



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Vienna University of Technology

Diplomarbeit

Entwicklung eines Entscheidungsbaumes zur Auswahl der optimalen Lagersystematik in einem österreichischen Handelsunternehmen

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Kurt Matyas

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung)

Proj.-Ass. Dipl.-Ing. Alexander Sunk

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung,
Fraunhofer Austria Research GmbH)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Gerald Heinisch

e0825288

Karl-Heinz-Straße 67/1/67

1230 Wien

Wien, im Februar 2014

Gerald Heinisch



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im Februar 2014

Gerald Heinisch

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei der Firma REWE International Lager- und Transport GmbH für die Unterstützung bei der Erarbeitung dieser Diplomarbeit bedanken. Insbesondere gilt mein Dank dabei Herrn Mag. Reinhard Wakolbinger und Frau Mag. Marianne Waldegg-Lindl.

Desweiteren bedanke ich mich für die fachliche Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit bei meinen Betreuern Proj.-Ass. Dipl.-Ing. Alexander Sunk und Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Kurt Matyas.

Mein größter Dank gilt meiner Mutter, die mich stets unterstützt und mir dadurch dieses Studium ermöglicht hat.

Zum Schluss möchte ich meiner Lebensgefährtin Katrin danken; sie steht seit Jahren zu mir und hat mich besonders in den letzten Monaten unterstützt. Erst dadurch hatte ich die Zeit, mich auf das Ende meines Studiums und die Diplomarbeit zu konzentrieren.

Kurzfassung

Beim in dieser Arbeit betrachteten Handelsunternehmen lassen sich die Lager des Trockensortiments anhand ihrer Lagersystematik in Schnell- und Langsamdreher sowie Cross-Docking unterscheiden, wobei jeder dieser Lagertypen unterschiedliche Lager- und Umschlagskosten verursacht. Der Einkauf hatte bisher nur ungenaue Vorgaben für die Zuordnung der Trockensortimentsartikel zu einem möglichst optimalen Lagertyp, wodurch häufig hohe Liefer- bzw. Logistikkosten entstanden.

Ziel dieser Arbeit war es, die Frage zu beantworten, wie sich Artikel des Trockensortiments dem optimalen Lagertyp am Beispiel eines österreichischen Handelsunternehmens zuordnen lassen. Das Trockensortiment wurde zu diesem Zweck hinsichtlich der optimalen Lager- und Belieferungsform analysiert, um eine Vorgehensweise für die Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung zu entwickeln und diese in einem Entscheidungsbaum dokumentieren zu können. In einem ersten Schritt wurden für jeden Lagerstandort Transport-, Lager- und Kapitalbindungskostensätze sowie Restriktionen und Grenzwerte ermittelt. Anschließend wurden diese in eine logische Reihenfolge gebracht und in einem Entscheidungsbaum miteinander verknüpft. Da die praktische Anwendung dieses Entscheidungsbaumes aufgrund der Berechnung aufwendig ist, wurde dieser in ein Excel-Makro umgesetzt. Mit dessen Hilfe wurden in weiterer Folge Umlagerungsvorschläge erarbeitet und deren Einsparungspotential errechnet.

Die Zusammenführung aller Kosten, Eigenschaften und Kriterien in einen Entscheidungsbaum ermöglicht zukünftig eine einheitliche Vorgehensweise bei der Ermittlung des optimalen Lagertyps für neue Artikel. Zur praktischen Anwendung steht dem Einkauf durch diese Diplomarbeit zukünftig ein Tool zur Verfügung, das erlaubt, mit möglichst geringem Aufwand den optimalen Lagerstandort, sowie die finanziellen Einsparungen im Vergleich zu den anderen Standorten zu ermitteln. Die Analyse der bestehenden Trockensortimentsartikel hinsichtlich ihrer Lagerzuordnung hat ergeben, dass viele Artikel nicht an dem für sie optimalen Lagerstandort liegen. Für jene Artikel, die ein besonders hohes Einsparungspotential durch eine Umlagerung aufweisen, wurden Umlagerungsvorschläge erarbeitet mit denen sich, je nach Umsetzungsgrad, ein hohes finanzielles Gesamteinsparungspotential ergibt.

Abstract

The dry foods storages of the trading company mentioned in this work can be distinguished based on their storage classification in fast- and slow-moving goods as well as cross-docking. Each of these storage types has different storage and handling costs. To date, the purchasing department had only vague specifications for the assignment of dry foods to the best possible storage type, which often results in high delivery and logistics costs.

The aim of this diploma thesis was to answer the question how dry foods articles are assigned to the optimal storage type using the example of an Austrian trading company. For this purpose, dry goods were analyzed regarding their optimal way of storage and delivery in order to develop a procedure for determining the optimal storage assignment and document them in a decision tree. As a first step, transportation, inventory and capital commitment cost rates, as well as restrictions and limits, are determined for each storage location. Afterwards, these are put into logical order and linked with each other in a decision tree. As the practical application of this decision tree is very complex due to calculation, it is then implemented in an Excel-Macro. With its help, rearrangement proposals are subsequently developed and their potential savings are calculated.

Combining all costs, characteristics and criteria together in a decision tree allows a consistent procedure to determine the optimal storage type for new articles in the future. For practical application, this thesis provides the purchasing department with a tool that allows determining the optimal storage location with the least possible effort, as well as the financial savings in comparison to the other sites. The analysis of the existing dry goods products in terms of their storage assignment has shown that many products are not stored at the optimum storage location. For products featuring particularly high potential savings through rearrangement, rearrangement proposals have been drafted. Depending on the degree of realization, these proposals provide high overall savings potential.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Problemstellung.....	3
1.2	Vorgehensweise.....	3
2	Grundlagen für die Entscheidungsfindung.....	4
2.1	Kennzahlen zur Artikelanalyse	4
2.2	Werkzeuge zur systematischen Analyse des Sortiments	7
2.2.1	Die sieben Werkzeuge der Qualität (Q7)	7
2.2.2	Die neuen sieben Managementwerkzeuge (M7).....	27
2.3	Warenfluss im Handel	34
2.3.1	Lager- und Belieferungsformen.....	34
2.3.2	Bestandsloser Warenumsatz im Handel	36
3	Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung	40
3.1	Vorstellung des Unternehmens	40
3.2	Lagerstruktur des Unternehmens	40
3.3	Definition unternehmensspezifischer Begriffe	44
3.4	Identifizierung und Ermittlung der entscheidungsrelevanten Parameter.....	47
3.4.1	Ausschlusskriterien	47
3.4.2	Sonderkriterien.....	49
3.4.3	Artikeleigenschaften.....	52
3.4.4	Kapitalbindungskosten.....	56
3.4.5	Transportkosten	59
3.4.6	Lagerkosten	71
3.4.7	Restriktionen.....	74
3.5	Entscheidungsbaum zur Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung	77
3.6	Tool zur Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung.....	80
3.7	Überprüfung der derzeitigen Artikelzuordnung	83
3.7.1	Umlagerungsvorschlag von Artikeln mit einer Einsparung von mehr als € 100 pro Monat	85
3.7.2	Umlagerungsvorschlag von Artikeln mit einer Einsparung von mehr als € 250 pro Monat	89

3.7.3	Empfehlung zur Umstrukturierung der bestehenden Artikelverteilung ...	91
4	Ergebnisse der Diplomarbeit	92
5	Verzeichnisse.....	94
5.1	Verwendete Literatur	94
5.2	Weiterführende Literatur	96
5.3	Abbildungsverzeichnis	97
5.4	Formelverzeichnis	99
5.5	Tabellenverzeichnis.....	99
5.6	Abkürzungsverzeichnis.....	100
6	Anhang	102
6.1	Zeitaufschrieb.....	102
6.2	VBA-Programmcode des Entscheidungstools	105
6.3	Detaillierte Artikelbewegung der Umlagerungsvorschläge	111

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die bestehenden Lager der REWE International AG lassen sich für das Trockensortiment an Hand der Lagersystematik in Schnell- und Langsamdreher sowie Cross-Docking unterscheiden. Diese Lagertypen unterscheiden sich untereinander durch die Höhe und Art der entstehenden Kosten. Der Einkauf hatte bisher nur ungenaue Vorgaben um die Artikel einem möglichst optimalen Lagertyp zuzuordnen, wodurch häufig hohe Liefer- bzw. Logistikkosten entstanden. Im Zuge dieser Arbeit wird die Frage beantwortet wie sich Artikel des Trockensortiments dem optimalen Lagertyp am Beispiel eines österreichischen Handelsunternehmens zuordnen lassen. In dieser Betrachtung sollen außerdem zukünftige Umbaumaßnahmen berücksichtigt werden, die eine Umlagerung einer großen Artikelanzahl erst möglich machen.

1.2 Vorgehensweise

Zur Lösung dieser Problemstellung werden, in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen, in einem ersten Schritt Grenzwerte für die einzelne Lagertypen durch Analyse der Eigenschaften aller Artikel des Trockensortiments ermittelt. Im Anschluss daran werden die drei wesentlichsten Kostenfaktoren (Kapitalbindungs-, Transport- und Lagerkosten) für jedes Lager ermittelt, um eine Möglichkeit zu erhalten die Lagertypen untereinander vergleichen zu können. Einige Artikelgruppen innerhalb des Trockensortiments erfordern eine besondere Behandlung oder werden auf Grund ihrer Eigenschaften von der Analyse ausgeschlossen. Damit es bei der Neuzuteilung der Artikel zu den Lagertypen zu keiner Überschreitung der Lagerkapazitäten kommt, müssen im Vorfeld Restriktionen festgelegt werden, die das Maximum hinsichtlich Liefermenge und Lagerplatz je Lagertyp darstellen.

Nach der Ermittlung aller eben genannten Faktoren, werden diese durch einen Entscheidungsbaum miteinander verknüpft und in eine logische Abfolge gebracht. Dieser ermöglicht, eine nachvollziehbare Entscheidung über die optimale Lagerzuordnung zu treffen. Da die Anwendung dieses Entscheidungsbaumes durch den hohen Rechenaufwand in der Praxis umständlich ist, wurde dieser in ein Excel-Makro umgesetzt. Dieses Tool ermöglicht es zukünftig, die optimale Lagerzuordnung ohne aufwendige Berechnung und mit wenigen benötigten Parametern zu ermitteln.

Am Ende dieser Arbeit werden alle Artikel des bestehenden Trockensortiments hinsichtlich ihrer Lagerzuordnung analysiert, um im Anschluss daran, die notwendigen und besonders rentablen Umlagerungen, zu Umlagerungsvorschlägen zusammen zu fassen und deren Gesamteinsparungspotential zu errechnen.

2 Grundlagen für die Entscheidungsfindung

Zur Durchführung dieser Arbeit müssen zuerst einige Kennzahlen definiert werden. Erst mit deren Hilfe ist es möglich die Artikel untereinander zu vergleichen und in Gruppen einzuteilen. Für eine aussagekräftige Analyse ist es notwendig, verschiedene Werkzeuge und Methoden anzuwenden, die in der Literatur als sieben Werkzeuge der Qualität bzw. als sieben Managementwerkzeuge zu finden sind. Den Abschluss dieses Kapitels bilden die theoretischen Grundlagen zum Warenfluss im Handel und im speziellen zum Cross-Docking, das im Handel für den bestandlosen Warenumsatz zur Anwendung kommt.

2.1 Kennzahlen zur Artikelanalyse

Zur Analyse des Sortiments in dieser Arbeit, werden Kennzahlen benötigt, die einen Vergleich der einzelnen Artikel möglich machen. Die Grundlage für diese Kennzahlen bilden Artikeldaten wie beispielsweise Abgangsmengen und Lagerbestände, die aus dem Warenwirtschaftssystem stammen und vom Unternehmen für diese Arbeit zur Verfügung gestellt wurden.

Durchschnittlicher Lagerbestand

Im einfachsten Fall kann der durchschnittliche Lagerbestand als Mittelwert aus zwei Perioden berechnet werden. Um Zufallseinflüsse ausschließen zu können, ist es vorteilhaft mehrere Perioden in der Berechnung zu berücksichtigen. In Formel 1 wird der durchschnittliche Lagerbestand daher als Mittelwert des Jahresanfangsbestandes und den zwölf Monatsendbeständen berechnet¹.

$$\text{durchschnittlicher Lagerbestand} = \frac{\text{Jahresanfangsbestand} + 12 \text{ Monatsbestände}}{13}$$

Formel 1: Formel für den durchschnittlichen Lagerbestand

Lagerumschlagshäufigkeit

Die Lagerumschlagshäufigkeit (Lagerdrehung) gibt an, wie oft sich das Lager innerhalb einer Periode umschlägt bzw. dreht. Sie wird daher als Quotient des Verbrauchs und durchschnittlichen Lagerbestand berechnet (siehe Formel 2).

$$\text{Umschlagshäufigkeit} = \frac{\text{Verbrauch pro Periode}}{\text{Ø Lagerbestand pro Periode}}$$

Formel 2: Formel für die Lagerumschlagshäufigkeit

¹ vgl. Weber, 2006, S.165f

Eine geringe Umschlagshäufigkeit weist auf einen zu hohen Lagerbestand im Vergleich zum Verbrauch hin. Dies verursacht zwar im Allgemeinen hohe Kapitalbindungskosten und kann die Qualität des Lagergutes negativ beeinflussen, kann aber aus Gründen der Versorgungssicherheit notwendig sein.²

Lagerreichweite

Die Reichweite (durchschnittliche Lagerdauer) gibt an, wie lange der durchschnittliche Lagerstand den Verbrauch abdecken kann. Eine hohe Reichweite bedeutet somit, dass der Lagerstand im Vergleich zu der Verbrauchsmenge hoch ist. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn auf Grund von Risiken ein hoher Lagerbestand notwendig ist.³

$$\text{Reichweite} = \frac{\text{\textit{\textcircled{D}} Lagerbestand pro Periode}}{\text{\textit{\textcircled{V}} Verbrauch pro Periode}} = \frac{1}{\text{\textit{\textcircled{L}} Lagerumschlagshäufigkeit}}$$

Formel 3: Formel für die Lagerreichweite

Die Formel 3 gibt die durchschnittliche Lagerdauer je nach Periode, beispielsweise in Tagen, Wochen, Monaten oder Jahren an. Die Reichweite kann auch als Quotient von 1 durch die Lagerumschlagshäufigkeit angegeben werden.

Kapitalbindungskosten

Jeder Lagerbestand verursacht durch die Bindung des Kapitals Kosten, da das Kapital, das in die Beschaffung der Artikel investiert wurde nicht anders verwendet werden kann. Die Kapitalbindung ist das Produkt aus durchschnittlichem Lagerstand und Einkaufspreis. Die Kapitalbindungskosten werden durch die Multiplikation der Kapitalbindung mit dem Zinssatz für entgangene Zinsen berechnet:⁴

$$\text{\textit{\textcircled{K}} Kapitalbindungskosten} = \text{\textit{\textcircled{D}} Lagerbestand} * \text{\textit{\textcircled{E}} Einkaufspreis} * \text{\textit{\textcircled{Z}} entgangene Zinsen}$$

Formel 4: Berechnungsformel der Kapitalbindungskosten

Bei der Berechnung muss, für den durchschnittlichen Lagerstand und die entgangenen Zinsen, dieselbe Periodenlänge herangezogen werden (meistens Monate oder Jahre).

Exponentielle Verzinsung

Wenn die Zinsen innerhalb der Betrachtungsperiode dem Kapital zugerechnet werden, muss in der darauf folgenden Zinsperiode mit einem höheren Kapital gerechnet werden (Grundkapital plus Zinsen aus der ersten Periode). Dies führt zu

² vgl. Wannenwetsch, 2008, S.141

³ vgl. Wannenwetsch, 2008, S.141

⁴ vgl. Wannenwetsch, 2010, S.62

einer exponentiellen Verzinsung die auch Zinseszinsrechnung genannt wird. Formel 5 stellt diese Formel für die Berechnung des verzinsten Kapitals über mehrere Perioden dar:⁵

$$K_n = K_0 * (1 + i)^n$$

Kn ... Endkapital nach n-Perioden

K0 ... Anfangskapital

i ... Periodenzinssatz in %

n ... Anzahl der Zinsperioden

Formel 5: Zinseszinsformel

⁵ vgl. Tietze, 2010, S.51f

2.2 Werkzeuge zur systematischen Analyse des Sortiments

Nachdem für jeden Artikel die Kennzahlen berechnet wurden, die einen Vergleich ermöglichen, werden Methoden und Werkzeuge benötigt, um diese in Kategorien einzuteilen und diesen Ablauf in einer logischen Form zu dokumentieren. Die sieben Qualitäts- bzw. Managementwerkzeuge dienen generell der Fehlererfassung und –analyse, können aber für diese Arbeit adaptiert werden. Im Folgenden wird zuerst auf die sieben Werkzeuge der Qualität eingegangen, wobei ein besonderer Fokus auf die Pareto-Analyse und ihren Weiterentwicklungen gelegt wurde. Kapitel 2.2.2 befasst sich mit den sieben Managementwerkzeugen, die bei der Ermittlung und Dokumentation der Entscheidungsabläufe eingesetzt werden.

2.2.1 Die sieben Werkzeuge der Qualität (Q7)

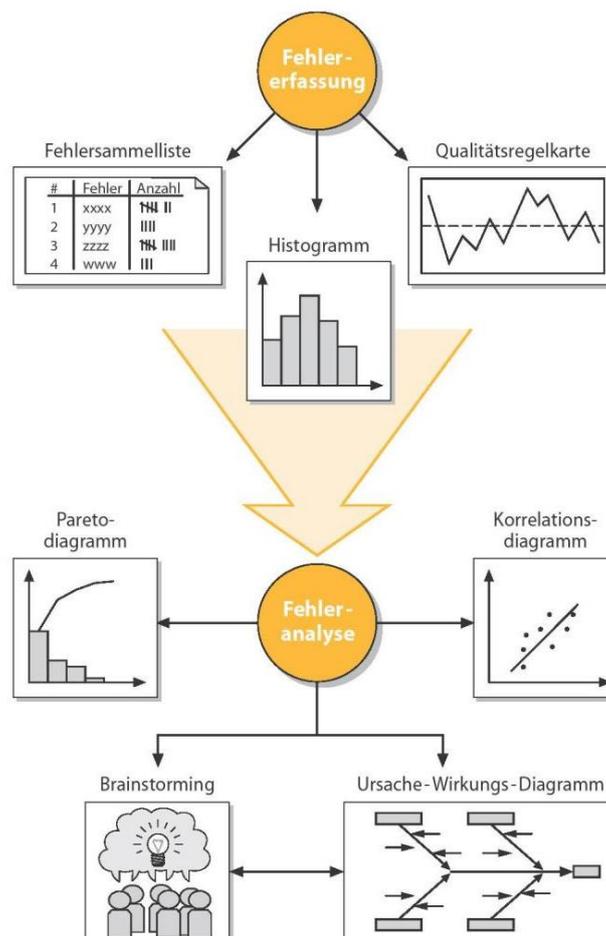


Abbildung 1: Die Q7 im Überblick⁶

In Abbildung 1 sind die sieben Werkzeuge der Qualität (Q7) dargestellt und in Fehlererfassung und –analyse gegliedert. Dabei zählen laut Theden die

⁶ Abbildung aus: Theden; Colman, 2005, S.10

Fehlersammelliste, das Histogramm und die Qualitätsregelkarte (QRK) zu den Werkzeugen der Fehlererfassung, mit denen Fehler bzw. Auswirkungen erfasst werden können. Im Anschluss daran können diese mit dem Paretdiagramm (bzw. der ABC-Analyse als dessen Weiterentwicklung), Korrelationsdiagramm, Brainstorming und Ursache-Wirkungs-Diagramm (Ishikawa-Diagramm) weiter analysiert werden, um Gründe und Gegenmaßnahmen zu identifizieren. Brunner und Wagner zählen, statt dem Brainstorming, die Stratifikation zu den sieben Qualitätswerkzeugen, weshalb diese im Folgenden beide erklärt werden.

Fehlersammelliste

Die Fehlersammelliste ist das einfachste Werkzeug zur Erfassung und Darstellung attributiver Fehler (siehe Abbildung 2). Die Dokumentation der Fehler nach Art und Anzahl, dient als Grundlage für weitere Fehlerbehebungsmaßnahmen.

Fehlersammelliste						
Produktnummer: 459.321:05			Prüfort: Endprüfung			
Bezeichnung: Gehäuse			Prüfart: Sichtprüfung			
Nr.	Fehlerart Datum	Fehleranzahl				
		05.02.	06.02.	07.02.	08.02.	09.02.
1	Gehäusefehler					
2	Teil fehlt					
3	Korrosionsstelle					
4	Netzkabelschaden					
5	Verschmutzung					
6	Sonstige Fehler					

Abbildung 2: Beispiel einer Fehlersammelliste⁷

Die Vorteile dieses Qualitätsmanagement-Werkzeuges sind:

- Einfache Aufstellung und Führung
- Lieferung leicht verständlicher Daten (Visualisierung)
- Trends, nach denen Fehler auftreten, können frühzeitig erkannt werden
- Keine kostenintensive Einweisung der Mitarbeiter notwendig
- Ermittlung von Fehlerschwerpunkten und –ursachen

Bei der Aufstellung einer Fehlersammelliste muss zuerst das zu untersuchende Problem festgelegt und die bekannten Fehlerarten aufgelistet werden, wobei diese überwiegend bekannt sein sollten. Ähnliche Fehlerarten lassen sich zu Gunsten der Übersichtlichkeit zusammenfassen. Für Fehler die bisher unbekannt sind, sollte eine

⁷ Abbildung aus: Linß, 2005, S.113

Kategorie „sonstige Fehler“ eingeführt werden, damit diese ebenfalls erfasst werden. Bevor mit dem Erfassen begonnen werden kann, müssen der Zeitraum, Ort und Strichprobenumfang der Messung festgelegt werden.⁸

In Abbildung 2 ist eine Fehlersammelliste am Beispiel von einem Gehäuseteil dargestellt, wobei diese Liste immer über fünf Tage geführt wird. Dadurch kann schnell eine mögliche Häufung einer einzelnen Fehlerursache an einem Tag erkannt werden, die beispielsweise auf eine falsche Maschineneinstellung zurückgeführt werden kann.

Histogramm

Das Histogramm ist ein Säulendiagramm in dem die Häufigkeitsverteilung von Daten, die über einen bestimmten Zeitraum gesammelt wurden, grafisch dargestellt wird (siehe Abbildung 3). Es ist ein einfaches Werkzeug zur Verdichtung und Auswertung von Informationen und Daten. Jede Säule entspricht dabei einer Klasse und die Höhe der Säule der Anzahl an Daten in dieser.

