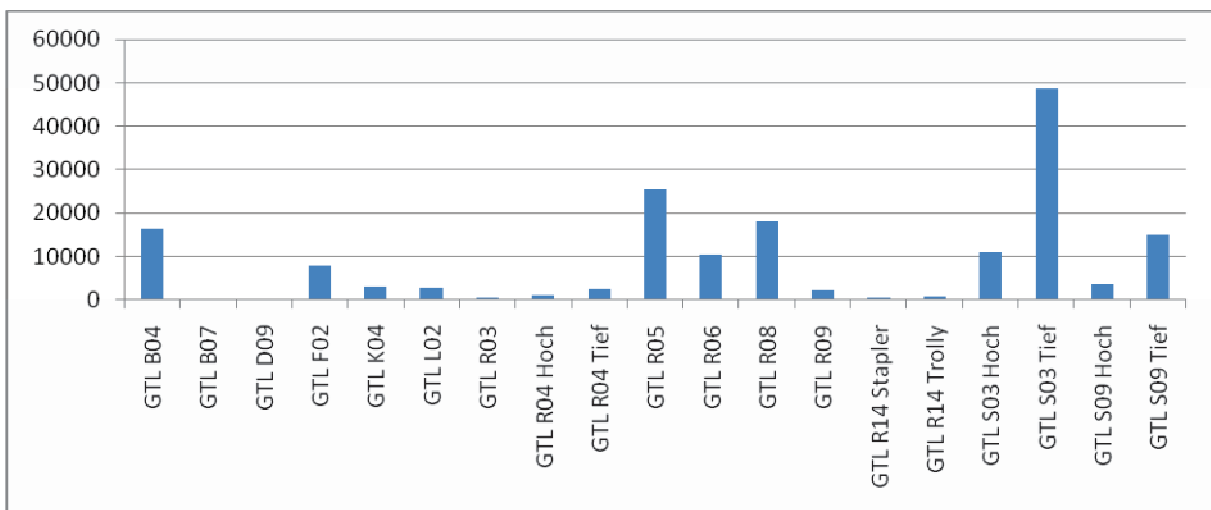


Abbildung 0.5: TA aus dem GTL nach bestellter Menge

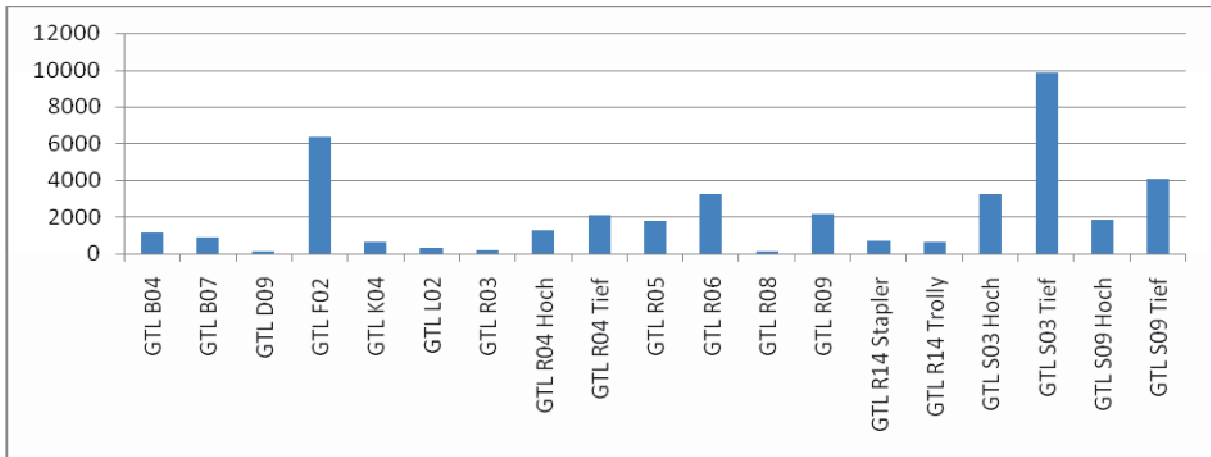


Abbildung 0.6: SO aus dem GTL nach Anzahl Positionen

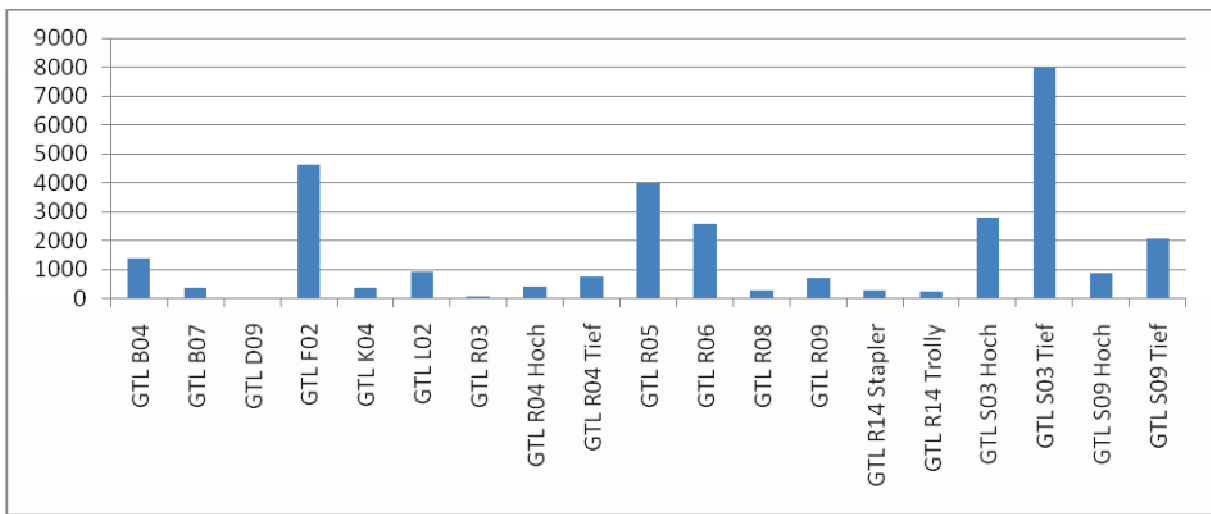


Abbildung 0.7: SO aus dem GTL nach bestellter Menge

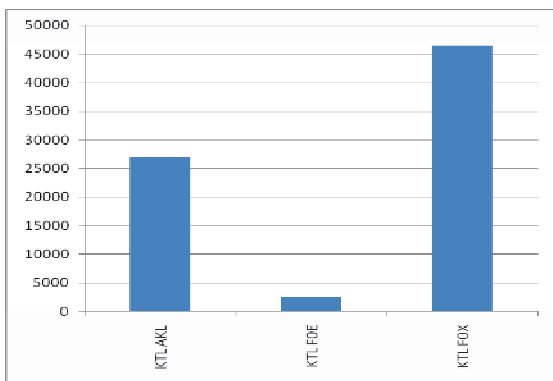


Abbildung 0.8: SO aus dem KTL nach bestellter Menge