Diese Methode dient vor allem der übersichtlichen Darstellung und Verdichtung von großen Datenmengen. Durch die Einteilung in Klassen und Darstellung in einem Diagramm, ist sowohl die zugrundeliegende Verteilung, als auch die ungefähre Lage und Standardabweichung von Prozessen schnell ablesbar.⁹

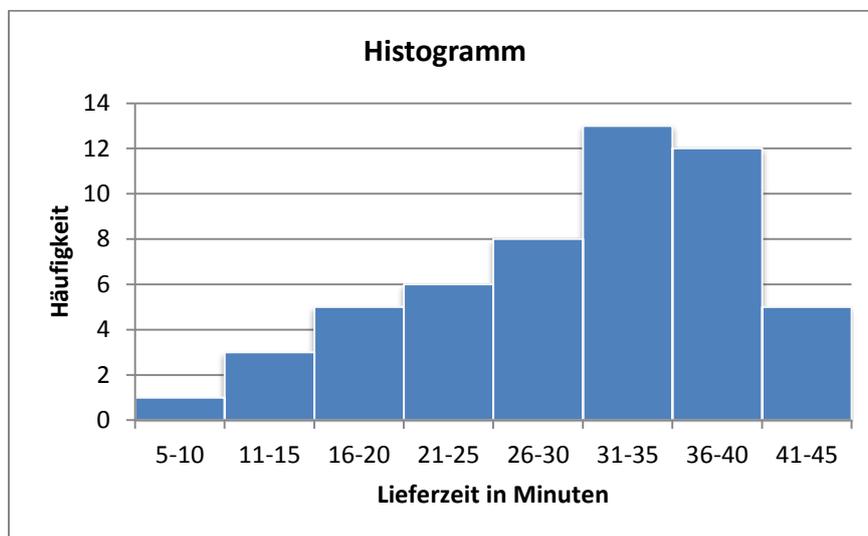


Abbildung 3: Beispiel eines Histogramms¹⁰

In Abbildung 3 ist ein Beispiel eines Histogramms dargestellt, in dem die Lieferzeiten von Lieferanten dargestellt werden. Es ist zu erkennen, dass diese Verteilung rechtslastig in Richtung 40 Minuten ist, wobei einige Lieferanten eine Lieferung innerhalb von 10 Minuten schaffen.

⁸ vgl. Linß, 2005, S.112 und Brunner; Wagner, 2008, S.168

⁹ vgl. Linß, 2005, S.113

¹⁰ vgl. Abbildung aus: Regius, 2006, S.151

Dazu werden in der Qualitätsregelkarte, wie am Beispiel in Abbildung 4 Toleranz- (OTG/UTG), Eingriffs- (OEG/UEG) und Warngrenzen (OWG/UWG) festgelegt. Die gemessenen Werte werden entlang der horizontalen Achse fortgeschrieben, während die Merkmalsausprägungen (x) auf der vertikalen y-Achse aufgetragen werden. Bei einer Überschreitung der Warngrenze wird eine Warnung ausgelöst, wobei der Prozess aber noch unverändert weiter läuft. Die Eingriffsgrenzen stellen die Grenzen der natürlichen Streuung eines Prozesses dar. Das heißt, eine Überschreitung dieser Grenzen ist auf einen systematischen Einfluss zurückzuführen, der einen sofortigen Eingriff notwendig macht. Die Toleranzgrenzen ergeben sich durch die dreifache Streuung ($\pm 3\sigma$) des Prozesses. Diese Grenzen stellen das absolute Maximum dar, in der sich der Prozess bewegen darf.¹⁴

Beim Führen einer Qualitätsregelkarte sind einige Regeln einzuhalten:¹⁵

- Regelmäßigkeit prüfen: Der zeitliche Abstand zwischen den Messungen muss, je nach zu messendem Prozess angepasst werden. Er sollte nach der Festlegung für eine Karte nicht mehr verändert werden.
- Strichprobenumfang konstant halten: Die statistischen Grenzen der Qualitätsregelkarte sind vom Stichprobenumfang abhängig, weshalb dieser nicht verändert werden darf.
- Vermerk des Eingriffes in den Fertigungsprozess: Um die Nachverfolgbarkeit von Eingriffen zu gewährleisten, müssen diese dokumentiert werden. Die Einführung eines Codesystems für verschiedene Eingriffstypen erlaubt eine spätere Auswertung dieser.
- Zeit und Prüfer festhalten: Neben dem Eingriff selbst, muss aus Dokumentationsgründen, auch die Zeit und der Prüfer vermerkt werden.

Pareto-Diagramm

Das Pareto-Diagramm beruht auf dem Paretoprinzip, welches besagt, dass die meisten Auswirkungen (80%) nur eine geringe Anzahl an Ursachen (20%) besitzen.¹⁶ Umgekehrt kann, bezogen auf diese Arbeit gesagt werden, dass 20% der Artikel 80% der Abgangsmengen verursachen. Das Pareto-Diagramm ist ein Balkendiagramm und visualisiert die Faktoren absteigend nach der Häufigkeit ihres Auftretens.¹⁷ Dadurch ist es möglich die wichtigsten Ursachen für ein Problem zu identifizieren. In weiterer Folge kann dadurch Zeit und Geld bei der Behebung dieser gespart werden, da in einem ersten Schritt nur wenige ausgewählte Ursachen beseitigt werden müssen.¹⁸

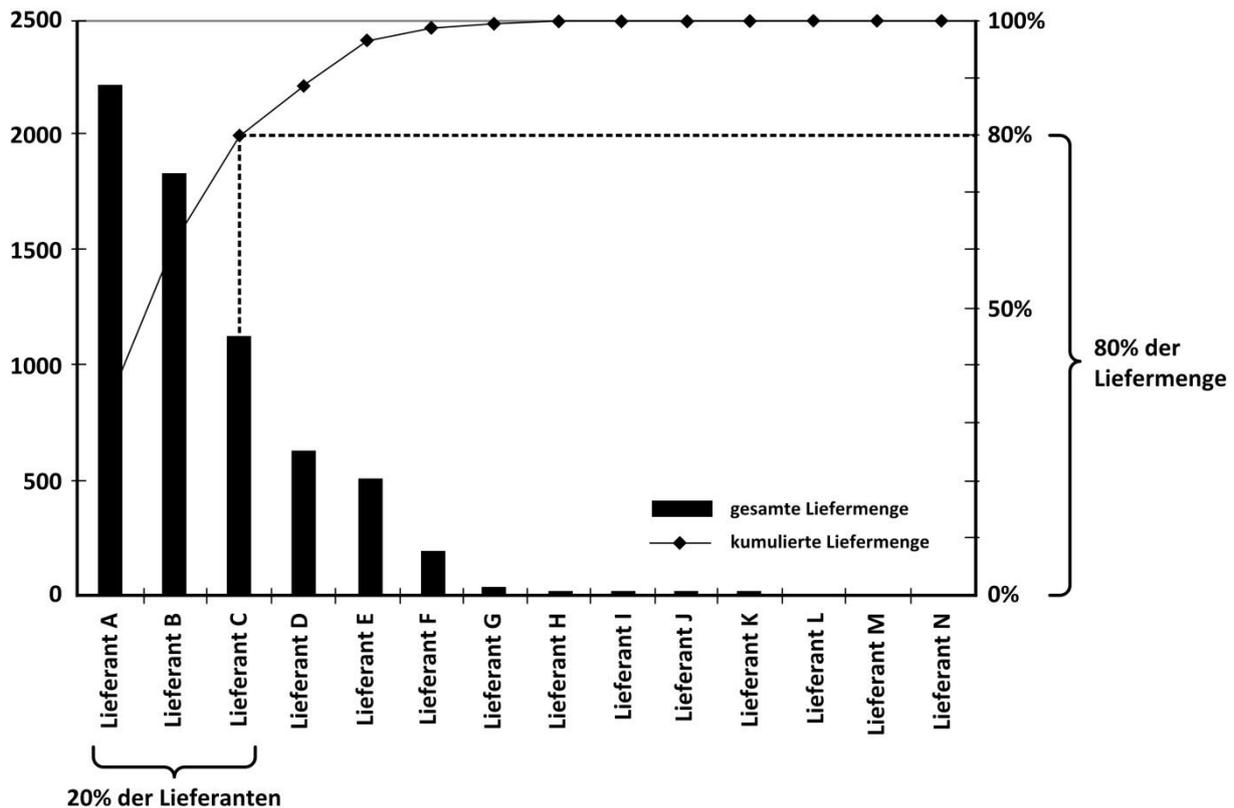
¹⁴ vgl. Brunner; Wagner, 2008, S.170f und Dietrich; Schulze, 2009, S.219

¹⁵ vgl. Dietrich; Schulze, 2009, S.222

¹⁶ vgl. Brunner; Wagner, 2008, S.172 und Theden; Colman, 2005, S.27

¹⁷ vgl. Toutenburg; Knöfel, 2008, S.138

¹⁸ vgl. Theden; Colman, 2005, S.27

Abbildung 5: Pareto-Diagramm¹⁹

Das Paretoprinzip wird in einem Beispiel in Abbildung 5 dargestellt, bei dem die Lieferanten anhand ihrer Liefermenge aufgetragen wurden. 20% der Lieferanten verursachen in diesem Beispiel ca. 80% der Liefermengen des Gesamtvolumens. Aus dieser Auswertung können schnell die 20% der wichtigsten Lieferanten hinsichtlich des Liefervolumens ermittelt werden.

ABC-Analyse

Das Paretoprinzip bildet die Grundlage für die ABC-Analyse, welche die Informationen der Paretoanalyse kumulativ verarbeitet. Das heißt, die Werte der Balken aus dem Pareto-Diagramm werden kumuliert dargestellt. Werden diese in das Diagramm eingetragen, entsteht eine Lorenzkurve wie sie beispielsweise in Abbildung 5 als „kumulierte Liefermenge“ dargestellt ist.²⁰ Die ABC-Analyse wird in der Praxis dazu eingesetzt, um Artikel zu ermitteln, denen im Einkauf, in der Logistik oder Materialdisposition besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss. Dazu ist es zweckmäßig die Artikel in drei Klassen einzuteilen die, entsprechend ihrem Wertanteil, mit A, B oder C bezeichnet werden.²¹

¹⁹ Abbildung aus: Toutenburg; Knöfel, 2008, S.138

²⁰ vgl. Brunner; Wagner, 2008, S.172 und Toutenburg; Knöfel, 2008, S.139

²¹ vgl. Schulte, 2001, S.60

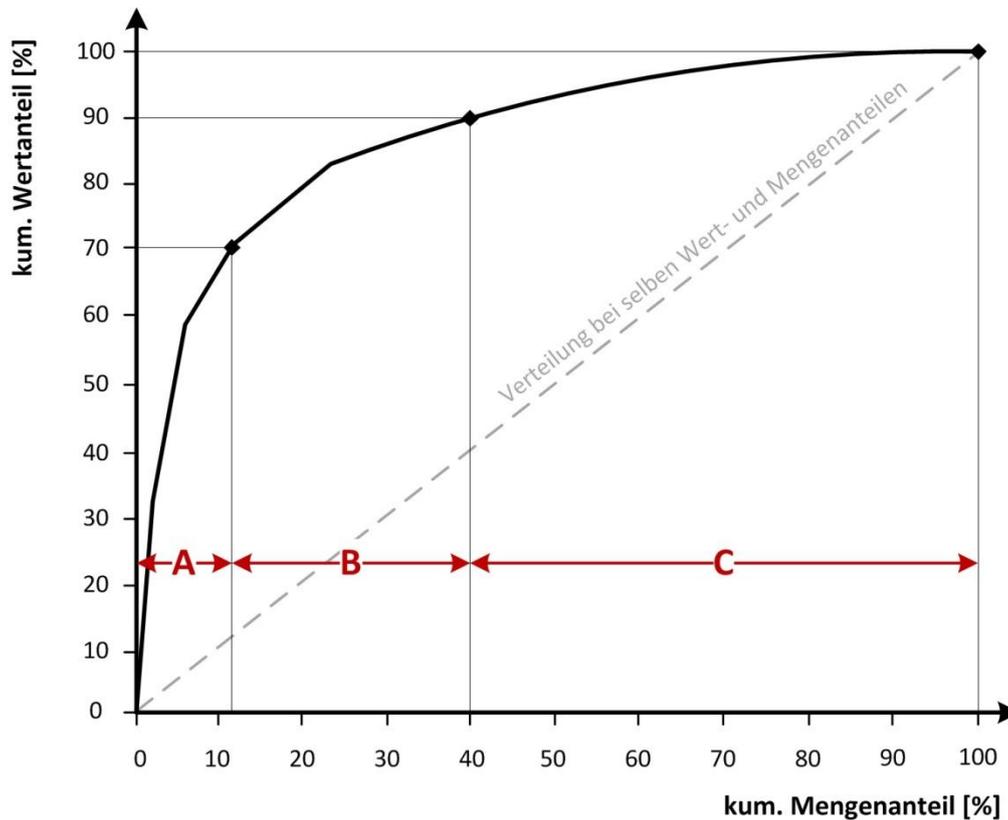


Abbildung 6: ABC-Analyse²²

Abbildung 6 zeigt grafisch eine ABC-Analyse mit Hilfe der Lorenzkurve, die nach M.C. Lorenz (1905) benannt ist. Hätten alle Artikel denselben Wert- und Mengenanteil, wäre die Kurve eine Gerade mit einer Steigung von 45 Grad.²³ Die Einteilung in die ABC-Klassen wird durch das Gegenüberstellen, des kumulierten Wert- mit dem Mengenanteil, sofort ersichtlich. In diesem Beispiel wurden die Grenzen bei 70% bzw. 90% gesetzt. Damit haben ca. 12% der Artikel 70% des Wertes und nur 10% des Wertes entfallen auf 60% der Artikel. Dazwischen liegen die 20% der Artikel in Klasse B, die einen Wertanteil von ca. 28% besitzen.

Die Grenzwerte für die Einteilung der Klassen können, je nach Anwendungsfall variiert werden. Nachfolgende Liste bietet eine Orientierung und erläutert die Eigenschaften der Artikel in der jeweiligen Klasse:²⁴

- **A-Artikel:** 80% des Wertes entfällt auf 10% der Artikel. Diese haben einen sehr hohen Wertanteil und verursachen demnach auch hohe Kapitalbindungskosten. Daher muss bei Produkten dieser Klasse besonders auf einen niedrigen Lagerstand geachtet werden.
- **B-Artikel:** 15% des Wertes entfällt auf 20% der Menge. Artikel der B-Klasse befinden sich somit im mittleren Bereich. Ihre weitere Behandlung hängt bei

²² vgl. Abbildung aus: Kistner; Steven, 2001, S.39

²³ vgl. Schulte, 2001, S.62

²⁴ vgl. Heiserich; Helbig; Ullmann, 2011, S.114 und Schulte, 2001, S.61

der in dieser Arbeit, durchgeführten Analyse von weiteren Faktoren ab (siehe Kapitel 3.4.1).

- **C-Artikel:** Die restlichen 70% der Artikel haben nur 5% des Wertes. Da der Wert der Artikel sehr gering ist, verursachen diese im Allgemeinen keine hohen Kosten. Weil die Menge mit 70% aller Artikel aber sehr groß ist, verursachen diese einen hohen administrativen Aufwand im Einkauf und der Logistik. Die C-Klasse ist auch jener Teil, der bei der nachfolgenden Betrachtung auf Grund der begrenzten Lagerplätze besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

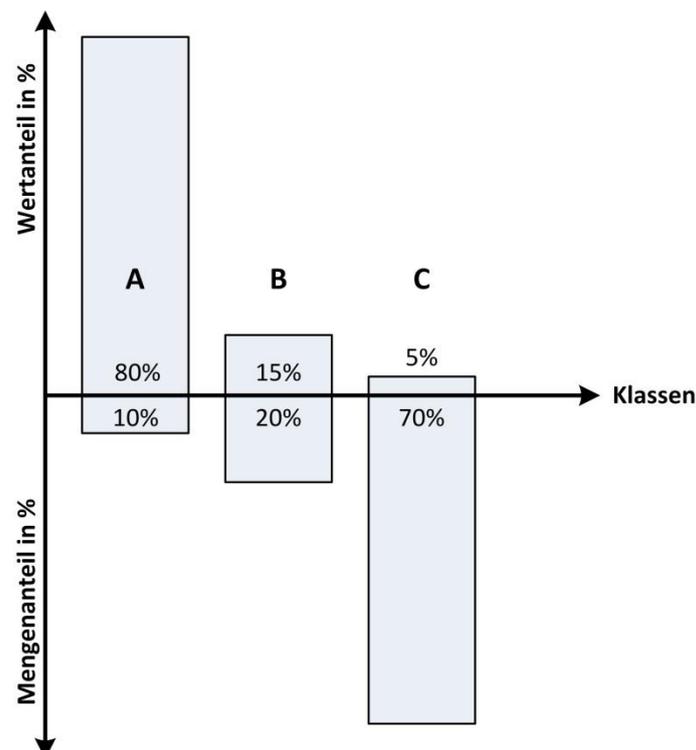


Abbildung 7: Wert- und Mengenanteil der ABC-Klassen²⁵

Abbildung 7 stellt die oben angeführten beispielhaften Klassengrenzen anhand von Balken in einem Diagramm dar. Der Teil der Balken der sich oberhalb der Abszisse befindet, repräsentiert den Wertanteil, der Teil unterhalb den Mengenanteil den die Artikel in dieser Klasse an der Gesamtmenge besitzen. Anhand dieser Abbildung ist gut zu erkennen, wie wichtig die wenigen A-Artikel auf Grund ihres Wertanteils für die Betrachtung sind.

Die ABC-Analyse wird in den meisten Fällen mengenbezogen durchgeführt, wobei die Artikelmengen den Werten gegenübergestellt werden. Werden statt der Artikelmenge, die Anzahl der Artikel herangezogen, handelt es sich um die

²⁵ vgl. Abbildung aus: Schulte, 2001, S.61

positionsbezogene ABC-Analyse. Die Durchführung der mengenbezogenen Analyse erfolgt nach folgendem Schema:²⁶

- 1) Da sich die, der Analyse zugrundeliegenden Daten normalerweise mit der Zeit verändern, muss in einem ersten Schritt ein Betrachtungszeitraum festgelegt werden. Die durchgeführte ABC-Analyse gilt somit auch nur für diesen Zeitraum und muss gegebenenfalls laufend angepasst werden. Diese Betrachtungsperiode sollte so gelegt werden, dass auch besondere Ereignisse wie beispielsweise saisonale Schwankungen, berücksichtigt werden (z.B. ein Jahr).
- 2) Anschließend werden die Verbrauchsmengen im festgelegten Betrachtungszeitraum erfasst und der Periodenverbrauchswert durch Multiplikation des Verbrauchs mit dem Einzelpreis ermittelt.
- 3) Die einzelnen Artikel werden anhand ihres Periodenverbrauchswertes absteigend sortiert, sodass an erster Stelle der Artikel mit dem höchsten Verbrauchswert steht, an zweiter Stelle jener mit dem zweithöchsten und so weiter.
- 4) Für jeden Artikel wird der Anteil seines Verbrauchswertes am Gesamtverbrauchswert in Prozent errechnet.
- 5) Die soeben ermittelten Prozentwerte werden kumuliert.
- 6) Im sechsten Schritt wird für jeden Artikel der Prozentanteil seines Verbrauchs am Gesamtverbrauch berechnet und anschließend wieder kumuliert.
- 7) Festlegung der Grenzen und damit Klassifizierung bzw. Zuordnung der Artikel in die ABC-Klassen.

Wird eine positionsbezogene ABC-Analyse durchgeführt, so muss in Schritt 6, statt dem prozentuellen Verbrauchsanteil, der Prozentanteil eines Artikels an den Gesamtpositionen berechnet werden. Dieser ist für jede Position gleich und beträgt bei n-Positionen: $100/n$ %.

Folgende Tabelle 2 listet die Vor- und Nachteile der ABC-Analyse auf:

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Anwendung • Komplexität der Planung wird reduziert • Führt zu effizientem und bewusstem Ressourceneinsatz • Übersichtliche Darstellung • Methode themenübergreifend einsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Notwendigkeit konsistenter (vergleichbarer) Daten • Heuristisches, mathematisch nicht eindeutiges Verfahren

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der ABC-Analyse²⁷

²⁶ vgl. Arnolds, 2013, S.21 und Gaul; Schader, 1999, S.30 und Schulte, 2001, S.62f

XYZ-Analyse

In vielen Fällen ist eine Einteilung in die soeben besprochenen ABC-Klassen nicht ausreichend, sodass eine weitere Dimension für die Analyse herangezogen werden muss. Die XYZ-Analyse bezieht das Verbrauchsverhalten der Artikel mit ein. Ziel ist dabei die Einteilung der Artikel nach der Möglichkeit, den zukünftigen Bedarf vorhersagen zu können.²⁸ In der Literatur wird für den Begriff XYZ auch noch oft die ältere Bezeichnung RSU verwendet. Dabei steht R für regelmäßigen, S für schwankenden (auch trendartigen oder saisonalen) und U für unregelmäßigen Bedarf.²⁹

Die Eigenschaften der XYZ-Einteilung sind mit denen der RSU aber identisch:

Klasse	Eigenschaften
X (R)	Die Artikel haben einen konstanten, regelmäßigen Verbrauch. Der zukünftige Verlauf ist daher gut prognostizierbar.
Y (S)	Der Verbrauch ist schwankend bzw. unregelmäßig und die Vorhersage ist daher auch bei einem systematischen Verlauf nur ungenau.
Z (U)	Unregelmäßiger, sporadischer Verbrauch ohne systematischem Verlauf. Die Prognosegüte ist sehr gering oder es ist gar keine Vorhersage möglich.

Tabelle 3: Eigenschaften der XYZ-Klassen³⁰

Alicke unterscheidet zusätzlich noch eine S-Klasse, wobei das S für Spareparts (Ersatzteile) oder sporadischen Bedarf steht. Durch Einführung dieser Klasse, können Ersatzteile oder sehr langsam drehende Produkte aus der XYZ-Betrachtung ausgenommen werden, da diese das Ergebnis verfälschen können.³¹

Die quantitative Bewertung des Verbrauchsverhaltens kann auf verschiedene Weisen erfolgen. Beispielsweise kann der Variationskoeffizient eines jeden Artikel als Maß herangezogen werden. Dieser berechnet sich wie folgt:

$$\text{Variationskoeffizient} = \frac{\text{Standardabweichung}}{\text{Erwartungswert}}$$

Formel 6: Formel zur Berechnung des Variationskoeffizienten

²⁷ Kerth; Stich; Asum, 2011, S.6

²⁸ vgl. Schulte, 2001, S.77

²⁹ vgl. Heiserich; Helbig; Ullmann, 2011, S.114

³⁰ vgl. Schulte, 2001, S.77 und Gudehus, 2012, S.255

³¹ vgl. Alicke, 2005, S.31

Wie bei der ABC-Analyse sind auch die Grenzen bei der XYZ-Analyse frei wählbar. In der Literatur werden jedoch folgende Klassengrenzen bei der Einteilung mittels Variationskoeffizienten vorgeschlagen:³²

- $\leq 10\%$: X-Artikel
- 10 – 25%: Y-Artikel
- $\geq 25\%$: Z-Artikel

Gudehus teilt die Artikel durch ihren Anteil an Perioden ein, in denen es in der Vergangenheit keinen Verbrauch gegeben hat (Nullperioden). Um die Nullperiodenanzahl zu erhalten, werden die Perioden im Betrachtungszeitraum gezählt, in denen der Verbrauch gleich null war. Im Anschluss daran kann der Anteil der Nullperioden an den Gesamtperioden berechnet und wiederum folgende Einteilung vorgenommen werden:³³

- X-Artikel: Der Nullperiodenanteil liegt fast bei null.
- Y-Artikel: Nullperiodenanteil bis zu 50%
- Z-Artikel: Alle betrachteten Artikel mit einem Nullperiodenanteil größer als 50%

Die Gründe für die Existenz von Nullperioden können vielfältig sein:³⁴

- Bedarfsbestimmung nur in bestimmten Abständen die von den Perioden der XYZ-Analyse abweichen.
- Bestellungen werden aggregiert, wodurch seltener bestellt wird.
- Die Artikel sind Ersatzteile oder sehr langsam drehende Produkte, die daher nur eine sporadische Nachfrage besitzen.
- Bei den Perioden werden auch solche miteinbezogen in denen nicht gearbeitet wird (Wochenenden, Feiertage, Betriebsurlaub, usw.).

³² vgl. Heiserich; Helbig; Ullmann, 2011, S.115

³³ vgl. Gudehus, 2012, S.255

³⁴ vgl. Alicke, 2005, S.34

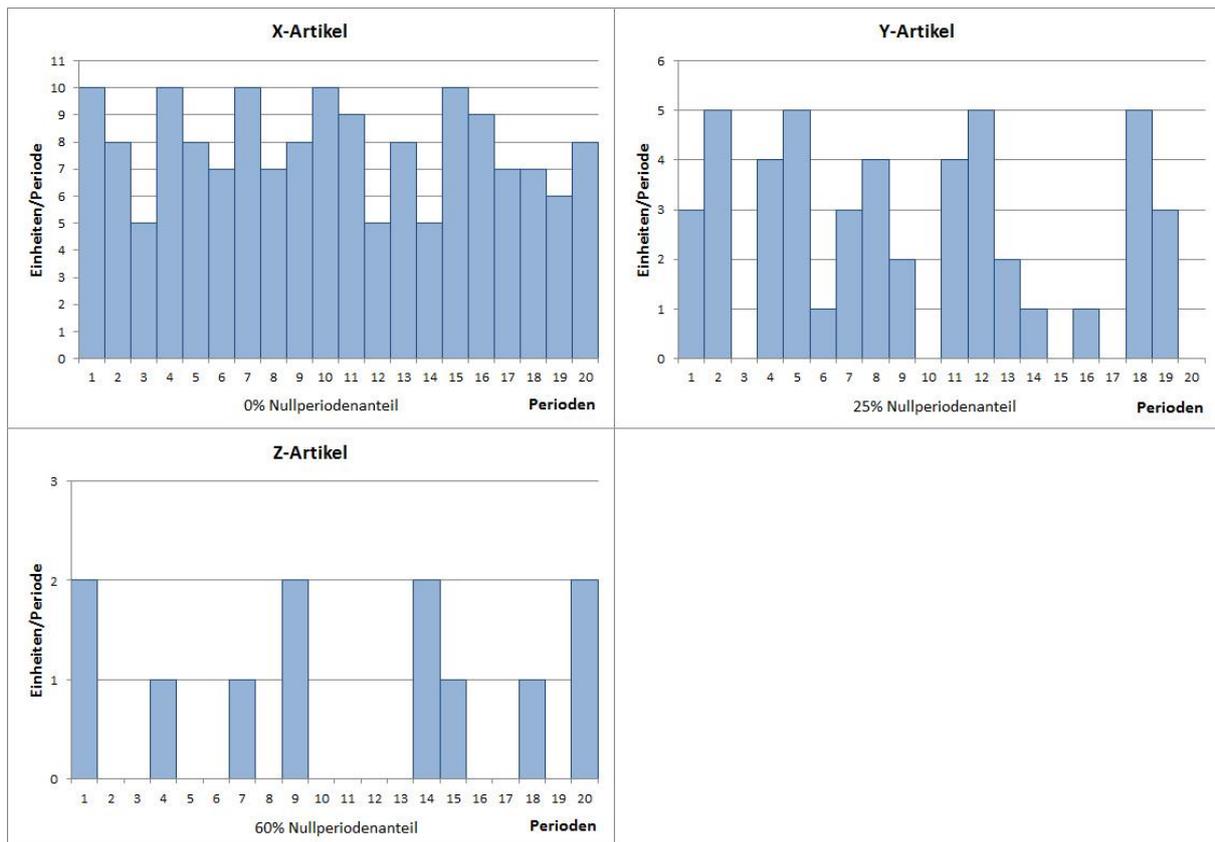


Abbildung 8: Nullperiodenanteile der XYZ-Klassen³⁵

Abbildung 8 verdeutlicht den Nullperiodenanteil am Beispiel von 20 Perioden. Der Nullperiodenanteil im Diagramm links oben (X-Artikel) liegt bei 0%, da es in jeder Periode einen Verbrauch gab. Eine Prognose des zukünftigen Verlaufs ist hier viel besser möglich, als beim Fall, den das untere Diagramm (Z-Artikel) darstellt. Hier liegt der Nullperiodenanteil bei 60%. Oder, anders gesagt, es gibt im Schnitt bei weniger als der Hälfte der Perioden einen Verbrauch der größer als Null ist. In der Klasse der Y-Artikel kann keine exakte Auswertung erwartet werden. Dies ist jedoch auch nicht zwingend notwendig, da das Ziel der Analyse zumeist die Identifizierung der Artikel mit extremen Ausprägungen der X- und Z-Artikel ist.³⁶

Abschließend werden die Vor- und Nachteile der XYZ-Analyse in Tabelle 4 dargestellt:

³⁵ vgl. Abbildung aus: Gudehus, 2012, S.256

³⁶ vgl. Arnolds, 2013, S.26

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Anwendung • Effiziente Methode zur Analyse des Verbrauchsmusters der Artikel • Hilfsmittel zur Entscheidungsunterstützung und Argumentation von Rationalisierungen • Führt zu einer effizienteren Beschaffung und einer verbesserten Bedarfsprognose 	<ul style="list-style-type: none"> • Nur für Artikel geeignet, die über ausreichend historische Verbrauchsdaten verfügen • Subjektive Festlegung der Klassengrenzen • Aussagegültigkeit der Analyse ist zeitlich beschränkt

Tabelle 4: Vor- und Nachteile der XYZ-Analyse³⁷

Kombination aus ABC- und XYZ-Analyse

Es hat sich gezeigt, dass die alleinige Anwendung der XYZ-Analyse in der Praxis wenig effizient ist. Zur Beurteilung von Artikel ist es notwendig, sowohl ihre Vorhersagegenauigkeit, als auch ihren Wertanteil zu betrachten.³⁸ Durch Kombination aus ABC- und XYZ-Analyse lassen sich neun Klassifizierungsgruppen bilden, die in Abbildung 9 dargestellt sind.

		ABC-Analyse		
		A	B	C
XYZ-Analyse	X	AX	BX	CX
	Y	AY	BY	CY
	Z	AZ	BZ	CZ

Abbildung 9: Klassifizierungsgruppen durch Kombination der ABC- und XYZ-Analyse³⁹

Eine besondere Bedeutung haben in dieser Betrachtung die Artikel in der Gruppe AX, da diese einen hohen Wert und eine hohe Vorhersagegenauigkeit besitzen. In dieser Gruppe besteht ein hohes Einsparungspotential hinsichtlich der Kapitalbindungskosten.⁴⁰ Weil bestimmte Gruppen ähnliche Eigenschaften besitzen,

³⁷ Kerth; Stich; Asum, 2011, S.12

³⁸ vgl. Arnolds, 2013, S.26

³⁹ vgl. Abbildung aus: Heiserich; Helbig; Ullmann, 2011, S.116

⁴⁰ vgl. Wannewetsch, 2010, S.94

wurden diese in Abbildung 9 zusammengefasst und werden im Folgenden näher erläutert:⁴¹

- AX/BX: Wie bereits erwähnt, haben die Artikel in diesen Gruppen einen hohen Wertanteil und gleichzeitig einen regelmäßigen Lagerabgang wodurch der zukünftige Verbrauch gut prognostizierbar ist. Bei diesen Artikel sollte der Lagerstand so weit als möglich reduziert werden, um Kapitalbindungskosten zu vermeiden. Im Allgemeinen sind dies jene Artikel die JIT bzw. JIS-fähig⁴² sind.
- AY/BY: Auf Grund des schwankenden Bedarfs dieser Artikel, kann auf eine Vorratsbeschaffung nicht verzichtet werden. Unter Umständen ist allerdings eine relativ gute Verbrauchsprognose möglich, sodass der Lagerstand auf ein Minimum reduziert werden kann.
- AZ/BZ: Diese Artikel werden nur sehr selten nachgefragt, haben aber einen hohen Wertanteil. Werden diese Artikel nur im Bedarfsfall einzeln beschafft, so muss auf eine hohe Lieferbereitschaft und Zuverlässigkeit des Lieferanten geachtet werden. Sind diese nicht gegeben, ist es möglich das Fehlmengenrisiko durch eine Lagerhaltung zu reduzieren. Dies kann allerdings auf Grund des Wertes zu hohen Lagerkosten führen.
- C-Gruppen (CX/CY/CZ): Diese Artikel sind nach der ABC-Analyse als geringwertig einzustufen, weshalb eine einzelne Behandlung dieser meist nicht sinnvoll ist. Da diese Artikel einen sehr geringen Wert besitzen, verursachen diese auch nur geringe Kapitalbindungskosten und werden daher im Allgemeinen gelagert.

GMK-Analyse

Die GMK-Analyse teilt die Artikel hinsichtlich ihres Volumens (Abmessungen) in GMK-Klassen ein. Das Volumen eines Artikels ist besonders für den Lagerplatzbedarf und die Transportkosten relevant. Sie wird vor allem dann verwendet, wenn innerhalb des Sortiments große Schwankungen hinsichtlich der Artikelabmessungen bestehen.

Bei der GMK-Analyse werden, wie auch schon bei den vorherigen Analysen, die Artikel in drei Klassen eingeteilt:

- G-Artikel: großvolumig
- M-Artikel: mittelvolumig
- K-Artikel: kleinvolumig

⁴¹ vgl. Heiserich; Helbig; Ullmann, 2011, S.115f und Wannewetsch, 2010, S.94f

⁴² JIT = Just-in-Time, JIS = Just-in-Sequence

Auch bei dieser Analyse müssen Artikel der ersten Kategorie, die G-Artikel, besonders behandelt werden. Diese sind großvolumig und benötigen viel Lagerplatz und Transportkapazitäten. Auf Grund des höheren Volumens kostet der Transport eines G-Artikels im direkten Vergleich mehr, als der eines K-Artikels.⁴³

Zur Durchführung der GMK-Analyse werden die Abweichungen der Volumen jedes Artikels vom Mittelwert aller Volumen berechnet. Diese werden anschließend der Größe nach sortiert und kumuliert in ein Diagramm gegenüber der Artikelanzahl aufgetragen. Ein solches Diagramm ist beispielsweise im Kapitel 3.4.1 in Abbildung 34 dargestellt.

Kombination der GMK- mit der ABC/XYZ-Analyse

Werden alle drei bisher angeführten Analysen miteinander kombiniert, so entsteht ein Würfel mit 27 Material- bzw. Artikelgruppen, welcher in folgender Abbildung 10 dargestellt ist:

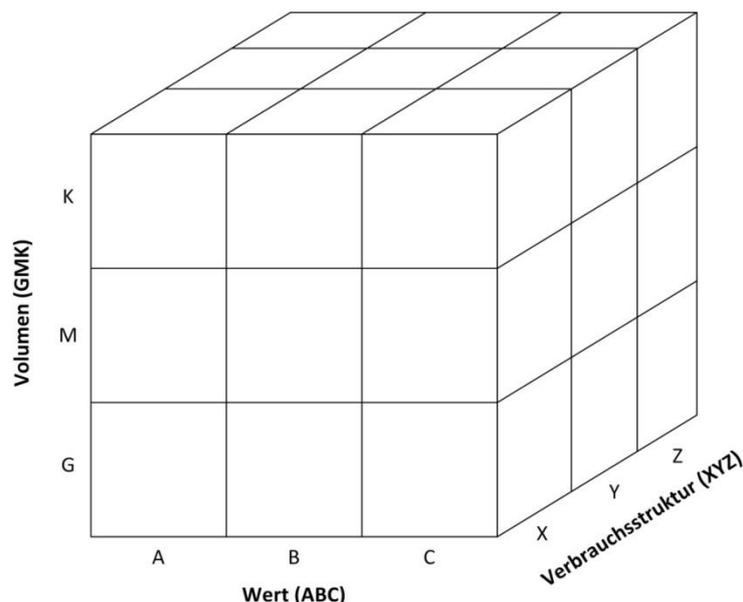


Abbildung 10: Artikelgruppen bei Kombination der ABC/XYZ/GMK-Analyse⁴⁴

Die Kombination dieser drei Analysen, erlaubt die Einteilung der Artikel hinsichtlich ihres Wertes, Verbrauchs und Volumens. Artikel aus dem AXG-Feld und den angrenzenden Feldern kommen dabei eine besondere Bedeutung zu. Da ihr Wert sehr hoch ist, müssen die Lagerstände niedrig gehalten werden, was durch den regelmäßigen Verbrauch begünstigt wird. Außerdem sind diese Artikel sperrig, weshalb die Transportstrecken möglichst gering gehalten werden sollten, um die Transportkosten zu minimieren.

⁴³ vgl. Wannewetsch, 2010, S.96

⁴⁴ vgl. Abbildung aus: Wannewetsch, 2010, S.97

Demgegenüber benötigen Artikel der CZK-Gruppe, im Allgemeinen, keine besondere Behandlung. Ihre Beschaffung muss mit möglichst geringem administrativem Aufwand und so effizient wie möglich erfolgen.⁴⁵

Wannenwetsch beschreibt folgende Vorteile dieser integrierten Material- bzw. Artikelanalyse:

- Kostenersparnisse, Bestandsreduzierungen
- Verringerung der Kapitalbindung
- Entwicklung von optimalen Beschaffungsstrategien
- Entwicklung von effizienten Lagerungs- und Transportstrategien
- Schnelle und objektive Optimierung der Beschaffungsobjektbevorratung

UVW-Analyse

Wie bereits bei der ABC-Analyse erwähnt, ist es bei einigen Artikeln notwendig den Lagerstand auf Grund der hohen Kapitalbindungskosten zu reduzieren. Dies kann bis hin zum bestandslosen Cross-Docking gehen. Allerdings gilt, je niedriger der Lagerstand ist, umso höher sind die Anforderungen an den Lieferanten. Kann dieser nicht zuverlässig zum vereinbarten Termin liefern, entstehen Fehlmengen die wiederum Kosten verursachen. Es ist daher notwendig die Lieferanten hinsichtlich der Lieferterminabweichung zu klassifizieren.

Bei der UVW-Analyse wird die relative Anzahl der Lieferanten der maximalen Lieferterminabweichung gegenüber gestellt, wie es an einem Beispiel in Abbildung 11 dargestellt ist. In diesem Diagramm ist die relative Anzahl an Lieferanten (Abszisse) der maximalen Terminabweichung in Tagen (Ordinate) gegenübergestellt.

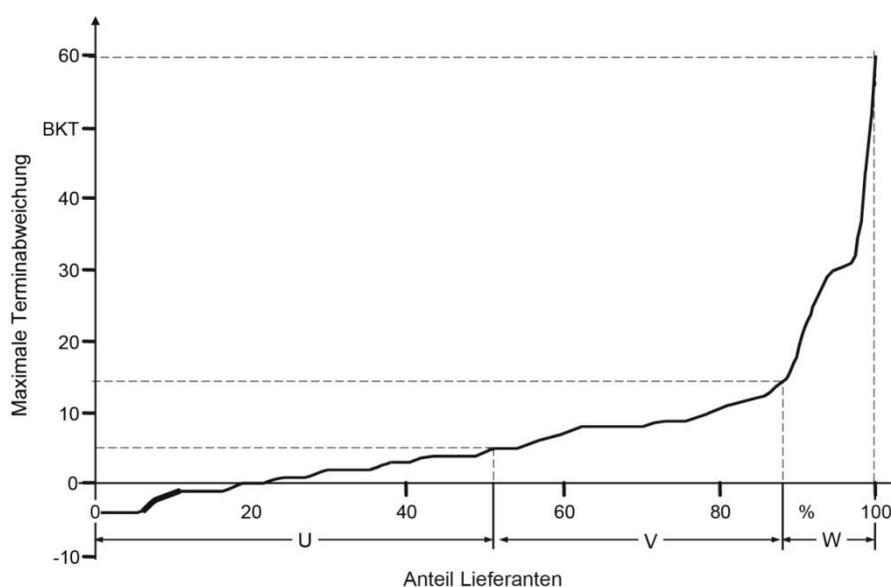


Abbildung 11: Beispiel einer UVW-Analyse⁴⁶

⁴⁵ vgl. Wannenwetsch, 2010, S.96f

Die Einteilung der Klassen erfolgt in:

- U-Lieferanten: Haben eine sehr hohe Termintreue.
- V-Lieferanten: Haben eine mittlere Termintreue und sollten keine wichtigen Artikel ohne Lagerhaltung liefern.
- W-Lieferanten: Hatten in der Vergangenheit hohe Lieferterminabweichungen, weshalb auch in Zukunft mit unpünktlichen Lieferungen gerechnet werden muss.

Prinzipiell muss vor der Durchführung der Analyse entschieden werden ob eine negative Lieferterminabweichung (also eine vorzeitige Lieferung) als problematisch zu bewerten ist. In diesem Fall müsste die maximale Terminabweichung als absoluter Wert aufgetragen werden. Im Beispiel in Abbildung 11 stellen Lieferungen vor dem vereinbarten Liefertermin kein Problem dar, weshalb diese der U-Klasse zugeordnet werden. Wie bei den anderen bereits erwähnten Analysen, sind auch hier die Klassengrenzen vom Anwendungsfall abhängig. Sie wurden in diesem Beispiel mit einer Terminabweichung von 5 bzw. 15 Tagen angegeben, woraus sich ein Anteil von 50% bzw. ca. 84% der Lieferanten ergibt. Das heißt, die Hälfte aller Lieferanten ist in diesem Beispiel hinsichtlich der Termineinhaltung mit „sehr gut“ und 11% mit „nicht genügend“ zu beurteilen.

Sollen die Lagerstände und damit auch die Kapitalbindungskosten minimiert werden, müssen Produkte die nach der ABC-Analyse der A-Klasse zugeordnet wurden, möglichst von Lieferanten der U-Klasse geliefert werden.⁴⁷

Korrelationsdiagramm

Das Korrelationsdiagramm wird auch Streudiagramm genannt und stellt den Zusammenhang (die Korrelation) zwischen zwei Variablen in einem Diagramm dar. Die beiden Variablen werden auf der x- und y-Achse aufgetragen. Jeweils zwei Merkmale werden als ein Punkt im Korrelationsdiagramm dargestellt. Bei einer ausreichend Anzahl von Merkmalswerten kann auf die Stärke der Beziehung zwischen den beiden betrachteten Variablen geschlossen werden.

Es wird dabei zwischen der Stärke dieser Korrelation in stark und schwach unterschieden. Das bedeutet, je stärker eine Beziehung zwischen zwei Variablen ist, desto stärker ist die Änderung einer Variablen bei der Variation der zweiten. Bei einer negativen Korrelation wird der Wert der zweiten Variablen kleiner, wenn der Wert der ersten Variablen erhöht wird. Sie verhalten sich somit genau umgekehrt zueinander.

⁴⁶ Abbildung aus: Nyhuis, 2012, S.272

⁴⁷ vgl. Schuh, 2006, S.492 und Nyhuis, 2012, S.271f

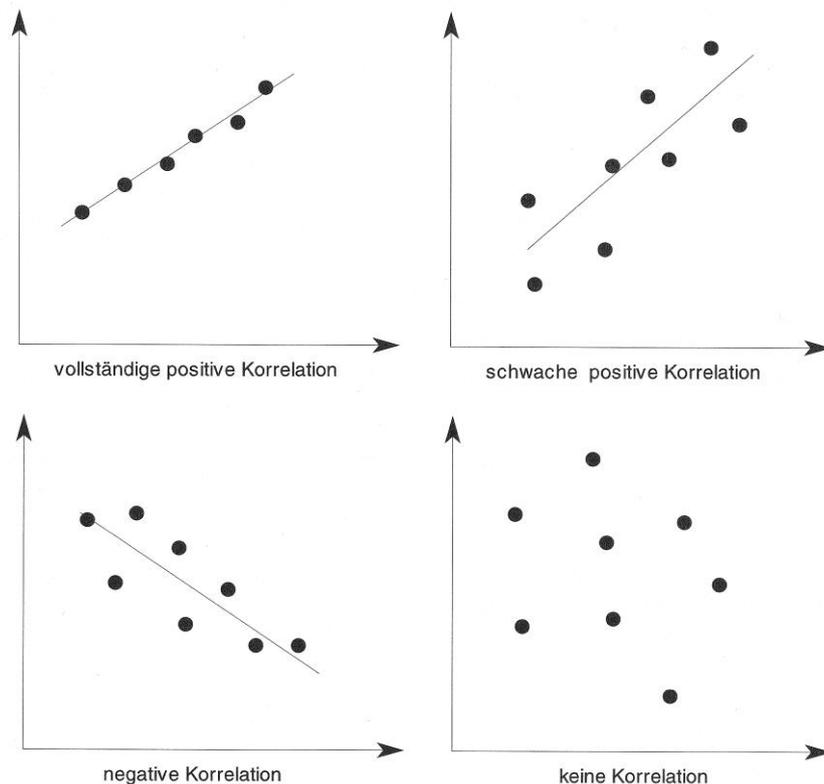


Abbildung 12: Beispiele für Korrelationsdiagramme⁴⁸

In Abbildung 12 zeigen die oberen beiden Diagramme eine starke bzw. schwache positive Korrelation. Im Diagramm unten links ist eine negative Korrelation dargestellt, während die Variablen im letzten Diagramm nicht korrelieren.⁴⁹

Brainstorming und Stratifikation

Brainstorming

Brainstorming ist eine Ideenfindungsmethode, bei der eine Gruppe von Personen Ideen, Argumente oder Lösungsvorschläge zu einem vorgegebenen Thema vorschlägt. Jeder Teilnehmer des Brainstormings hat die Möglichkeit, Ideen von anderen Mitgliedern weiterzuentwickeln, wodurch wieder neue Assoziationen entstehen. Nachdem die Problemstellung erläutert wurde, werden in der zweiten Phase die Ideen gesammelt und für alle Mitglieder sichtbar dargestellt. Es ist aber nicht erlaubt, die Ideen der anderen Teammitglieder zu beurteilen, da das Brainstorming ohne Druck durchgeführt werden muss. Erst im Anschluss an die Ideenfindungsphase werden die Vorschläge durch alle Mitglieder der Gruppe bewertet, erläutert und strukturiert.⁵⁰

⁴⁸ Abbildung aus Brunner; Wagner, 2008, S.171

⁴⁹ vgl. Noé, 2006, S.112f

⁵⁰ vgl. Brunner; Wagner, 2008, S.173 und Kamiske, 2013, S.680f

Um ein Brainstorming erfolgreich durchführen zu können, müssen einige Regeln beachtet werden:⁵¹

- Damit der Kreativitätsfluss nicht eingeschränkt wird, muss das Problem und nicht die Lösung der zentrale Punkt des Brainstormings sein.
- Jeder Teilnehmer darf jede Idee äußern, auch wenn diese vorerst nicht relevant ist.
- Eine Beurteilung, Kritik oder Stellungnahme ist während der Ideenfindungsphase nicht erlaubt. Die gefundenen Begriffe werden erst im Anschluss daran beurteilt.
- Quantität geht beim Brainstorming vor Qualität, da möglichst viele Ideen gefunden werden sollen.