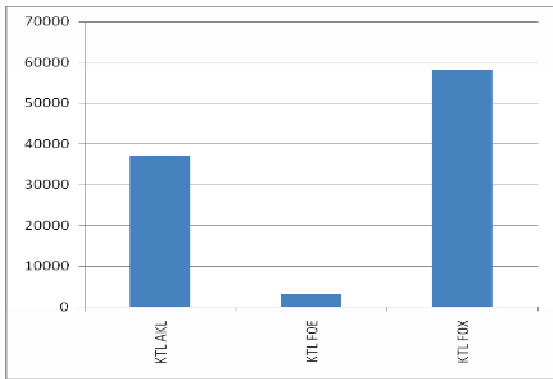


Abbildung 0.9: TA aus dem KTL nach bestellter Menge

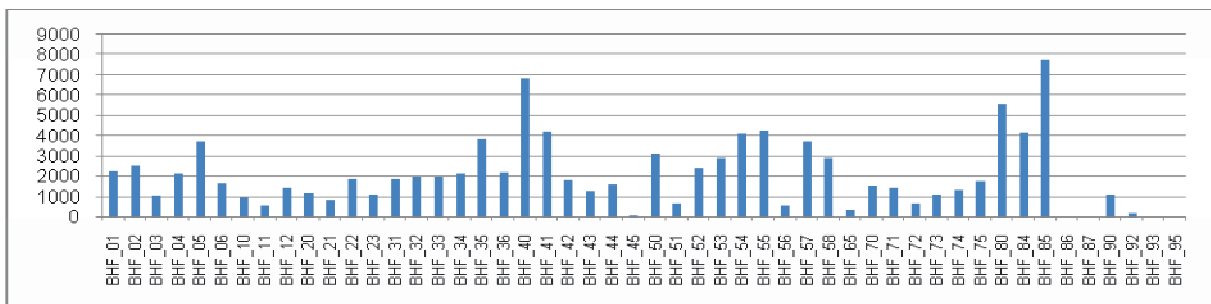


Abbildung 0.10: TA, SO aus GTL in Anzahl Positionen entsprechend Anlieferbahnhof

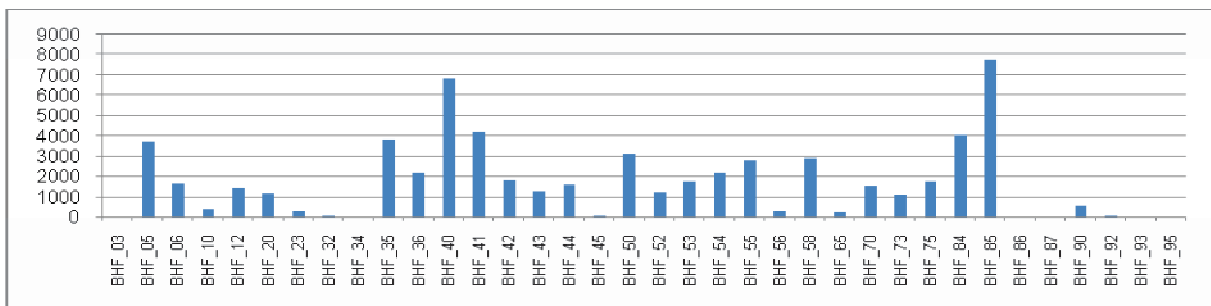


Abbildung 0.11: TA aus GTL in Anzahl Positionen entsprechend Anlieferbahnhof