Stratifikation

Unter Stratifikation wird die Trennung von unterschiedlichen Datenschichten verstanden. In Abbildung 13 ist im ersten Diagramm eine Überlagerung von Fehlern zweier Maschinen dargestellt. Erst durch die Trennung in Maschine A (x) und B (o) können die Abweichungen sinnvoll dargestellt und somit die Fehlerursachen besser identifiziert werden.⁵²

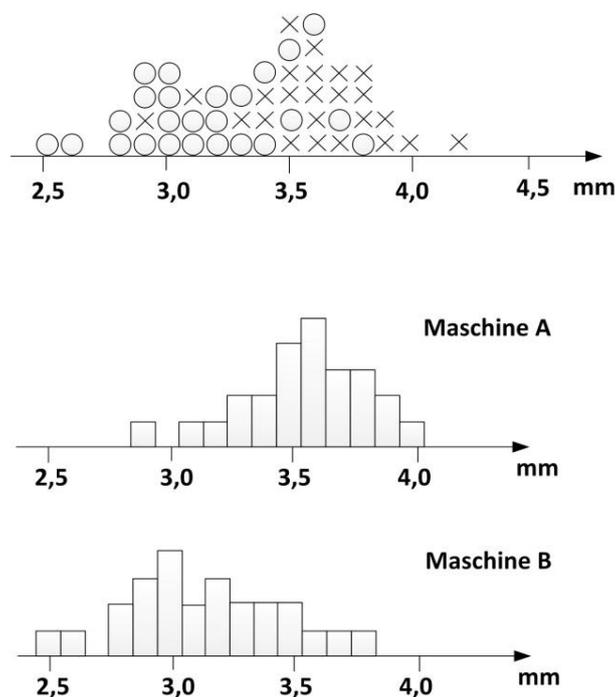


Abbildung 13: Beispiel für eine Stratifikation⁵³

⁵¹ vgl. Kamiske, 2013, S.680

⁵² vgl. Brunner; Wagner, 2008, S.168

⁵³ vgl. Abbildung aus: Brunner; Wagner, 2008, S.169

Ishikawa-Diagramm

Das Ishikawa-, oder auch Ursache-Wirkungs-Diagramm wurde nach dem japanischen Professor Ishikawa benannt und ist ein Werkzeug zur Problemanalyse. Dazu werden alle Ursachen für ein bestimmtes Problem oder eine Wirkung grafisch erfasst. Durch diese Visualisierung lassen sich Ursachenschwerpunkte besser erkennen.

Die möglichen Ursachen werden dabei in sieben Kategorien eingeteilt, die wegen ihrer Anfangsbuchstaben auch „7M“ genannt werden:

- Mensch
- Maschine
- Mitwelt
- Material
- Methode
- Messung
- Management

Diese Einteilung lässt sich beliebig verändern und/oder erweitern. Durch die Aufteilung in Kategorien entsteht ein Diagramm, das einem Fischskelett ähnlich sieht (siehe Abbildung 14), weshalb für dieses Werkzeug auch der Name „Fishbone-Diagramm“ verwendet wird.⁵⁴

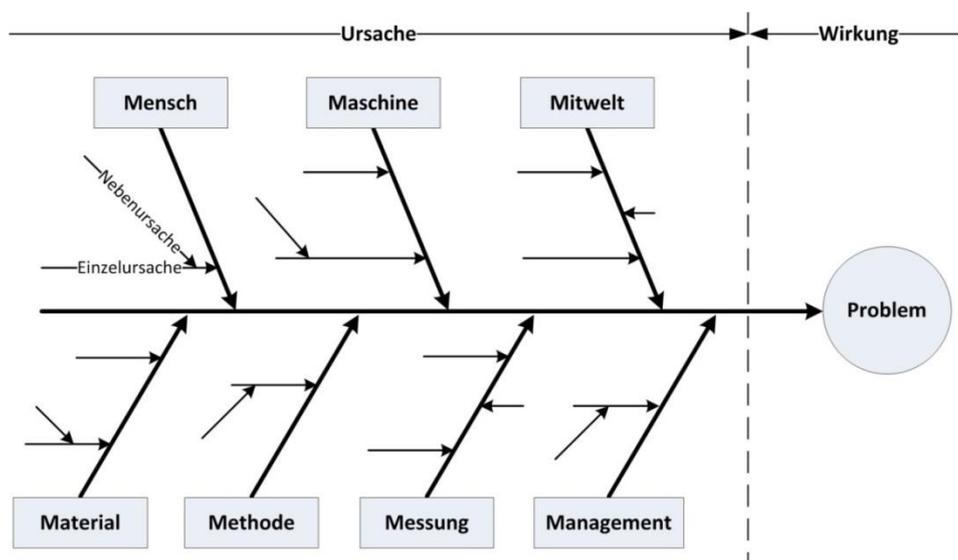


Abbildung 14: Schema eines Ishikawa-Diagramms⁵⁵

Nach der Auswahl der eben erwähnten Kategorien, werden mit Hilfe des Brainstormings und der 6W Methode (Was, Wann, Wo, Warum, Wer, Wie) Einzel- und Nebenursachen in das Diagramm eingetragen (siehe Abbildung 14).

⁵⁴ vgl. Linß, 2005, S.415f und Brunner; Wagner, 2008, S.172f

⁵⁵ vgl. Abbildung aus: Brunner; Wagner, 2008, S.173

Anschließend erfolgt eine Bewertung der wahrscheinlichsten Ursachen und die Überprüfung auf Richtigkeit, damit sichergestellt ist, dass die richtigen Ursachen ausgewählt wurden. Um das identifizierte Problem zu lösen, werden im nachfolgenden Schritt Lösungsalternativen erarbeitet, bewertet und der optimale Lösungsvorschlag realisiert.⁵⁶

2.2.2 Die neuen sieben Managementwerkzeuge (M7)

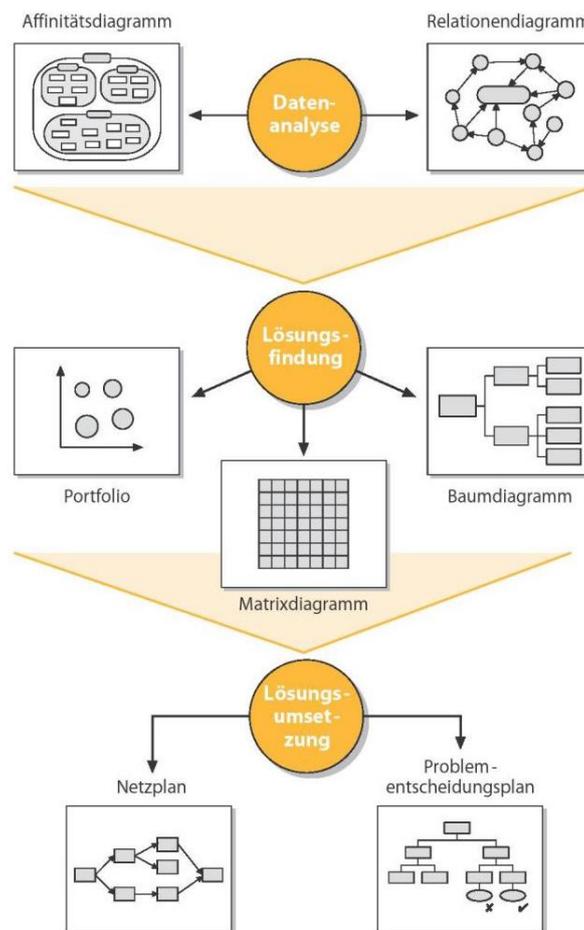


Abbildung 15: Die M7 im Überblick⁵⁷

Die neuen sieben Managementwerkzeuge teilen sich in Werkzeuge zur Datenanalyse, Lösungsfindung und Lösungsumsetzung, wie in Abbildung 15 dargestellt, auf.

Affinitätsdiagramm

Das Ziel des Affinitätsdiagramms, oder auch Beziehungsdigramms, ist es ungeordnete Daten durch gruppieren, übersichtlich darzustellen. Diese Methode kann zur Ordnung der Ideen, die durch ein Brainstorming ermittelt wurden, verwendet werden, da hierbei ebenfalls ein Team benötigt wird. Die gesammelten Daten werden

⁵⁶ vgl. Kamiske; Brauer, 2008, S.253f

⁵⁷ Abbildung aus: Theden; Colsman, 2005, S.44

für alle sichtbar dargestellt, damit die Gruppenmitglieder anschließend entscheiden können, welche davon zusammen gehören. Für jede dieser Gruppen wird im Anschluss eine Überschrift erarbeitet, wobei diese sehr ausführlich sein sollte, um den Informationsverlust möglichst gering zu halten.⁵⁸

Relationendiagramm

Das Relationsdiagramm entsteht, wenn die einzelnen Gruppen, des eben erwähnten Affinitätsdiagramms, durch ihre Beziehung zueinander verbunden werden (siehe Abbildung 16). Dabei werden die Pfeile von einer Ursache weg und zu einer Wirkung hin gezeichnet. Durch diese Methode werden Relationen und Wechselwirkungen zwischen Merkmalen sichtbar. Merkmale mit besonders vielen ankommenden Pfeilen stellen eine wichtige Wirkung, und jene mit vielen abgehenden Pfeilen eine Hauptursache für die betrachtete Fragestellung dar.⁵⁹

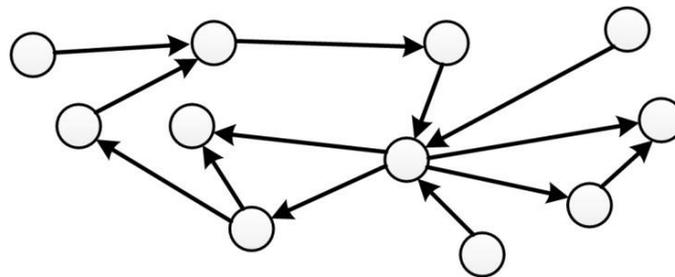


Abbildung 16: Beispiel eines Relationendiagramms⁶⁰

Baumdiagramm

Baumdiagramme helfen dabei, ein Thema in einzelne Punkte aufzugliedern und so Maßnahmen zum Lösen eines Problems zu ermitteln. Ausgehend vom Problem selbst, wird dieses in mehreren Ebenen immer weiter aufgegliedert (siehe Abbildung 17). Durch die Verzweigungen können einzelne Lösungswege dargestellt werden.⁶¹

⁵⁸ vgl. Linß, 2005, S.107f und Kamiske, 2013, S.688f

⁵⁹ vgl. Kamiske, 2013, S.690f

⁶⁰ vgl. Abbildung aus: Brunner, 2008, S.19

⁶¹ vgl. Kamiske, 2013, S.693f

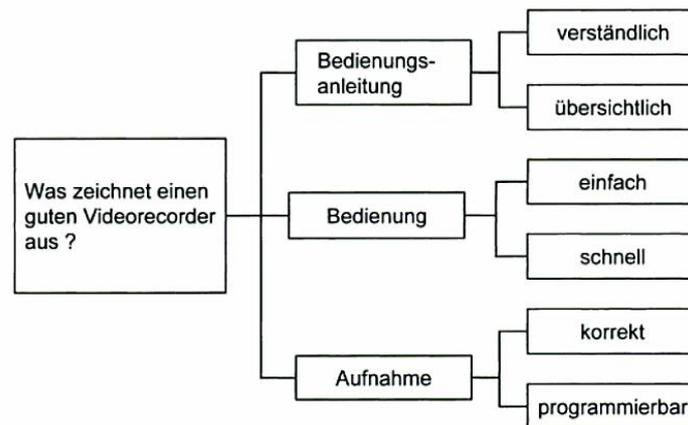


Abbildung 17: Beispiel eines Entscheidungsbaums⁶²

Beim Beispiel in Abbildung 17 wurde ein Baumdiagramm erstellt, um die wichtigsten Eigenschaften für einen guten Videorecorder zu identifizieren.

Matrixdiagramm

Beim Matrixdiagramm werden zwei Gruppen von Größen miteinander verglichen, die zu diesem Zweck im einfachsten Fall vertikal und horizontal in einer Matrix aufgetragen werden. Dadurch entsteht für jede Größe ein Verbindungspunkt, indem eingetragen werden kann, wie stark die Wechselwirkung zwischen den jeweiligen Elementen ist. Durch die Verwendung von Symbolen können komplexe Zusammenhänge zwischen mehreren Einflussgrößen übersichtlich dargestellt werden. Durch die Erweiterung der Matrix in mehrere Dimensionen und Formen können auch mehrere Gruppen miteinander verglichen werden.⁶³

Portfolio

Das Portfolio dient der qualitativen Gegenüberstellung von mehreren Objekten wobei diese nach zwei Kriterien beurteilt werden. Dazu werden die Objekte, in zwei Dimensionen, in einem Achsenkreuz dargestellt. Durch die Lage der Punkte kann auf das Verhältnis zwischen den Objekten geschlossen werden. Eine weitere Größe kann durch den Umfang der Punkte dargestellt werden. Durch die Portfoliodarstellung können große Datenmengen verdichtet werden, um das Verhältnis zwischen Objekten übersichtlich darzustellen.⁶⁴

⁶² Abbildung aus: Linß, 2005, S.122

⁶³ vgl. Brunner, 2008, S.20 und Kamiske, 2013, S.694ff

⁶⁴ vgl. Luczak; Giffels; Benkenstein, 2003, S.69f und Brunner, 2008, S.21

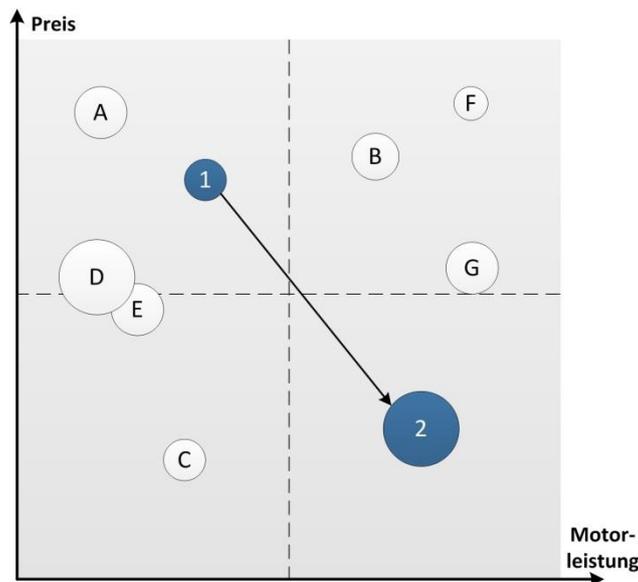


Abbildung 18: Beispiel eines Portfolios⁶⁵

In dem Beispiel in Abbildung 18 stellen die Ziffern die Konkurrenzunternehmen dar und die Größe der Kreise gibt den Umsatz dieser wieder. Die blauen Kreise stellen die IST- (1) bzw. die zukünftige Situation (2) des eigenen Unternehmens dar. Anhand des Portfolios in diesem Beispiel kann, auf einen Blick, die Lage des eigenen Unternehmens im Vergleich zur Konkurrenz und die Auswirkung von zukünftigen Maßnahmen erkannt werden.

Netzplan

Im Netzplan wird der Verlauf eines Projektes, anhand seiner Vorgänge und Zusammenhänge grafisch dargestellt. Dadurch werden Gesamtdauer, Zeitbedarf der Einzelvorgänge, Anfangs- und Endzeitpunkte sowie zeitkritische Pfade und Abhängigkeiten sichtbar. Durch die Abbildung werden zeitliche Puffer zwischen den Vorgängen sichtbar gemacht. Die Abfolge von Vorgängen bei denen kein Zeitpuffer existiert wird kritischer Pfad genannt. Da sich bei diesem jede Verzögerung auf den Endzeitpunkt des Gesamtprojekts auswirkt, muss er besonders beachtet werden.⁶⁶

Durch eine einheitliche Darstellung des Netzplanes ist eine zweifelsfreie Verständigung zwischen allen Projektmitgliedern gewährleistet. Der Netzplan muss mit dem Voranschreiten des Projektes immer wieder aktualisiert werden, da er sonst seine Aktualität verliert und nicht mehr als Steuerungsinstrument eingesetzt werden kann.⁶⁷

Abbildung 19 zeigt ein Beispiel eines Netzplanes, wobei hier nur die einfachste „Ende-Anfang-Beziehung“ verwendet wurde.

⁶⁵ vgl. Abbildung aus Kamiske, 2013, S.692

⁶⁶ vgl. Kamiske, 2013, S.696

⁶⁷ vgl. Luczak; Griffels; Benkenstein, 2003, S.71

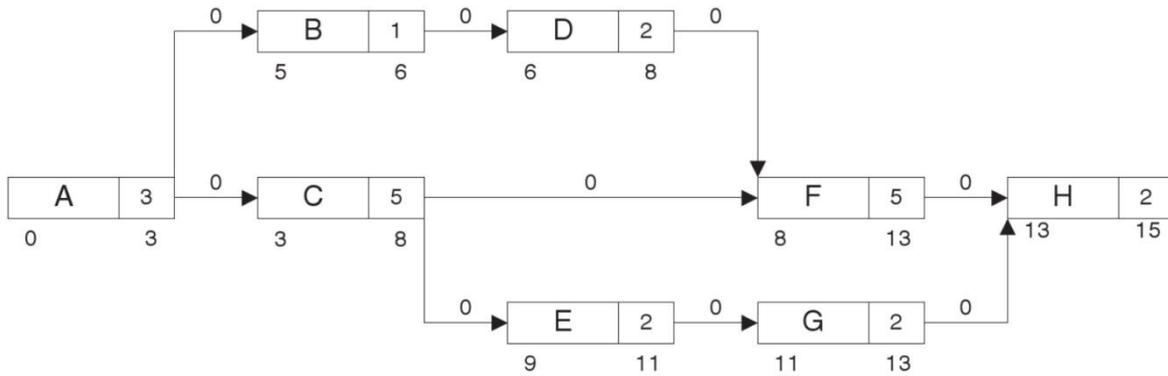


Abbildung 19: Beispiel eines Netzplans⁶⁸

Die Zahlen oberhalb der Verbindungslinien ist die Zeit zwischen den beiden Vorgängen, die in diesem Beispiel immer null ist. Innerhalb der Vorgangsbboxen werden der Vorgangsname und die Dauer dargestellt. Unterhalb dieser der Start- und Endzeitpunkt.

Entscheidungsbaum

Entscheidungsbäume teilen Objekte anhand von Merkmalen in Zielgrößen auf, wodurch eine Struktur entsteht die einem Baum ähnlich sieht (siehe Abbildung 20). Dieser Baum stellt die logischen Zusammenhänge mittels Entscheidungskriterien dar. Durch diese Methode kann die Entscheidungsfindung beschleunigt und verbessert werden, da unlogische Entscheidungen vermieden werden.

Ausgehend von einem Problem, wird dieses durch Verzweigungen immer weiter aufgespalten, bis am Ende des Entscheidungsbaums eine Zuordnung stattfindet. Die Verzweigungen entstehen durch Entscheidungs- oder Ereignisknoten. Bei Entscheidungsknoten muss vom Anwender eine Entscheidung auf Grund der vorliegenden Fakten getroffen werden. In den Ereignisknoten wird automatisch der günstigere Weg auf Grund von Daten gewählt.⁶⁹

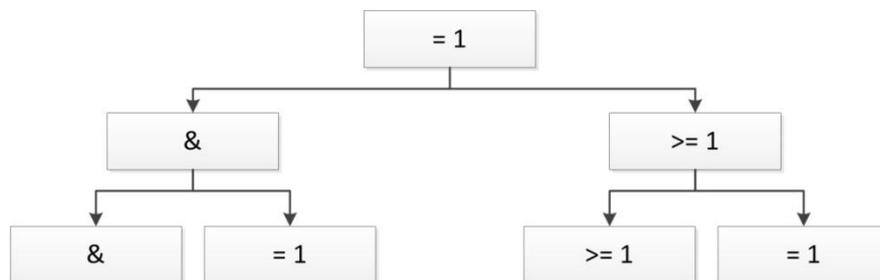


Abbildung 20: Beispiel eines Entscheidungsbaums⁷⁰

⁶⁸ Abbildung aus: Noosten, 2013, S.15

⁶⁹ vgl. Grünig; Kühn, 2009, S.204ff und Brunner, 2009, S.21

⁷⁰ vgl. Abbildung aus: Brunner, 2009, S.21

Bei Entscheidungsbäumen ist es möglich die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines bestimmten Ereignisses darzustellen. Dadurch können Szenarien inklusive ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit abgelesen werden wie im folgenden Beispiel demonstriert wird.

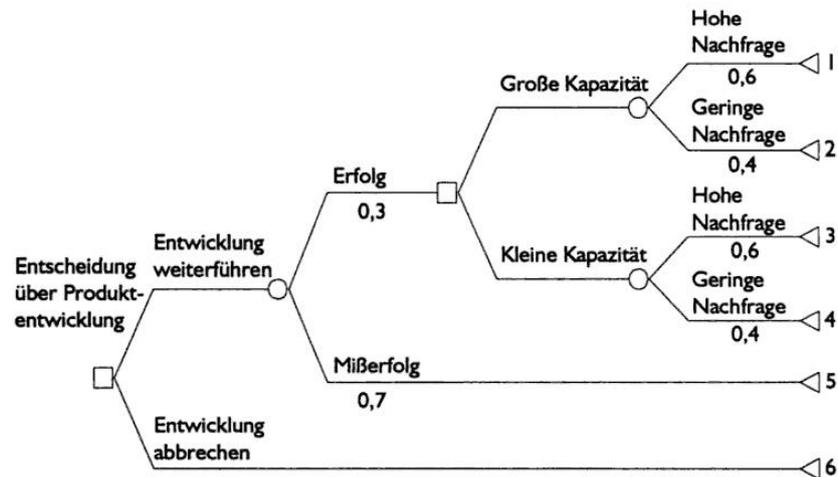


Abbildung 21: Beispiel eines Entscheidungsbaums mit Wahrscheinlichkeiten⁷¹

In dem in Abbildung 21 dargestellten Entscheidungsbaum geht es um die Frage, ob eine Entwicklung weitergeführt oder abgebrochen werden soll. Das Weiterführen der Entwicklung würde mit 30% zum Erfolg aber mit 70% zu einem Misserfolg führen. Diese Verhältnisse sind in der Abbildung unterhalb der entsprechenden Verbindungslinien dargestellt. Wird bei jeder Verzweigung die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen angegeben, lässt sich eine Eintrittswahrscheinlichkeit des jeweiligen Szenarios durch Multiplikation dieser berechnen. In diesem Beispiel werden die Konsequenzen durch Nummern abgekürzt wobei 1-4 die verschiedenen Szenarien darstellen für die eine Eintrittswahrscheinlichkeit berechnet werden kann.⁷²

Bei vielen Problemen ist die Erstellung eines Entscheidungsbaumes nicht trivial, da die zugrundeliegenden Einflüsse nicht auf einfache Weise ermittelt werden können. Daher wird bei komplexen Entscheidungsproblemen im Vorfeld häufig ein Einflussdiagramm entwickelt, mit dem die Ziele, Alternativen und Zustände und deren Verknüpfungen miteinander grafisch visualisiert werden können. Jedem dieser Komponenten wird ein Symbol zur besseren Übersicht zugeordnet (siehe Abbildung 22).

⁷¹ Abbildung aus: Eisenführ; Weber, 2003, S.38

⁷² vgl. Eisenführ; Weber, 2003, S.38f



Abbildung 22: Symbole in einem Einflussdiagramm⁷³

Die Verknüpfung zwischen den oben dargestellten Symbolen wird über Pfeile visualisiert, wobei diese nur von Alternativen oder Ereignissen ausgehen können. Zeigt der Pfeil auf ein Ereignis bedeutet dies, dass das Element im Ursprung einen Einfluss auf dieses Ereignis hat. Pfeile auf Ziele bedeuten, dass diese Elemente die Zielausprägung beeinflusst. Im Besonderen bei komplizierten Problemen ist oftmals ein iteratives Vorgehen bei der Erstellung des Einflussdiagrammes notwendig. Zu beachten ist, dass aus dem erstellten Einflussdiagramm keine direkte Lösung abgeleitet werden kann. Mit Hilfe des Diagrammes wird das Problem allerdings strukturiert dargestellt, sodass rationale Entscheidungen einfacher möglich sind.⁷⁴

Eine, für diesen Zweck, adaptierte und kombinierte Version des Entscheidungsbaumes bzw. Einflussdiagrammes wird in dieser Arbeit zur Visualisierung und logischen Verknüpfung der Entscheidungskriterien für eine optimalen Lagerzuordnung verwendet (siehe dazu Kapitel 3.5). Die dabei verwendeten Symbole sind in nachfolgender Abbildung 23 dargestellt.

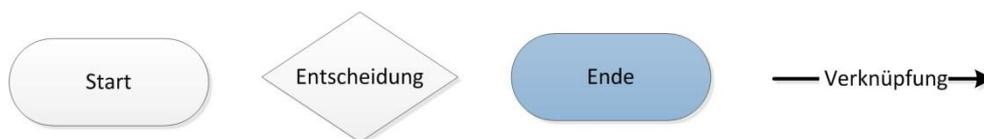


Abbildung 23: Symbole und deren Bedeutung im Entscheidungsbaum

Den Ausgangspunkt bildet immer ein neuer Artikel, unabhängig davon ob dieser bereits im Sortiment ist oder erst aufgenommen wird. Die Entscheidungen stellen Verzweigungen dar von denen zwei bis drei Verknüpfungen abgehen können. Beispiele für eine solche Entscheidung sind Abgangszahlen, Einsparungen oder die Eigenschaften eines Artikels. Die Lösung des Entscheidungsbaumes, der optimale Lagertyp, wird durch ein farbiges Rechteck mit abgerundeten Kanten dargestellt. Die drei unterschiedlichen Symbole werden durch Pfeile miteinander verknüpft, die zur besseren Orientierung, optional eine Beschriftung enthalten können.

⁷³ vgl. Abbildung aus: Nitzsch, 2006, S.86

⁷⁴ vgl. Nitzsch, 2006, S.85ff

2.3 Warenfluss im Handel

2.3.1 Lager- und Belieferungsformen

Lager, die den grundlegenden Bestandteil dieser Arbeit darstellen, haben vor allem im Handel eine große Bedeutung, da die meisten Artikel zumindest kurzzeitig gelagert werden müssen. Der Grund dafür ist unter anderem die hohe Artikel- und Filialanzahl, sowie die notwendige hohe Versorgungssicherheit. Da Direktlieferungen vom Hersteller zu den Filialen nur einen kleinen Teil des Sortiments betreffen, müssen auch die Warenströme die nicht gelagert werden zumindest gebündelt oder aufgelöst werden.

Bei der klassischen Lagerhaltung werden Lagerbestände vorrätig gehalten, um im Bedarfsfall schnell liefern zu können.⁷⁵ Das Lager bildet somit einen Puffer zwischen den Ein- und Ausgangsströmen und entkoppelt damit das Angebot von der Nachfrage.⁷⁶ Hinsichtlich des Anteils an Bewegungs- und Lagerprozessen in den Lagern kann zwischen drei Lagertypen unterschieden werden:⁷⁷

- Vorratslager: Diese stellen die klassischen Lager dar, in denen die Lagerprozesse dominieren, da sie überwiegend der Bevorratung von Waren dienen.
- Umschlags-/Transitlager: In diesem Lagertyp werden Warenströme entweder gebündelt oder aufgelöst, wobei die Lagerung selbst nur von geringer Bedeutung ist. Dies kann so weit gehen, dass die Gebäudefläche auf eine Umschlagsfläche reduziert wird (siehe Kapitel 2.3.2 „Bestandsloser Warenumschlag im Handel“). Auf Grund ihrer Funktion und der relativ geringen Grundfläche können diese Lager transportoptimal, d.h. mit möglichst guter Verkehrsanbindung, ausgewählt werden.
- Verteilungslager: Diese Lager sind auf die Veränderung des Warenflusses ausgelegt (Kommissionierung für die einzelnen Filialen), weshalb Lager- und Bewegungsprozesse bei diesem Lagertyp gleichbedeutend sind.

Zu diesen allgemein formulierten Lagertypen lassen sich im Handel die Lagertypen Zentrallager, Cross-Docking sowie Regionallager zuordnen. Während die Regionallager jeweils nur eine Region mit Artikel hoher Abgangsmenge beliefern, wird im Zentrallager ein Großteil des Sortiments gelagert. Die Transitlager, auch Cross-Docking genannt, sind hingegen auf die Verteilung der Warenströme ohne Zwischenlagerung spezialisiert.

⁷⁵ vgl. Alicke, 2005, S.168f

⁷⁶ vgl. Hertel; Zentes; Schramm-Klein, 2011, S.167f

⁷⁷ vgl. Hertel; Zentes; Schramm-Klein, 2011, S.169f

Aus den Lagertypen lassen sich direkt die unterschiedlichen Belieferungsformen ableiten, wie in Abbildung 24 dargestellt.

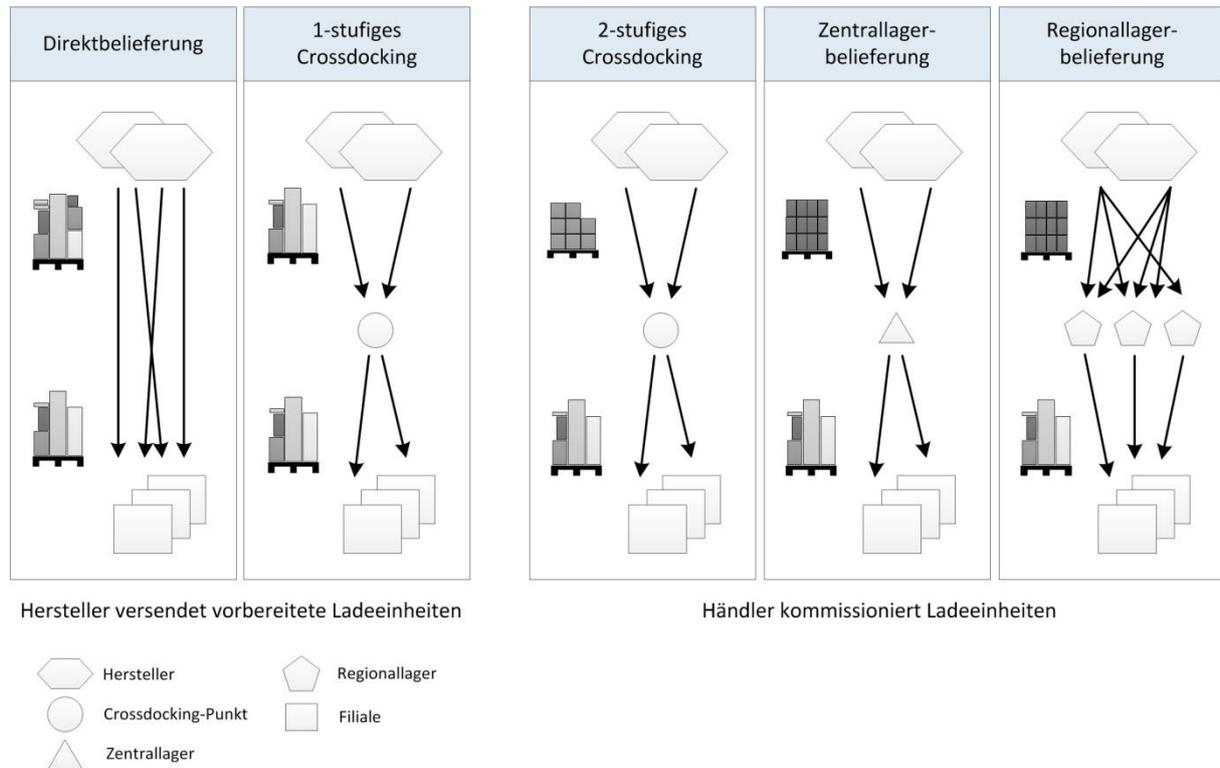


Abbildung 24: Belieferungsformen im Handel⁷⁸

Bei den beiden linken Belieferungsformen in Abbildung 24 übernimmt der Hersteller die Kommissionierung der Ladeeinheiten (im Handel üblicherweise Paletten oder Rollcontainer). Bei den anderen Belieferungsformen werden die Waren an ein Gebäude des Händlers geliefert, der die Kommissionierung und Verteilung übernimmt. Während früher die Direktbelieferung im Handel dominierte, hat sich inzwischen die Zentrallagerbelieferung als Standard durchgesetzt. Bei der Direktlieferung werden die Artikel vom Hersteller direkt an die Filialen geliefert, ohne dafür die Infrastruktur des Händlers in Anspruch zu nehmen. In Tabelle 5 sind die Vor- und Nachteile der Direktbelieferung angeführt:

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Nutzung der Logistik- und Kommissionierkompetenz der Hersteller Effiziente Abwicklung großer Liefereinheiten 	<ul style="list-style-type: none"> Auf Grund fehlender Konsolidierung hohe Anzahl von Rampenkontakten bei kleinen Liefereinheiten Hoher Logistikaufwand in den Filialen

Tabelle 5: Vor- und Nachteile der Direktbelieferung⁷⁹

⁷⁸ vgl. Abbildung aus: Thonemann, 2005, S.69

⁷⁹ Thonemann, 2005, S.72

Sowohl bei der Zentral- als auch bei der Regionallagerbelieferung werden die Waren von mehreren Herstellern sortenrein, d.h. nur eine Produkttyp pro Ladungsträger, beim Händler angeliefert und von diesem im Allgemeinen gelagert. Beim Bestelleingang einer Filiale werden diese filialrein kommissioniert und ausgeliefert. Da in jedem Regionallager normalerweise dieselben Artikel vorhanden sind, müssen diese vom Hersteller auch einzeln beliefert werden, was zu höheren Lieferkosten führen kann. Alternativ kann der Händler die Verteilung der Waren an die Regionallager übernehmen.⁸⁰ Der Vorteil von Regionallagern im Vergleich zu Zentrallagern ist ihre regionale Präsenz und damit die relativ geringen Transportkosten.⁸¹ Die Vor- und Nachteile der Zentral- bzw. Regionallagerbelieferung sind in folgender Tabelle dargestellt:⁸²

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr kurze Lieferzeit und dadurch hohe Liefertreue • Skaleneffekte im Einkauf durch Sammelbestellungen • Einsatzmöglichkeiten von besserer Technik 	<ul style="list-style-type: none"> • Häufig redundante Lagerungen im Prozess von Herstellern und Händlern • Hohe Kosten durch Betrieb des Lagers • Verwundbarkeit durch Ereignisse höherer Gewalt (Zentrallager) • Nicht geeignet für alle Sortimente

Tabelle 6: Vor- und Nachteile der Zentral- und Regionallagerbelieferung

In den letzten Jahren setzt sich das Cross-Docking im Handel immer mehr durch, weil dadurch die Lagerhaltungskosten stark reduziert werden können. Da es sich beim Cross-Docking um einen Spezialfall der Belieferungsform handelt, wird im nächsten Kapitel näher darauf eingegangen.

2.3.2 Bestandsloser Warenumschlag im Handel

Das Cross-Docking entstand aus der City-Logistik auf Grund der immer enger gewordenen Lieferfenster im städtischen Bereich. Durch das begrenzte Zeitfenster war es nicht mehr möglich, die Waren getrennt an die Filialen zu liefern.⁸³ Zur Lösung dieses Problems werden die Waren von den Lieferanten an Umschlagspunkte des Handelsunternehmens geliefert. In diesen wird die Ladung filialgerecht verteilt und gesammelt an die Filiale geliefert.⁸⁴ Beim Cross-Docking werden die Produkte, im Idealfall auf dem Weg zu den Filialen, durch die Verteilzentren geschleust, sodass es möglich ist das Cross-Docking-Gebäude alle 24 Stunden leer zu bekommen. Da es beim Cross-Docking keine Lagerhaltung gibt,

⁸⁰ vgl. Thonemann, 2005, S.68ff

⁸¹ vgl. Krampe, 2012, S.393

⁸² vgl. Thonemann, 2005, S.72 und Krampe, 2012, S.395

⁸³ vgl. Alicke, 2005, S.167

⁸⁴ vgl. Hartmut, 2013, S.136f

können auch keine Kapitalbindungskosten entstehen. Die Einsparungen, gegenüber der Lagerhaltung, sind umso größer je höher der bisherige Lagerbestand war und je teurer das Produkt ist.⁸⁵

Die Vorteile des Cross-Dockings gegenüber der traditionellen Lagerhaltung sind:⁸⁶

- Kostenreduktion (Kapitalbindungskosten)
- Kürzere Durchlaufzeiten
- Reduzierung des Lagerplatzbedarfs
- Schnellere Drehgeschwindigkeiten der Artikel
- Keine Bestände
- Reduzierung des Risikos für Beschädigungen und Verlust

Auch gegenüber der Direktlieferung ergeben sich einige Vorteile:

- Kostenreduktion (Transportkosten)
- Zusammenfassen von Lieferungen (bessere Auslastung des Transportmittels)
- Genaue Abstimmung zwischen gelieferter und nachgefragter Menge

Im Gegensatz zur, vergleichsweise einfachen, Lagerhaltung ist die Realisierung des Cross-Docking-Konzeptes komplexer und erfordert einige Voraussetzungen, die erfüllt werden müssen:⁸⁷

- Einheitliche Barcodes
- EDI-Verbindungen zwischen Verteilzentrum, Lieferanten und Filialen
- Leistungsfähige Informationssysteme
- Zuverlässige Transporteure (hinsichtlich der Einhaltung der Lieferzeit)
- Ausreichende Infrastruktur und Anzahl an Wareneingangs- und Warenausgangsdocks, um reibungslose An- und Auslieferungen zu gewährleisten.

Zudem hängt der Einsatz des Cross-Dockings von den Artekeigenschaften ab. Besonders das Verkaufsvolumen, die Umschlagsgeschwindigkeit, Bestandskosten und die Logistik- bzw. Kommissionierkompetenz spielen hierbei eine wichtige Rolle.⁸⁸

Beim Cross-Docking wird zwischen dem einstufigem (single-stage) und dem zwei- bzw. mehrstufigem (two- bzw. multi-stage) Cross-Docking unterschieden. Gudehus verwendet für letzteres auch den Begriff „Transshipment“.

⁸⁵ vgl. Mau, 2003, S.86

⁸⁶ vgl. Van Belle; Valckenaers; Cattrysse, 2012, S.828

⁸⁷ vgl. La Londe; Master, 1994, S.35ff und Swoboda; Morschett, 2000, S.331ff

⁸⁸ vgl. Thonemann, 2005, S.76 und Hertel; Zentes; Schramm-Klein, 2011, S.186

Einstufiges Cross-Docking

Bei dieser Form des Cross-Dockings werden die Waren vom Hersteller bereits filialgerecht vorkommissioniert angeliefert. Das heißt, es erfolgt keine weitere Manipulation der Waren da diese nur umgeschlagen werden.⁸⁹

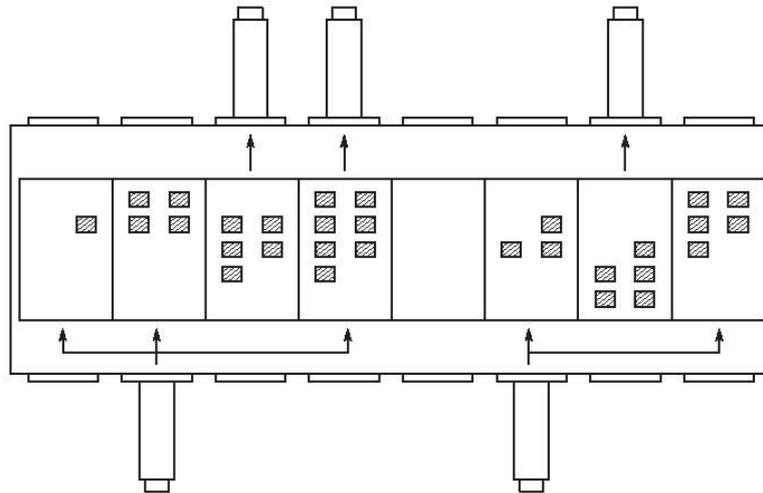


Abbildung 25: Schema des einstufigen Cross-Dockings⁹⁰

Abbildung 25 zeigt beispielhaft ein Schema eines solchen Cross-Docks. Die Waren werden auf der Wareneingangsseite (unterer Bereich der Abbildung) ausgeladen und auf die richtigen Tore verteilt. Wenn alle Waren einer Filialbestellung vorhanden sind, werden diese auf der gegenüberliegenden Warenausgangsseite verladen und ausgeliefert.

Mehrstufiges Cross-Docking

Hierbei wird vom Lieferanten zwar exakt die bestellte Menge geliefert, diese ist aber nicht vorkommissioniert. Die Aufteilung auf die einzelnen Zustellgebiete muss somit am Umschlagpunkt selbst erfolgen. Neben der Warenumschlags- und Kommissioniertätigkeit, können auch weitere Tätigkeiten, wie Konfektionieren oder Etikettieren, notwendig sein. Beschränkt sich die Manipulation nur auf das Kommissionieren, wird vom zweistufigen Cross-Docking gesprochen, das einen Sonderfall des mehrstufigen darstellt.⁹¹

⁸⁹ vgl. Stickel, 2006, S.10

⁹⁰ Abbildung aus: Van Belle; Valckenaers; Cattrysse, 2012, S.830

⁹¹ vgl. Stickel, 2006, S.10

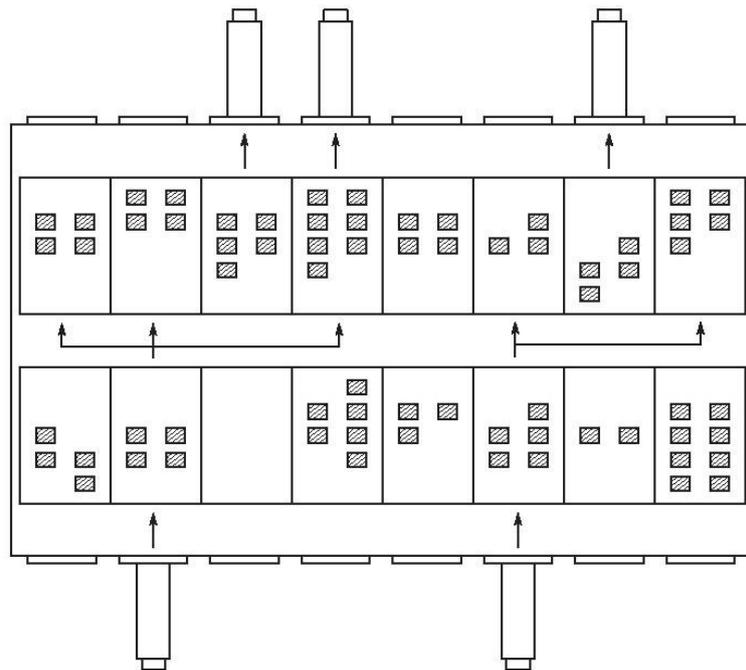


Abbildung 26: Schema eines mehrstufigen Cross-Dockings⁹²

Im Gegensatz zum einstufigen ist beim mehrstufigen Cross-Docking eine weitere Zone für das Kommissionieren notwendig, wie in Abbildung 26 dargestellt wird. Die angelieferten Waren werden hinter den Toren gelagert, und anschließend auf die jeweiligen Verladezonen verteilt, bevor die gesammelten Waren verladen werden.

⁹² Abbildung aus: Van Belle; Valckenaers; Cattrysse, 2012, S.830

3 Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung

3.1 Vorstellung des Unternehmens

Die REWE International AG ist mit insgesamt rund 2.500 Filialen ihrer Handelsfirmen BILLA, MERKUR, PENNY, BIPA und ADEG in Österreich Marktführer im Lebensmittel- und Drogeriefachhandel und mit rund 40.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern einer der größten Arbeitgeber Österreichs und einer der bedeutendsten Anbieter für Lehrstellen.

Die REWE International Lager- und Transport GmbH ist ein Tochterunternehmen der REWE International AG und wickelt die Transportwirtschaft und Logistik mit ca. 3.300 MitarbeiterInnen ab. Die Aufgaben erstrecken sich vom optimalen Einsatz des LKW-Fuhrparks über dessen Management, sowie die Entgegennahme, Lagerung und Verteilung der Waren, bis hin zur zeitgerechten Lieferung innerhalb Österreichs an alle Märkte und Kunden.

Die Filialbelieferung wird über die Zentrallager in Wr. Neudorf und Ohlsdorf, das Cross-Docking, sowie die Regionallager organisiert. Der Großteil der Warenauslieferung erfolgt über die eigene LKW-Flotte, die rund 330 Fahrzeuge, 182 Hänger und 22 Auflieger umfasst. Seit einiger Zeit wird auch vermehrt die Schiene für Transporte über weite Strecken genutzt.⁹³

3.2 Lagerstruktur des Unternehmens

In Abbildung 27 sind alle für das Trockensortiment relevanten Lager eingezeichnet. Über Österreich sind dabei zwei Zentrallager (blau), sechs Schnelldreher-Lager (rot) und ein Cross-Dock (grün) verteilt. Dabei ist zu beachten, dass derzeit das Zentrallager-West noch nicht im Vollbetrieb läuft und beim Cross-Docking noch zwischen BIPA, Merkur/Billa und ADEG unterschieden wird. Das Zentrallager-West wird zukünftig auch einen Schnelldreher-Bereich besitzen. In dieser Arbeit wird nur von der zukünftigen Situation ausgegangen, bei der bereits alle Umbaumaßnahmen abgeschlossen sind.

⁹³ vgl. http://www.rewe-group.at/Geschaeftsbereiche/Oesterreich/Lager___Transport/Lager_und_Transport/rg_Content.aspx [01.10.2013], http://www.rewe-group.at/Unternehmen/Ueber_uns/Ueber_Uns/rg_Content.aspx [26.10.2013]

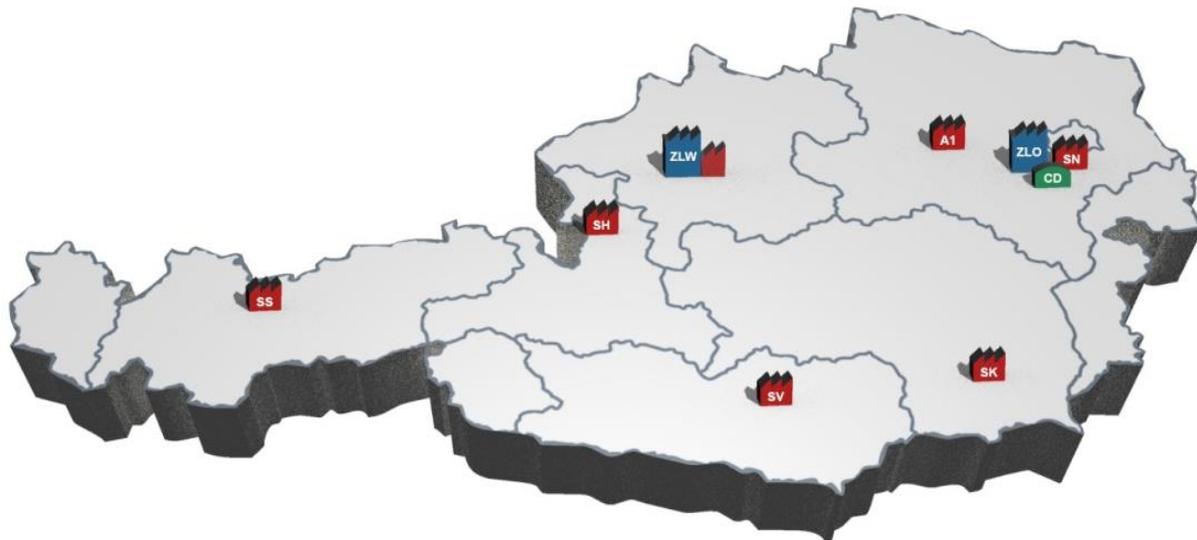


Abbildung 27: Lagerstandorte Trockensortimentslager

Zentrallager

Die beiden Zentrallager befinden sich in Wr. Neudorf (ZL-Ost) und seit 2013 auch in Ohlsdorf (ZL-West). Diese sind auf eine hohe Artikelanzahl mit mittlerer bis niedriger Umschlagshäufigkeit ausgelegt. Während das Lager in Wr. Neudorf einen relativ hohen Automatisierungsgrad aufweist, ist Ohlsdorf ein Lager mit einer klassischen „Mann-zu-Ware“ Kommissionierung. Bei dieser Kommissioniermethode begibt sich der Kommissionierer zu den jeweiligen Artikelplätzen und sammelt die für den Auftrag benötigten Artikel ein.⁹⁴ Auf Grund der höheren Bevölkerungsdichte im Osten sowie der Kunden- bzw. Marktstruktur der REWE International AG entfallen zwei Drittel der Liefermenge auf das ZL-Ost und der Rest auf das ZL-West. Das Sortiment der beiden Zentrallager ist gespiegelt, wodurch in beiden Lagern dieselbe Artikelanzahl gelagert wird.

Wie bereits erwähnt, wird im Zentrallager-Ost zur automatischen Verteilung der Waren auf die einzelnen Kunden bzw. Märkte ein „Sorter“ eingesetzt (siehe Kapitel 3.3). Dieser transportiert die einzelnen Kolli auf „Platten“ zu den Rutschen die den jeweiligen Kunden zugeteilt sind. Die maximale Abmessung der Kolli wird durch die Größe dieser Platten mit 60x40cm festgelegt. Die Höhe wird durch diverse Durchführungen des Förderbandes auf 30cm begrenzt. Durch die Kombination von zwei Sorter-Platten kann das Maximalmaß auf 60x80x30cm erhöht werden, welches bedingt durch die Rutschenbreite das absolute Limit darstellt.

Für Artikel die diese Größenbeschränkung überschreiten, aber trotzdem über das Zentrallager geliefert werden sollen, steht derzeit ein eigener ROS-Bereich⁹⁵ zur Verfügung. Dieser befindet sich im Bereich der Rutschen, wodurch übergroße Waren

⁹⁴ vgl. Hertel; Zentes; Schramm-Klein, 2011, S.182

⁹⁵ ROS = Risk and Oversize

am Ende des Packvorganges hinzu geschichtet werden können. Außerdem ist dieser Bereich speziell abgesichert, wodurch es möglich ist, Artikel mit einem hohen Wareneinsatz⁹⁶ ohne den Gefahren des Diebstahls oder Bruches zu lagern (Risk-Artikel). Dies ist derzeit vor allem für Düfte (siehe Kapitel 3.4.2) relevant.

Zukünftig steht durch Umbauarbeiten im ZL-Ost auch ein „Mann-zur-Ware“-Kommissionierbereich zur Verfügung. Dadurch können Artikel, die für den Sorter zu groß sind und zu hohe Abgangsmengen für den ROS-Bereich besitzen, über dieses Lager ausgeliefert werden. Es ist daher zukünftig keine genauere Differenzierung hinsichtlich der Abmessungen der Kolli notwendig.

Schnelldreher-Lager (Regionallager)

Über ganz Österreich sind sechs Regionallager verteilt, die für die Untersuchung des Trockensortiments relevant sind. Über diese werden schnelldrehende und vor allem Artikel mit hohen Abgangsmengen geliefert. Abgesehen von dem, in dieser Arbeit betrachteten, Trockensortiment spielen diese Lager eine wichtige Rolle bei der Verteilung von Mehrweg-Getränken und Saisonartikel (siehe dazu Kapitel „Artikel mit besonderer Behandlung“). Die Schnelldreher-Lager sind so verteilt, dass alle Gebiete möglichst wegoptimal beliefert werden können. Wie auch in den Zentrallagern, wird das Sortiment in den Schnelldreher-Lagern gespiegelt. Eine Ausnahme davon bilden Regionalartikel, die nur in einem Regionallager gelagert werden. Diese Artikel werden allerdings in dieser Arbeit nicht weiter erläutert (siehe dazu Kapitel 3.4.1).

Vier der betrachteten sechs Regionallager haben einen zusätzlichen Kühlbereich für das Frischesortiment, das in dieser Arbeit nicht weiter erläutert werden sollen. Weil diese vier Lager aber sowohl Frische- als auch Trockensortimentsartikel ausliefern, muss dies bei der Berechnung der Lagerkosten berücksichtigt werden (siehe Kapitel 3.4.6 Lagerkosten).

Cross-Dock

Derzeit existieren in der REWE International AG zwei Cross-Docking Gebäude die sich beide am Standort Wr.Neudorf befinden und nach den Handelsfirmen⁹⁷ BIPA und Merkur/Billa getrennt sind. In Zukunft sollen alle Handelsfirmen über ein einziges Cross-Dock mit Standort Wr.Neudorf, beliefert werden. Das Cross-Docking bei der REWE International AG weicht von dem der Literatur in einigen Punkten ab. Das Cross-Docking dient hier als Umschlagpunkt für Artikel mit besonders geringer Abgangsmenge. Die Bestellungen werden eine Woche lang gesammelt und dann an einem Stichtag an die jeweiligen Lieferanten weitergeleitet. Diese haben nach dem Bestelleingang eine Woche Zeit, um die benötigten Artikel in der richtigen Anzahl und Qualität zu liefern. Beim Eintreffen der Lieferung wird diese gemäß den

⁹⁶ Wareneinsatz = Lagermenge * Einkaufspreis

⁹⁷ als Handelsfirmen werden Billa, Merkur, Penny, Bipa und ADEG bezeichnet

Filialbestellungen verteilt. Nach der Lieferfrist werden die Rollcontainer verladen und zu den Märkten und Kunden transportiert. Durch diese Vorgehensweise existiert, wenn auch nur über einige Tage hinweg, genau genommen ein Lagerstand. Die Kosten dafür sind aber im Vergleich zu den anderen Lagerformen vernachlässigbar gering.



Abbildung 28: Aufstellflächen der Filialen im Cross-Dock⁹⁸

Wie bereits angesprochen besitzt im Cross-Dock jede Filiale einen eigenen Stellplatz für Rollcontainer (siehe Abbildung 28). Die sortenrein angelieferten Waren werden der Reihe nach auf die einzelnen Kunden aufgeteilt bis die Bestellung komplett ist und der Rollcontainer zum Warenausgang transportiert werden kann. Kann der Lieferant nicht innerhalb der Frist liefern oder kommt es wiederholt zu Fehllieferungen, so kann der Artikel in einem dem Cross-Dock angeschlossenen Lager gelagert werden, das bei REWE International AG als Pseudolager bezeichnet wird.

Pseudolager

An beide derzeit existierenden Cross-Docks sind, wie bereits erwähnt, sogenannte „Pseudolager“ angeschlossen. Durch diese Lager ist es möglich, Artikel quasi über Cross-Docking abzuwickeln, auch wenn der Lieferant diese nicht im geforderten Zeitraum liefern kann. Zusätzlich zum Verteilvorgang des Cross-Dockings kommt somit der Aufwand eines klassischen „Mann-zur-Ware“ Kommissioniervorgangs hinzu. Das Pseudolager besteht aus Palettenregalen und ähnelt daher den Schnelldreher-Lagern. Durch diesen Umstand lassen sich in weiterer Folge die Lagerkosten für das Pseudolager annähernd berechnen (siehe dazu Kapitel 3.4.6 Lagerkosten). In dieser Arbeit wird statt der Bezeichnung „Pseudolager“ ebenfalls der Begriff „Cross-Docking-C-Artikel-Lager“ (CDC) verwendet, welches das neu errichtete gemeinsame (Pseudo)Lager bezeichnet.

⁹⁸ Abbildung: REWE International Lager- und Transportgesellschaft m.b.H.

3.3 Definition unternehmensspezifischer Begriffe

Sortiment

Das Sortiment setzt sich neben dem in dieser Arbeit betrachteten Trockensortiment vor allem aus dem Tiefkühl- und Frischesortiment sowie den Mehrweg-Getränken zusammen. Das Tiefkühlsortiment wird entweder direkt vom Hersteller oder über ein externes Unternehmen ausgeliefert. Das Frischesortiment wird über spezielle Kühllager und die Mehrweg-Artikel werden zukünftig über die Regionallager geliefert (genaue Beschreibung im Kapitel 3.4.2 Sonderkriterien). Das Trockensortiment ist definiert als alle Produkte die keine Kühlung erfordern. Obwohl prinzipiell das gesamte Trockensortiment Gegenstand dieser Arbeit ist, werden einige Artikelgruppen, aus Gründen die im Kapitel 3.4.1 „Ausschlusskriterien“ aufgeführt sind, nicht analysiert.

Kolli

Während eine Palette im Normalfall die größte logistische Einheit darstellt, bilden Kolli (auch Colli) bei der REWE International AG die kleinste logistische Einheit. Ein Kolli ist somit die kleinste Menge die von einem Kunden bzw. Markt bestellt werden kann. Diese beinhalten wiederum Verkaufseinheiten, die im Markt vom Endverbraucher gekauft werden können. Dabei unterscheiden sich sowohl die Größe als auch die Anzahl der Verkaufseinheiten in einem Kolli zwischen den Artikel. In den folgenden Abbildungen sind einige Kolli beispielhaft dargestellt:



Abbildung 29: Beispiele für die Einheit "Kolli"⁹⁹

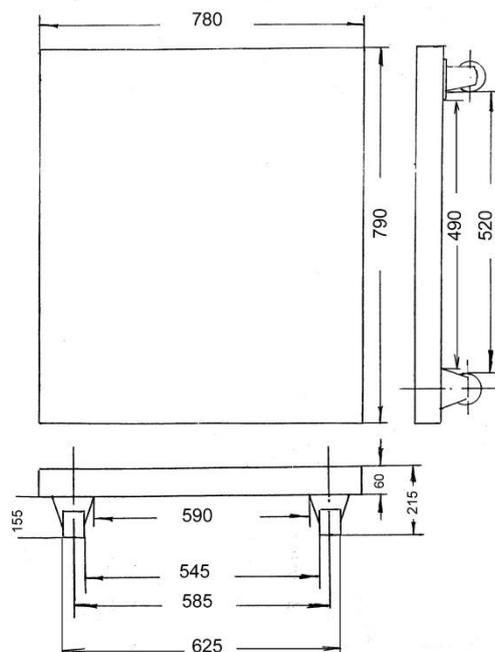
Das Kolli in der linken Abbildung fasst zwölf Verkaufseinheiten und ist mittels einer Schumpffolie verpackt. Der Karton schützt den Inhalt vor Stößen von außen. Bei den beiden anderen Abbildungen sind die Kolli so verpackt, dass diese nach der Ablösung des Deckels auch als Regalkarton verwendet werden können. Das heißt, diese werden als Einheit in die Regale des Marktes geschichtet, wodurch Zeit gespart werden kann.

⁹⁹ Abbildungen: REWE International Lager- und Transportgesellschaft m.b.H.

Die Verpackung der Kolli ist besonders im Zentrallager-Ost (Wr.Neudorf) wichtig, da diese durch die Sortieranlage (siehe weiter unten „Sorter“) stark belastet wird. Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass die Verpackung Stabilität verleiht und vor physischen Beeinträchtigungen wie Staub, Schmutz oder Feuchtigkeit schützt. Des Weiteren müssen die Klebestellen und Perforationen richtig dimensioniert sein.

Ladungsträger (Rollcontainer)

Beim Transport von großen Warenmengen werden als Ladungsträger Europaletten eingesetzt. Lieferungen von einzelnen Kolli (abgesehen von Ganzpaletten) bzw. kleineren Mengen erfolgen mittels Rollcontainern, bei denen auf zwei Seiten ein Gitter angebracht ist. In den Lagern werden die Bestellungen filialrein auf diese Rollcontainer sortiert. Der wesentliche Vorteil besteht darin, dass diese Schwerlastrollen besitzen, und somit ohne Hilfsmittel transportiert werden können. Dadurch wird der Aufwand für die Verteilung der Artikel in der Filiale erheblich reduziert.



Abmessungen in Millimeter

Abbildung 30: Abmessungen eines Rollcontainers¹⁰⁰

In Abbildung 30 ist links ein Rollcontainer der REWE International AG dargestellt. Der Kunststoffboden gewährleistet ein geringes Gewicht und die Schwerlastrollen eine einfache Handhabung. Durch zwei Spanngurte lassen sich die beiden Gitterseiten des Rollcontainers zusammenziehen und sorgen damit für Stabilität.

Auf der rechten Bildseite sind der Aufbau und die Abmessungen eines Rollcontainers dargestellt. Mit einem Grundplattenmaß von 79x78 cm hat ein Rollcontainer in etwa

¹⁰⁰ Abbildung: REWE International Lager- und Transportgesellschaft m.b.H.

die halbe Grundfläche einer Europalette, womit sich auch zirka das halbe Transportvolumen dieser transportieren lässt. Bei einer maximalen Beladungshöhe von 160 cm ergibt sich ein Volumen von 0,98592 m³. Dieses wird in weiterer Folge für die Berechnung der Transportkosten relevant sein, da diese für jeden Artikel auf Basis des Rollcontainervolumens berechnet werden (siehe dazu Kapitel 3.4.5 Transportkosten).

Sorter

Im Zentrallager-Ost (ZL-Ost) werden im automatischen Sortierbereich die Waren durch einen sogenannten „Sorter“ auf die Kunden verteilt. Nach dem Picken¹⁰¹ werden die Artikel vom System gescannt und über Schalen zu Rutschen transportiert, denen einzelne Kunden zugeordnet sind.



Abbildung 31: Rutschen der Sortiereinrichtung¹⁰²

Abbildung 31 zeigt eine solche Rutsche an dessen Ende ein Mitarbeiter die einzelnen Kolli auf die Rollcontainer für die Filiale schichtet. Durch dieses System können die Wege für die Mitarbeiter kurz gehalten werden und dadurch ein hoher Durchsatz bei gleichzeitig hoher Artikelanzahl gewährleistet werden.

Rüsten/Rüstplätze

Als Rüsten wird bei der REWE International AG das Kommissionieren bezeichnet. In allen Lagern gibt es dazu Rüstplätze (Kommissionierplätze) mit artikelreinen Paletten von denen einzelne Kolli entnommen werden. Zu jedem Rüstplatz gibt es eine unterschiedliche Anzahl an Lagerplätzen auf denen die Ganzpaletten als Nachschub lagern. Die Anzahl der Lagerplätze hängt von der Abgangsmenge des Artikels ab. Ist die Palette auf dem Rüstplatz leer, wird eine aus dem Lagerplatz nachgeschoben. Im Zentrallager-Ost befinden sich diese vor allem im Hochregallager. In den Schnelldreher-Lagern werden die Nachschubpaletten möglichst nahe an den Rüstplätzen gelagert um kurze Wege sicher zu stellen.

¹⁰¹ Kommissionieren der Waren

¹⁰² Abbildung: REWE International Lager- und Transportgesellschaft m.b.H.

3.4 Identifizierung und Ermittlung der entscheidungsrelevanten Parameter

Im nachfolgenden Kapitel wird die Berechnung der Parameter erläutert mit Hilfe derer die optimale Lagerzuordnung ermittelt werden kann. Im Zuge der Arbeit wurden drei Kosten identifiziert, die einen maßgeblichen Einfluss auf diese Zuordnung haben. Diese sind die Kapitalbindungs-, Transport- und Lagerkosten. Da die Lager nur begrenzte Ressourcen besitzen, ist es notwendig Restriktionen festzulegen, damit die maximale Abgangsmenge und Artikelanzahl pro Lager nicht überschritten wird. Im Unterkapitel Ausschluss- und Sonderkriterien werden Artikelgruppen erläutert die entweder von der Analyse ausgeschlossen oder gesondert behandelt werden müssen. Für die Ermittlung von Kennzahlen und Kosten wurden in dieser Arbeit immer Vergangenheitsdaten der letzten zwölf Monate (August 2012 bis Juli 2013) herangezogen.

3.4.1 Ausschlusskriterien

Die im Folgenden beschriebenen Artikelgruppen werden auf Grund ihrer Eigenschaften in dieser Arbeit nicht in die Analyse miteinbezogen.

Frischdienst

Wie bereits erwähnt werden alle Produkte des Frischdienstes (Kühlprodukte) ausgeschlossen, da diese in eigenen Lagern gelagert werden. Eine Neuordnung dieser Artikel ist daher nicht notwendig.

Unkosten

Zu den Unkosten zählen alle Artikel die zum Betrieb einer Filiale notwendig sind. Dazu zählen beispielsweise Einkaufssackerl und Reinigungsmaterial. Da diese Artikel aus einem eigenem Unkostenlager geliefert werden, ist deren weitere Betrachtung an dieser Stelle ebenfalls nicht notwendig.

Direktlieferungen

Als Direktlieferungen werden Lieferungen bezeichnet, die direkt vom Hersteller an die Märkte geliefert werden. Diese machen nur einen kleinen Bruchteil des Trockensortiments aus und müssen nicht zwischengelagert werden. Aus diesem Grund werden sie von der Betrachtung ausgeschlossen.

Penny Artikel

Artikel für die Handelsfirma „Penny“ werden auf Grund der hohen Abgangsmenge oft als Ganzpaletten geliefert und daher über ein eigenes Lager abgewickelt. Eine

Umlagerung ist aus diesem Grund nicht möglich, weshalb diese Artikelgruppe ebenfalls von der Analyse ausgenommen wird.

Regionalprodukte

Regionalprodukte werden, wie der Name sagt, nur in bestimmten Regionen verkauft. Um die Transportkosten möglichst gering zu halten werden sie nur im nächst gelegenen Regionallager gelagert. Eine Umlagerung würde hohe Transportkosten verursachen und wäre nicht nachhaltig. Ist ein Produkt daher derzeit nur in einem Schnelldreher-Lager gelagert, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um ein Regionalprodukt handelt. Eine Ausnahme bilden dabei derzeit noch die Merkur Artikel im Schnelldreher-Lager Wr.Neudorf, die nur an diesem Standort lagern, aber nach ganz Österreich geliefert werden.

Saisonartikel

Besonders zur Weihnachts-, Oster-, Sommer- und Winterzeit gibt es sehr viele saisonale Produkte. Diese Artikel werden ausgeschlossen, da sie meistens als Display oder Paletten ausgeliefert werden. Weil außerdem keine lange Lagerung dieser Artikel notwendig ist, werden sie über die Schnelldreher-Lager oder das Cross-Docking abgewickelt. Durch den Nullperiodenanteil (siehe Kapitel 2.2.1 „XYZ-Analyse“) lassen sich Saisonartikel sehr schnell identifizieren. Der Anteil an den betrachteten Artikel mit einem Nullperiodenanteil > 0 liegt nur bei 4,4%. Bei diesen Produkten handelt es sich nicht um Saisonartikel, sondern Produkte die während den vergangenen zwölf Monaten in das Sortiment aufgenommen wurden.

Produkte von Vorteils- und Treueaktionen

Produkte von Vorteils- und Treueaktionen der verschiedenen Handelsfirmen („Friends of Merkur“, Billa Vorteilsclub, BipaCard und Babyclub) sind immer nur kurzfristig erhältlich und werden daher von der Analyse ausgeschlossen.

3.4.2 Sonderkriterien

Düfte

Düfte stellen eine besondere Warenkategorie dar, da sie nur in großen Mengen eingekauft werden können, ihr Wert pro Stück sehr hoch, aber die Abgangsmenge sehr niedrig ist. Dadurch sind einerseits die Kapitalbindungskosten sehr hoch, und andererseits, besteht das Problem der Sicherung im Lager. Derzeit werden die Düfte entweder in einem speziellen ROS-Bereich des Zentrallager-Ost gelagert (siehe Kapitel 3.2 Lagerstruktur) oder über das Cross-Docking abgewickelt. Im Fall des Cross-Dockings werden sie aus einem Fremdlager angeliefert, das in Zukunft eingespart werden soll. Aus diesen Gründen werden zukünftig alle Düfte im neuen Pseudolager gelagert.

Gefahrgutartikel

Gefahrgutartikel, also leicht brennbare und/oder explosionsgefährdete bzw. unter Druck stehende Artikel müssen laut Gesetz in einem gesonderten Bereich gelagert werden, der vom restlichen Gebäude isoliert ist. Einen solchen Raum gibt es nur in den Zentrallagern West und Ost. Daher müssen Artikel die, anhand ihrer UN-Nummer¹⁰³, als Gefahrgut eingestuft werden, entweder im Zentrallager gelagert oder über das Cross-Docking abgewickelt werden. Im zweiten Fall ist aufgrund der fehlenden Lagerung kein Gefahrgutlager notwendig, sofern der Artikel nicht dem Pseudolager zugeteilt wird.

Displays

Als Display werden Artikel bezeichnet bei denen ein Kolli aus einer Palette besteht (siehe Abbildung 32). Das heißt Displays sind Ganz-, Halb- oder Viertelpaletten die meistens auch direkt in den Verkaufsraum gestellt werden. Da Displays immer über die Schnelldreher-Lager oder das Cross-Docking geliefert werden, müssen diese in weiterer Folge ebenfalls nicht genauer betrachtet werden. Sie können wie bereits erwähnt über den BE-PAL¹⁰⁴ Faktor „1“ oder über den Zusatz „Display“ in der Artikelbezeichnung identifiziert werden.



Abbildung 32: Display (Halbpalette)¹⁰⁵

¹⁰³ Stoffnummer zur Identifizierung aller gefährlichen Stoffe deren Umgang in den Model Regulations der UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods festgelegt wird.

¹⁰⁴ Verhältnis von Kolli zu Palette, also wie viele Kolli sich auf einer Palette befinden

¹⁰⁵ Abbildung: Mondelēz International, 2013

Mehrweg-Getränke

Mehrweg-Getränke sind Getränke die in Mehrwegflaschen abgefüllt sind. Für die Verpackung wird ein Pfand verlangt und die Flaschen können nach dem Gebrauch retourniert werden. Zukünftig sollen alle Mehrweg-Getränke automatisch über die Schnelldreher-Lager ausgeliefert werden, weshalb eine genauere Betrachtung auch bei diesen Artikeln nicht notwendig ist.

Liste der jetzigen Lieferanten „CD fähig“ und „nicht CD fähig“

Für das Cross-Docking müssen die Lieferanten fähig sein, die bestellte Ware fehlerfrei¹⁰⁶ innerhalb von sieben Tagen zu liefern. Wie bereits im Kapitel 3.2 beschrieben, gibt es Lieferanten denen eine Anlieferung unter diesen Bedingungen nicht möglich ist. Es besteht dann die Möglichkeit, diesen Artikel in das so genannte Pseudolager aufzunehmen. Dieses Lager ist im Cross-Dock untergebracht und soll als eine Art Puffer dienen. Da mit jedem Lieferanten, der zukünftig an das Cross-Dock liefern soll, einzeln verhandelt werden muss, wird dieser Punkt in der Arbeit nicht weiter betrachtet. Allerdings kann bei Lieferanten, deren Produkte derzeit im Pseudolager gelagert werden, davon ausgegangen werden, dass sie auch zukünftig zu keiner Cross-Docking-Belieferung fähig sind. Dasselbe gilt im umgekehrten Sinn für Lieferanten die derzeit bereits Cross-Docking fähig sind. Darauf wird bei der Artikelzuordnung Rücksicht genommen.

Artikel der Handelsfirma BIPA

Alle Bestellungen von Artikel der Handelsfirma BIPA werden unabhängig von der Abgangsmenge über das Cross-Dock bzw. das Pseudolager oder die Zentrallager abgewickelt. BIPA Artikel besitzen normalerweise sehr geringe Abmessungen und Abgangsmengen. Weil die Transportkosten stark vom Volumen und der Menge abhängen, ist der Aufwand für die Lieferung über die Schnelldreher-Lager in diesem Fall nicht rentabel. Einzelne Artikel sind sowohl bei BIPA, als auch bei anderen Handelsfirmen gelistet, was zu einer höheren Abgangsmenge führt. Ist diese so hoch, dass der Artikel laut Analyse den Schnelldreher-Lagern zugeteilt wird, muss dieser zusätzlich auch in den Zentrallagern gelagert werden. Die Mengenaufteilung zwischen Zentral- und Regionallager erfolgt nach einer Analyse von derzeitigen Artikeln gesondert nach den Warengruppen:

- Getränke: 3,5% Zentrallager, 96,5% Regionallager
- sonstige Artikel: 33% Zentrallager, 67% Regionallager

Dabei ist zu erkennen, wieso diese Einteilung getroffen werden muss. Alle Artikel, außer den Getränken, teilen sich zu 1/3 BIPA und 2/3 den restlichen Handelsfirmen

¹⁰⁶ richtige Ware, in der richtigen Menge und ohne Beschädigungen

auf, während die Getränke fast zur Gänze auf die Handelsfirmen Billa, Merkur und ADEG entfallen. Diese Zahlen beziehen sich auf die Abgangsmenge, wirken sich dadurch allerdings auch zu gleichen Teilen auf die Lagermenge aus, die in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet wird.

ADEG Lager Spittal/Drau

Die ADEG Artikel, die derzeit noch aus dem ADEG-Zentrallager Spittal geliefert werden, sollen mit Ende November 2013 über die Lagerstruktur der REWE abgewickelt werden. Die Einteilung dieser Artikel ist bereits bekannt, weshalb in der Betrachtung nur dafür gesorgt werden muss, dass genügend Lagerplätze und Kapazitäten frei bleiben.

Im Detail gibt es derzeit ca. 5.500 ADEG Artikel, die wie folgt aufgeteilt werden:

- 2.700 Artikel sind bereits im Zentrallager und werden in dieser Arbeit wie alle anderen Artikel mitberücksichtigt
- 400 Artikel werden Ende November 2013 ins Zentrallager umgelagert
- 2.400 Artikel werden zukünftig über Cross-Docking abgewickelt wobei 300 davon im Pseudolager gelagert werden müssen

Als Abgangsmenge wird folgende Verteilung der insgesamt 5,5 Mio. ADEG Kolli pro Jahr angenommen:

- 4 Mio. Kolli/Jahr über das Zentrallager
- 1,5 Mio. Kolli/Jahr über Cross-Docking

Zu berücksichtigende Kapazitätsänderungen

In folgender Liste werden alle Kapazitätsänderungen für die zukünftige Situation nochmals zusammengefasst:

- Der Vollbetrieb des Zentrallager-West in Ohlsdorf bringt mehr Kapazitäten bei der Auslieferungsmenge und verkürzt die Transportwege.
- Erweiterung des Zentrallager-Ost um 800 Artikelplätze.
- Zusammenführung von Cross-Docking BIPA, Billa/Merkur und ADEG zu einem gemeinsamen. Im Zuge dessen wird das Pseudolager auf ca. 6.000 Artikelplätze erweitert.

3.4.3 Artikeleigenschaften

Abgangszahlen

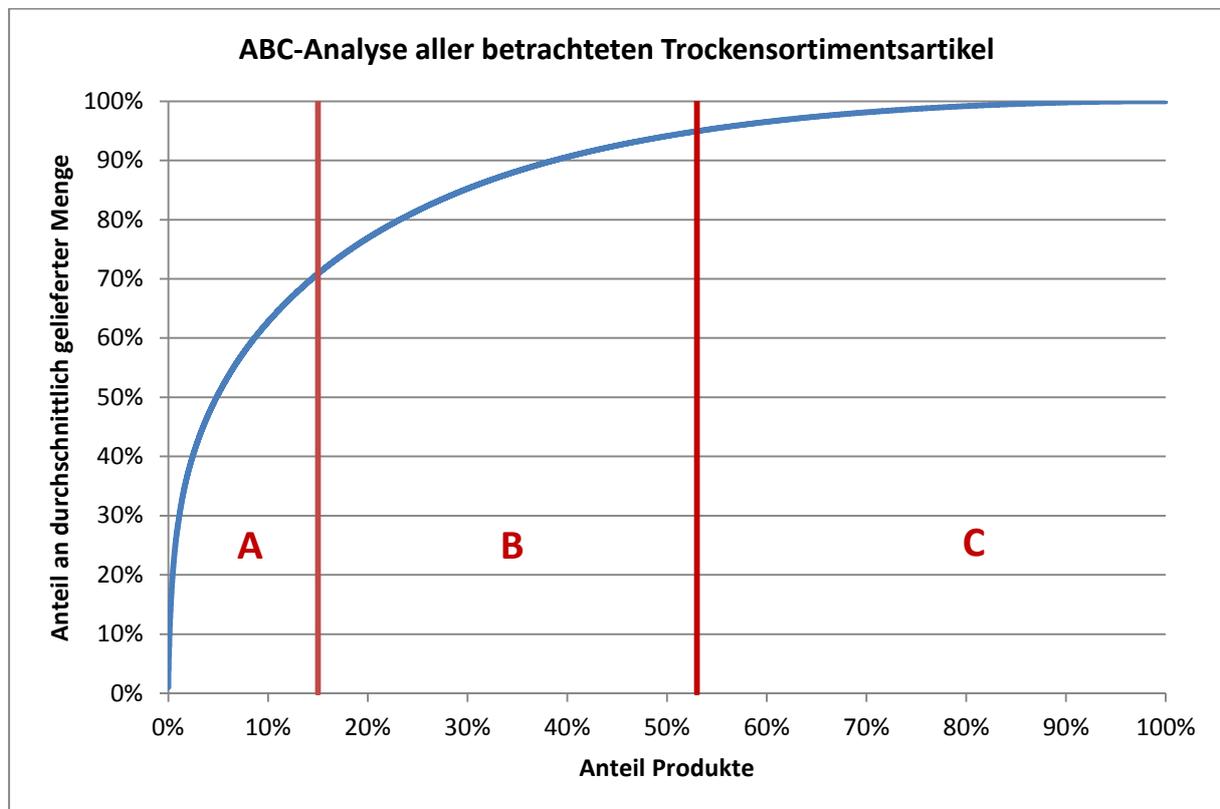


Abbildung 33: ABC-Analyse der Liefermenge

Die Abgangsmenge ist ein wichtiges Kriterium für die Zuordnung der Artikel zum richtigen Lagertyp. Durch eine ABC-Analyse wurde festgestellt, dass 15% der Produkte 70% der Liefermengen erzeugen. 45% der Produkte erzeugen jedoch nur ca. 5% der Mengen (siehe Abbildung 33). Da die drei Lagertypen durch diese Abgangsmengen charakterisiert sind, können diese Grenzen als erstes Kriterium angenommen werden. Die untere Grenze ist somit ein Kriterium für die Zuordnung zum Cross-Docking (niedrige Abgangszahlen) und liegt bei 185 Kolli/Monat. Die obere Grenze liegt bei ca. 1.000 Kolli pro Monat, was in etwa auf 15% aller Artikel zutrifft. Dadurch würden alle Artikel deren Abgangsmenge größer ist den Schnelldreher-Lagern zugeordnet werden. Dies entspricht jedoch einer Anzahl von ca. 2.500 Artikeln und damit zu viel für die Schnelldreher-Lager, in denen maximal 900 unterschiedliche Artikel gelagert werden können. Die Grenze der Abgangsmenge für die Regionallager muss somit deutlich höher angesetzt oder ein anderes Kriterium gefunden werden.

Um sicher zu stellen, dass nur aktuelle Artikel in die Analyse einfließen, wurden alle Artikel die im letzten Monat (Juli 2013) keinen Abgang hatten ausgeschlossen.

Volumen

Neben den Abgangszahlen ist auch das Volumen der Artikel ein wichtiger Einflussfaktor, da es einen direkten Einfluss auf die Transportkosten hat. Je großvolumiger ein Artikel ist, desto mehr Laderaum benötigt er und desto weniger Stück dieses Artikels können in einer Transporteinheit transportiert werden.

Das Volumen wird pro Kolli berechnet und entspricht dem Produkt aus Höhe, Breite und Länge und wird in Kubikmeter (m³) angegeben:

$$\text{Volumen} = \text{Höhe} * \text{Breite} * \text{Länge}$$

Volumen ... in m³

Höhe, Breite, Länge in m

Formel 7: Formel zur Berechnung des Volumens eines Kolli

Um das aktuelle Trockensortiment hinsichtlich der Volumina analysieren zu können, wurde eine GMK-Analyse durchgeführt. Dabei werden, wie bereits in Kapitel 2.2.1 beschrieben, die Artikel anhand ihrer Abweichung vom Mittelwert in Gruppen eingeteilt. Die Grenzen dieser Gruppen sind frei wählbar und für diese Analyse wie folgt festgelegt:

- < -50%: kleinvolumige Kolli
- ± 50%: Kolli mit durchschnittlichem Volumen
- > 50%: großvolumige Kolli

Der Mittelwert der Volumen über alle betrachteten Trockensortimentsartikel beträgt 0,0084m³.

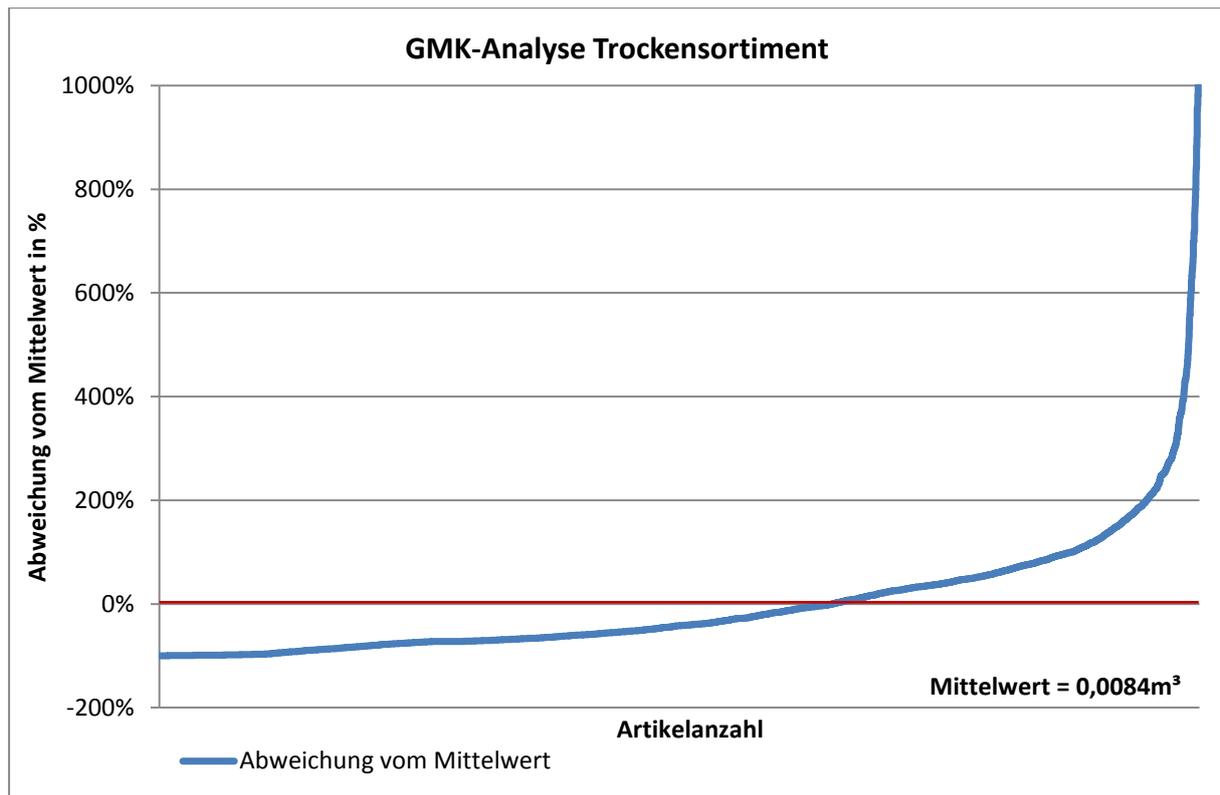


Abbildung 34: GMK-Analyse der Trockensortimentsartikel

Abbildung 34 zeigt die Volumenabweichung der einzelnen Artikel vom Mittelwert des Trockensortiments, wobei die Artikel aufsteigend sortiert wurden. Dabei stellt die rote Linie mit einer Abweichung von 0% den Mittelwert dar. Auf der Abszisse ist die Artikelanzahl aufgetragen, auf deren detaillierte Beschriftung in dieser Abbildung aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet wurde. In diesem Diagramm ist gut zu erkennen, dass der Großteil der Artikel im Bereich zwischen $\pm 100\%$ liegt. Im rechten Bereich des Diagrammes steigt die Kurve stark an. Der Grund dafür sind einige wenige Artikel mit einem sehr großen Volumen, die somit auch einen besonders großen Einfluss auf die Transportkosten haben. Diese Produkte sollten daher, wenn möglich, nur über kurze Strecken transportiert werden.

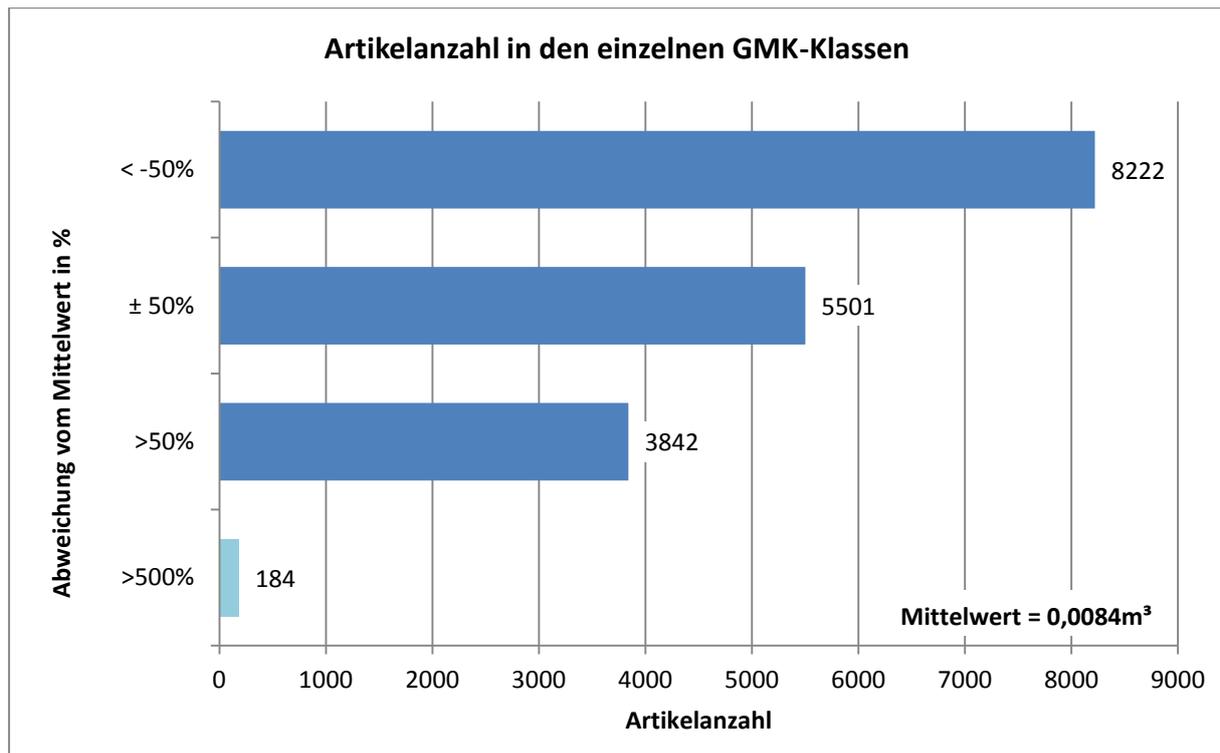


Abbildung 35: Anzahl der Artikel in den GMK-Klassen

Um eine Vorstellung zu erhalten, um welche Größenordnung es sich in den einzelnen Gruppen handelt, wurde die Anzahl in Abbildung 35 dargestellt. Nur ca. 3.800 Artikel haben ein Volumen, das mehr als 50% größer als der Durchschnitt ist. Im untersten türkis eingefärbten, Balken ist zusätzlich die Anzahl der Artikel dargestellt die eine Volumenabweichung von über 500% besitzen, was einem Volumen von größer 0,05m³ entspricht. Die Transportkosten dieser Artikel werden, bis auf wenige Ausnahmen, den überwiegenden Kostenanteil an den Gesamtkosten darstellen.

Nähere Erklärungen dazu, wie das Volumen der Artikel in die Entscheidung der Lagerzuordnung einfließt, sind Kapitel 3.4.5 zu entnehmen.

3.4.4 Kapitalbindungskosten

Reichweite

Wie bereits im Kapitel 2.1 erwähnt, gibt die Reichweite an, wie lange der Lagerstand eines Artikels bei einer bestimmten Abgangsmenge ausreicht. Allerdings sind die Reichweiten, die sich aus den Daten errechnen lassen, nicht repräsentativ. Beispielsweise haben Artikel, die derzeit dem Cross-Docking zugeordnet sind, keinen Lagerstand, wodurch auch keine Reichweite errechnet werden kann. Da die reale Reichweite nicht herangezogen werden kann, muss für jeden Lagertyp eine fiktive Reichweite ermittelt werden, um daraus in einem weiteren Schritt die Kapitalbindungskosten berechnen zu können. Als Merkmal für die Genauigkeit dieser Näherung wird die Differenz zur tatsächlichen Reichweite heran gezogen. Wird pro Lager eine fiktive Reichweite über alle Artikel berechnet, ist die Abweichung zur realen Reichweite mit durchschnittlich (-)35% relativ hoch. Das heißt, im Durchschnitt, ist die fiktive berechnete Reichweite um 35% niedriger als die tatsächliche.

Die Reichweite verändert sich derzeit bei den meisten Artikel mit der Abgangsmenge. Artikel mit hohen Abgangsmengen haben somit auch eine niedrige Reichweite und umgekehrt. Aus diesem Grund können die Artikel in jedem Lager nach ihrem Abgang in ABC-Klassen eingeteilt und pro Klasse eine Reichweite berechnet werden. Für Artikel im Pseudolager ist eine weitere Aufteilung auf Grund der geringen Artikelanzahl nicht sinnvoll. Bei diesem Lager wird weiterhin der Durchschnittswert der Reichweiten aller Artikel herangezogen, der, wie Abbildung 36 zeigt, deutlich höher als jene in den anderen Lager ist.

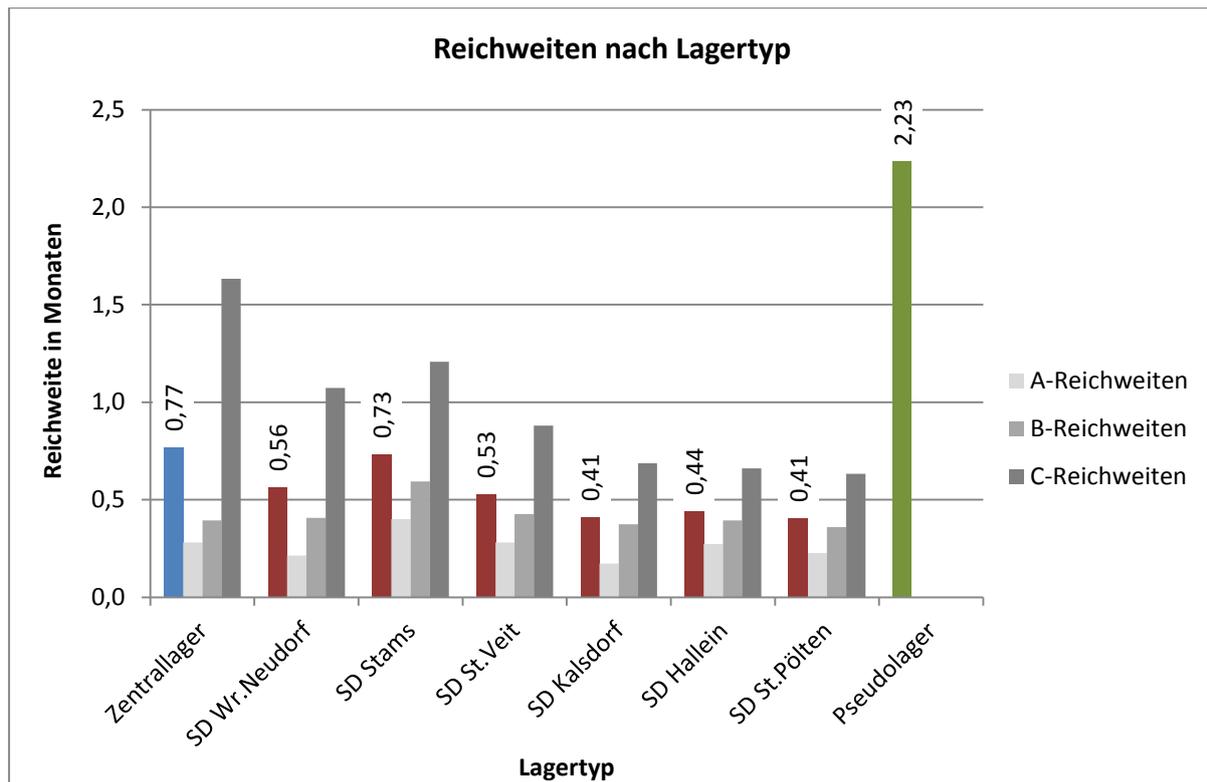


Abbildung 36: ABC-Reichweiten aufgeteilt nach Lagertyp

Abbildung 36 zeigt die Aufteilung der Reichweiten (in Monaten) für jedes Lager und, wenn vorhanden, auch in die ABC-Klassen. Die grauen Balken veranschaulichen dabei die Reichweite für jede der einzelnen ABC-Klassen und die farbigen Balken deren Durchschnitt. Es ist zu erkennen, dass die Differenzen zwischen den Klassen innerhalb eines Lagers sehr groß sind. Vor allem beim Zentrallager entsteht dadurch eine hohe Abweichung zwischen dem fiktiven und tatsächlichem durchschnittlichen Lagerbestand. Ebenfalls gut erkennbar ist in obiger Abbildung, dass die Artikel der Schnelldreher-Lager eine geringere Reichweite aufweisen als jene in den anderen Lagern. Die hohe Reichweite im Pseudolager lässt sich dadurch erklären, dass diese Artikel eigentlich über Cross-Docking geliefert werden sollten und nur die unzuverlässige Lieferung eine Lagerung erforderlich macht. Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten sind die Lagerstände im Vergleich zu den Abgangsmengen sehr hoch, was in einer hohen Reichweite resultiert.

		ZL	SN	SS	SV	SK	SH	A1	Mittelw. SD
A [20%]	Reichweite	0,28	0,21	0,40	0,28	0,17	0,27	0,23	0,26
	Abgangsmenge	2.399	12.000	1.600	3.267	12.513	3.543	7.869	6.799
B [90%]	Reichweite	0,39	0,41	0,59	0,43	0,37	0,39	0,36	0,43
	Abgangsmenge	269	257	69	122	223	187	249	184
C [100%]	Reichweite	1,63	1,07	1,21	0,88	0,69	0,66	0,63	0,86
	Abgangsmenge	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 7: Abgangsmengen und Reichweiten durch die ABC-Einteilung

Um neue Artikel zukünftig in diese Klassen einteilen zu können, werden Grenzen für die Abgangsmengen benötigt. Obige Tabelle 7 zeigt die Reichweiten der einzelnen ABC-Klassen und die dazugehörigen Grenzen der Abgangsmengen. Die Werte für die Reichweiten sind in Monaten angegeben. Da die Werte für die einzelnen Regionallager auf Grund der unterschiedlichen Größen sehr schwanken, wurde ein Durchschnitt über diese gebildet. Weil in den Schnelldreher-Lagern vor allem Artikel mit sehr hohen und nur wenige Artikel mit niedrigen Abgangsmengen gelagert werden, ist die erste Grenze mit ca. 6.800 Kolli pro Monat höher und die zweite Grenze mit 184 Kolli pro Monat deutlich niedriger als im Zentrallager.

Die Vermutung, dass die Genauigkeit der Reichweitenabschätzung durch die ABC-Einteilung erhöht werden kann, bestätigt sich durch die Berechnung der Abweichungen mit diesen, da der Fehler im Durchschnitt dann nur noch bei (-)2% liegt.

Kosten der Kapitalbindung

Wie bereits im Kapitel 2.1 erklärt, verursacht jeder Lagerbestand Kosten durch die Bindung des Kapitals im Lager, da dieses nicht anderweitig investiert werden kann. Diese Kosten müssen bei den Zentral-, Schnelldreher- und beim Pseudolager berücksichtigt werden. Beim Cross-Docking fallen auf Grund der fehlenden Bestände keine Kapitalbindungskosten an. Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, wurden für alle Artikel pro Lagertyp eine fiktive Reichweite errechnet, woraus in weiterer Folge auch ein fiktiver Lagerstand ermittelt werden kann. Auf Grund der unterschiedlichen durchschnittlichen Lagerverweildauer je Lager, sind auch die Kapitalbindungskosten pro Artikel für jedes Lager unterschiedlich.

Bei REWE International AG wird der Zinssatz für entgangene Zinsen aktuell mit 4% p.a. angegeben. Da die Artikeldaten alle in Monatswerten berechnet wurden, muss dieser Jahreszinssatz gemäß Kapitel 2.1 auf einen Monatszinssatz umgerechnet werden.

$$\text{Monatszinssatz} = \sqrt[12]{1 + 0,04} - 1 = 0,003274$$

Formel 8: Berechnung des Monatszinssatzes

Durch diese Rechnung ergibt sich somit ein monatlicher Zinssatz für entgangene Zinsen von 0,3274%. Dieser entspricht dem monatlichen Verlust der durch die Bindung des Kapitals im Lager entsteht.

Da sich dieser Zinssatz nicht zwischen den Lagertypen unterscheidet, variieren die Kosten der verschiedenen Lagertypen nur auf Grund der Reichweitenunterschiede, wie dem vorherigen Kapitel zu entnehmen ist.

3.4.5 Transportkosten

Postleitzahlengebiete

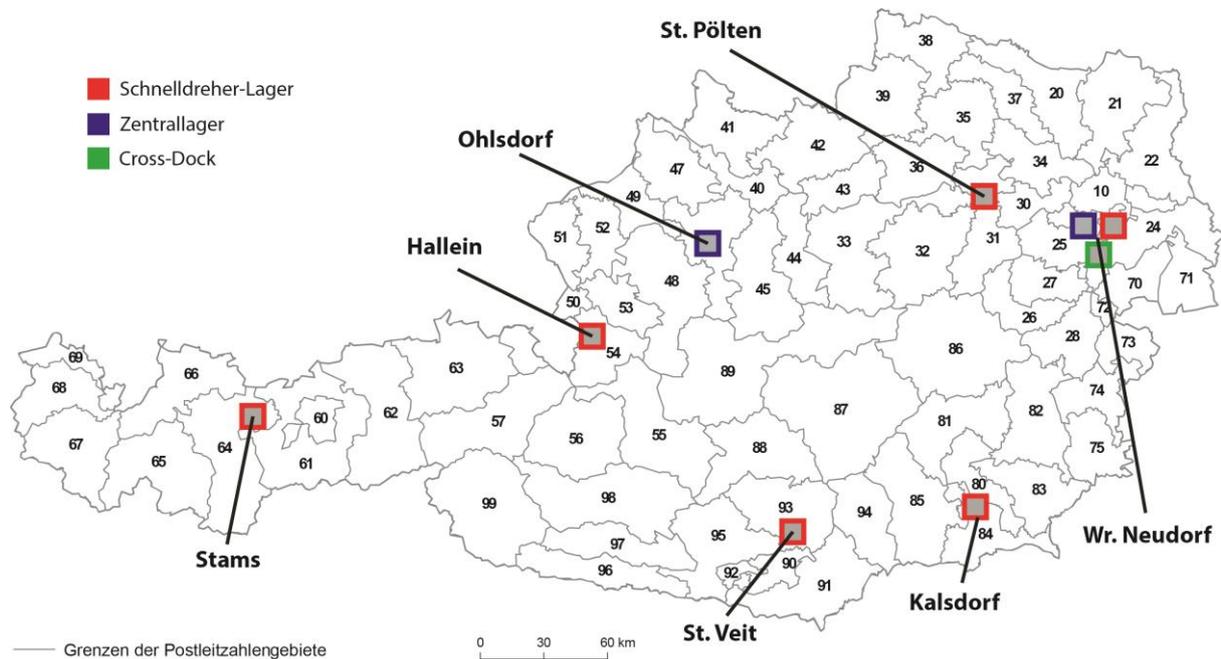


Abbildung 37: Österreichische Postleitzahlengebiete¹⁰⁷

Obige Abbildung 37 zeigt die 74 zweistelligen österreichischen Postleitzahlengebiete (im folgenden PLZ-Gebiete genannt) und die Lagerstandorte der für das Trockensortiment relevanten Lager. Zur Berechnung der Transportwege werden für jedes Lager die Strecken zwischen Lagerstandort und Zentrum des PLZ-Gebietes heran gezogen. Auf diese Weise können für alle Lager 74 Strecken berechnet werden, welche die Grundlage für die Ermittlung der Transportkosten bilden.

Liefergebiete

Mit dem Vollbetrieb des neu errichteten Zentrallager-West (Ohlsdorf) teilen sich die beiden Zentrallager die Liefergebiete nach der Entfernung auf. Abbildung 38 zeigt die Zuordnung der PLZ-Gebiete zum jeweiligen Zentrallager, wobei das Zentrallager-Ost (dunkelblau) den Osten von Österreich beliefert und das Zentrallager-West Mittel- und Westösterreich.

¹⁰⁷ Quelle: Karte: Statistik Austria

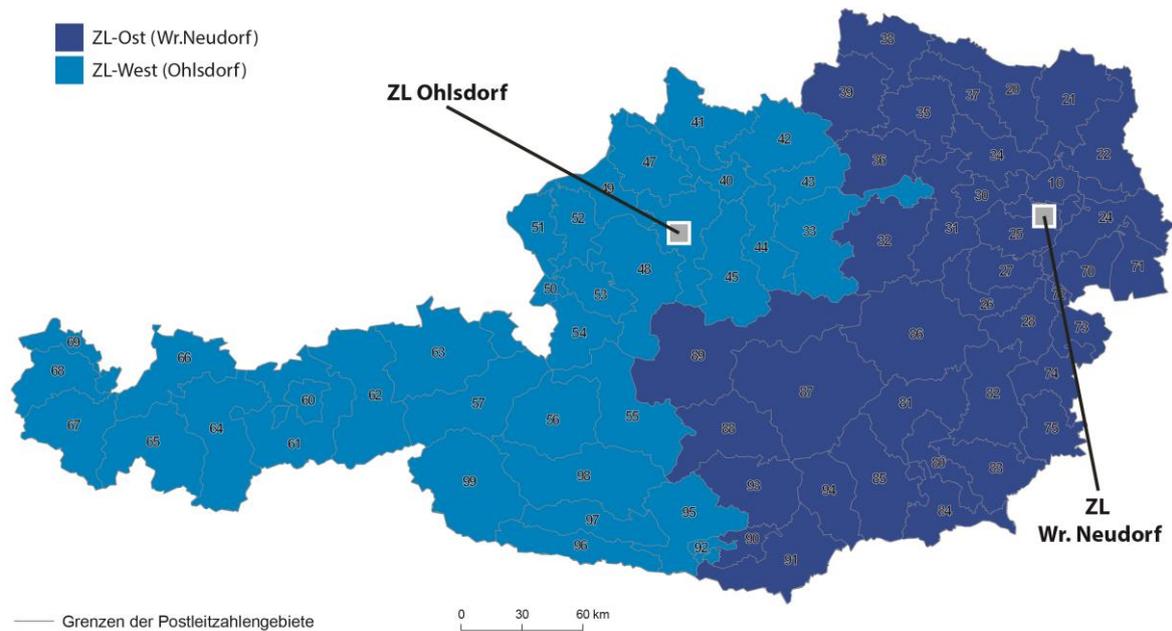


Abbildung 38: Liefergebiete der Zentrallager¹⁰⁸

Die Schnelldreher-Lager beliefern ihr unmittelbares Einzugsgebiet und teilen sich die österreichischen PLZ-Gebiete somit wegoptimal auf. Eine Ausnahme bildet dabei derzeit das Schnelldreher-Lager Wr. Neudorf, von dem aus ganz Österreich mit Merkur Artikel beliefert wird. Zukünftig werden aber auch diese Artikel aus allen Schnelldreher-Lagern geliefert und das Lager Wr. Neudorf beliefert ab diesem Zeitpunkt ebenfalls nur noch seine direkte Umgebung.

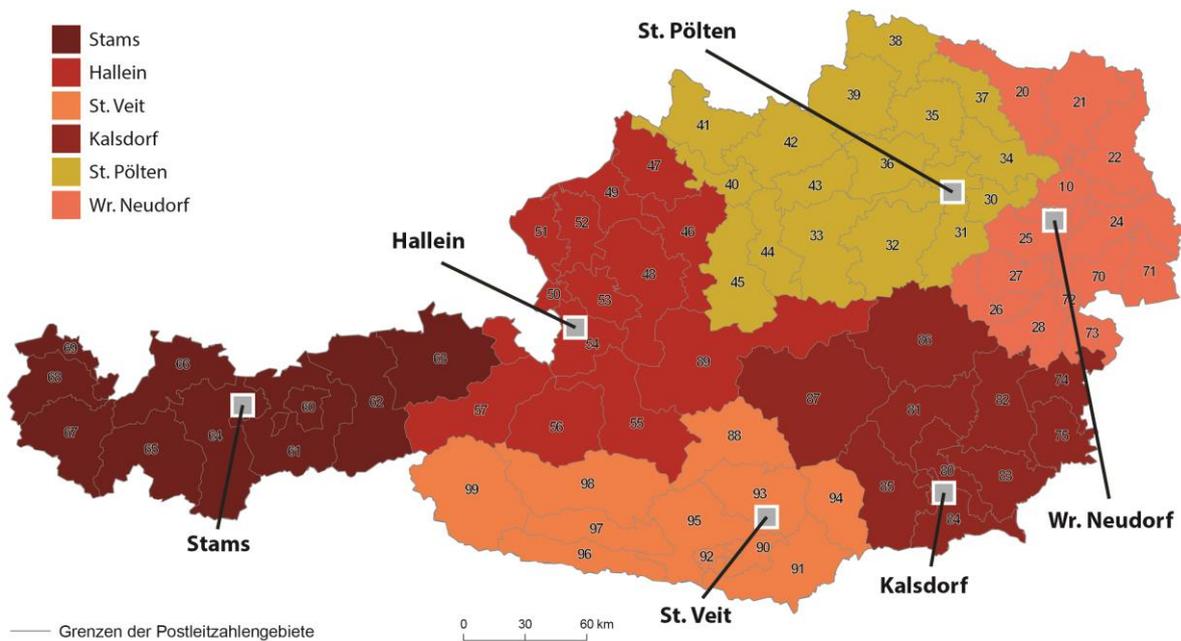


Abbildung 39: Liefergebiete Schnelldreher-Lager¹⁰⁹

¹⁰⁸ Quelle: Karte: Statistik Austria

¹⁰⁹ Quelle: Karte: Statistik Austria

Abbildung 39 stellt die zukünftige Aufteilung der Liefergebiete der Regionallager anhand der österreichischen PLZ-Gebiete dar, wobei die unterschiedlichen Farben die Zuordnung zu den jeweiligen Lagern kennzeichnen.

Wie bereits erwähnt, wird es zukünftig nur noch ein Cross-Dock mit dem Standort in Wr. Neudorf geben, aus dem alle PLZ-Gebiete in ganz Österreich beliefert werden. Auf eine Darstellung der Liefergebiete wird daher an dieser Stelle verzichtet und stattdessen auf Abbildung 41 verwiesen, in der die Liefermengenverteilung des Cross-Docks ersichtlich ist.

Tarifzonen und der Transportkostentarif

Um die Transportkostenberechnung zu vereinfachen, werden die Strecken anhand ihrer Länge in 19 Tarifzonen eingeteilt. Jeder Tarifzone ist ein Transportkostentarif pro Rollcontainer zugeteilt, der von der Fuhrparkplanung regelmäßig neu berechnet wird. Dieser setzt sich vor allem aus Personal-, Abschreibungs-, Betriebs- und Treibstoffkosten zusammen. Der Anteil der Treibstoffkosten nimmt mit der zurückgelegten Strecke ab, und bleibt ab Tarifzone 149 konstant bei 25%. Im folgenden Kapitel wird die Anzahl der pro Fahrt transportierbaren Rollcontainer genauer erläutert.

Tabelle 8 stellt die Einteilung der Tarifzonen und den Anteil des Dieselpreises an den Transportkosten dar.

Streckenlänge	Tarifzone	Dieselpreisanteil am Tarif
≤ 19 km	19	8,00%
19 – 29 km	29	10,00%
29 – 39 km	39	11,50%
39 – 49 km	49	11,50%
49 – 74 km	74	14,00%
74 – 99 km	99	16,00%
99 – 124 km	124	19,00%
124 – 149 km	149	25,00%
149 – 174 km	174	25,00%
174 – 199 km	199	25,00%
199 – 249 km	249	25,00%
249 – 299 km	299	25,00%
299 – 349 km	349	25,00%
349 – 399 km	399	25,00%
399 – 449 km	449	25,00%
449 – 499 km	499	25,00%
499 – 549 km	549	25,00%
549 – 599 km	599	25,00%
≥ 600 km	600	25,00%

Tabelle 8: Tarifzonen und Transportkostentarife

Mautkosten

Die ASFINAG verrechnet bei LKWs auf Österreichs Autobahnen für jeden gefahrenen Kilometer eine Mautgebühr. Diese wird jedes Jahr angepasst und liegt zum Zeitpunkt dieser Arbeit (2013) bei € 0,238 pro km für KFZ mit drei Achsen und € 0,357 pro km für vier oder mehr Achsen¹¹⁰. Besonders bei Lieferungen in den westlichen Teil Österreichs sind die Strecken über Deutschland kürzer. Für Autobahnstrecken in Deutschland fallen Mautgebühren von € 0,155 pro Kilometer¹¹¹ an. Für einige Strecken (vor allem Tunnel) fallen in Österreich zusätzliche Sondermautkosten pro Fahrt an. Tabelle 9 stellt alle, für diese Arbeit relevanten, Mautgebühren (Stand 2013) übersichtlich dar:

Maut	Wert
Kilometermaut Österreich	
Km-Maut (3-Achsen)	€ 0,238
Km-Maut (4- oder mehr Achsen)	€ 0,357
Kilometermaut Deutschland	
Km-Maut Deutschland (ab 4-Achsen) ¹¹²	€ 0,155
Sondermaut (pro Fahrt)	
Arlberg	€ 20,08
Brenner	€ 54,18
Tauern	€ 31,37
Bosruk	€ 9,26
Gleinalm	€ 21,92
Felbertauern	€ 80,00

Tabelle 9: Übersicht Mautkosten

Um die Mautkosten korrekt berechnen zu können, müssen für jedes PLZ-Gebiet die mautpflichtigen Kilometer für Österreich und Deutschland, sowie eventuell anfallende Sondermautkosten ermittelt werden.

¹¹⁰ EURO-Emissionsklassen EURO IV und V (Tarifgruppe C), www.asfinag.at [06.09.2013]

¹¹¹ Schadstoffklasse 6 (EURO V), ab 4-Achsen, <http://www.toll-collect.de/rund-um-ihre-maut/maut-tarife.html> [06.09.2013]

¹¹² Fahrten über Deutschland erfolgen auf Grund der langen Strecken immer mit den 4-achigen Hängerzügen, weshalb hier auf die Angabe der Kosten für 3-achsige LKW verzichtet wird.

Die Mautkosten pro Rollcontainer werden mit folgender Formel berechnet:

$$\begin{aligned} \text{Mautkosten pro RC (PLZ)} \\ = & (\text{Mautkm Österreich} * \text{Mautkosten Österreich} \\ & + \text{Mautkm Deutschland} * \text{Mautkosten Deutschland} + \text{Sondermaut}) * 2 \end{aligned}$$

Formel 9: Mautkosten pro Rollcontainer

Zusammenhang von Rollcontainer und Transportkosten

Wie bereits erwähnt entspricht die Grundfläche eines Rollcontainers in etwa der einer halben Europalette. Das Volumen der Rollcontainer hat einen großen Einfluss auf die Transportkosten, da die Transportkostentarife pro Rollcontainer angegeben werden und auf diesen mehrere Kolti geladen werden können. Die maximale Füllhöhe ist mit 1,6 Metern festgelegt, um die Lieferfähigkeit mit allen LKW Typen gewährleisten zu können und um die Belastung für die Filialmitarbeiter möglichst gering zu halten (kein über Kopf heben). Durch diese Maße ergibt sich ein theoretisches Volumen von 0,9859 m³. Auf Grund der unterschiedlichen Abmessungen und Formen der einzelnen Kolti kann dieser Idealzustand aber in der Praxis nicht erreicht werden. Für die Berechnung der Transportkosten wird daher ein Luftanteil¹¹³ von 10% angenommen, womit ein effektives Volumen von 0,8873 m³ pro Rollcontainer erreicht wird. Tabelle 10 fasst die Maße und Volumina nochmals übersichtlich zusammen:

Abmessung [Breite/Länge/Höhe]	Volumen	Luftanteil	effektives Volumen (ohne Luftanteil)
0,79 x 0,78 x 1,6 m	0,9859 m ³	10%	0,8873 m ³

Tabelle 10: Abmessungen und Volumen der Rollcontainer

Wie bereits erwähnt müssen Lastkraftwagen in Österreich für jeden gefahrenen Autobahnkilometer eine Mautgebühr entrichten. Für die Berechnung ist es daher notwendig, die durchschnittliche Anzahl an transportierten Rollcontainern pro Tour zu kennen. Bei REWE International AG werden für die Transporte entweder Motorwagen (MW) für kürzere Entfernungen oder Hängerzüge (HZ) für weitere Strecken eingesetzt. Die durchschnittliche Auslastung der Transporte liegt bei 90%, weshalb von der maximalen Lademenge 10% abgezogen werden. Ein Motorwagen transportiert damit im Schnitt 23 und ein Hängerzug 48 Rollcontainer.

¹¹³ Anteil am Rollcontainer, der nicht mit Waren befüllt werden kann

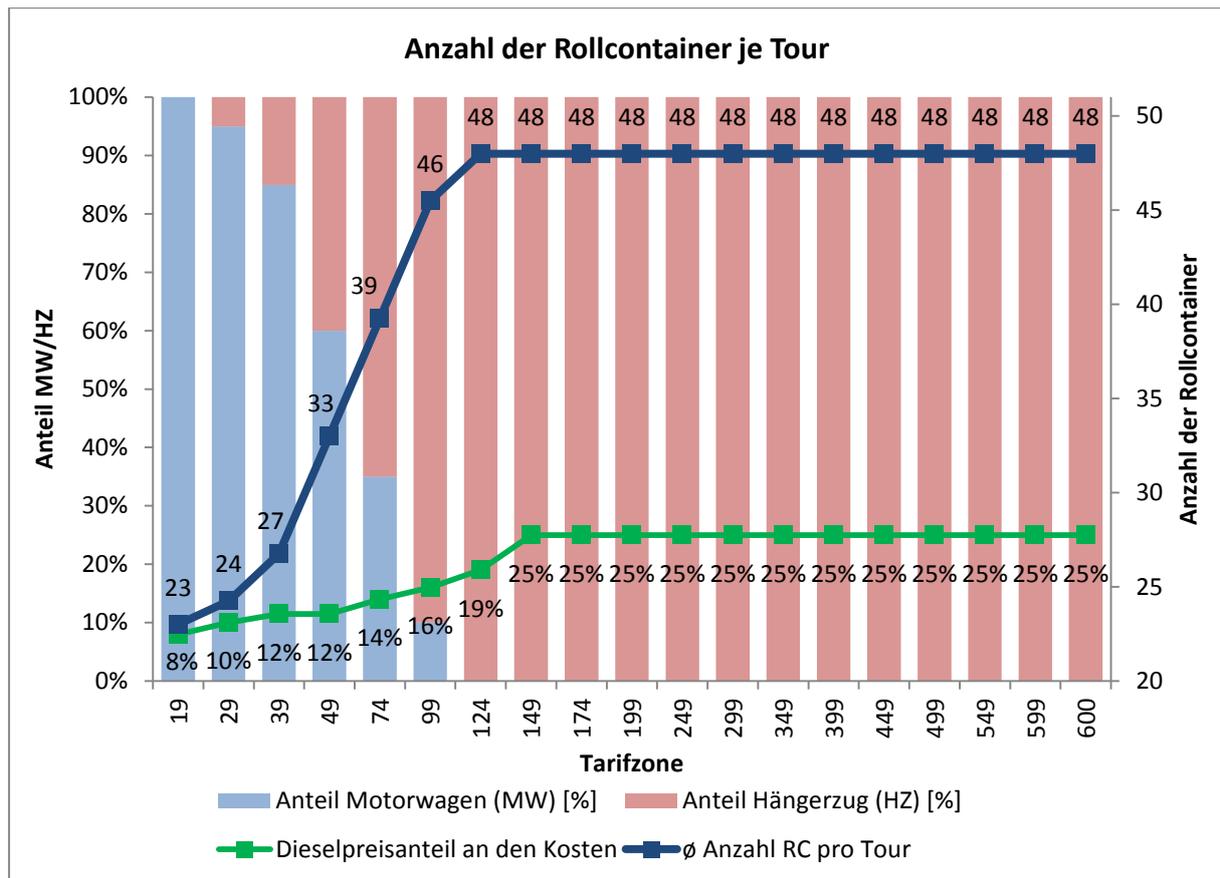


Abbildung 40: Anzahl der Rollcontainer je Tour

Die Balken im Hintergrund von Abbildung 40 zeigen den Anteil der eingesetzten LKW Typen je Tarifzone. Der Anteil der Motorwagen (blau) liegt in der Tarifzone 19 noch bei 100% und nimmt bis zu Zone 124 ab. Die durchschnittliche Anzahl an transportierbaren Rollcontainern je Tour wird durch Multiplizieren des Anteils mit der jeweils maximal transportierbaren Rollcontaineranzahl ermittelt. Diese Rechnung ist in folgender Formel 10 dargestellt:

$$\emptyset \text{Anzahl RC pro Tour} = (\text{Anteil MW} * \text{max. RC MW}) + (\text{Anteil HZ} * \text{max. RC HZ})$$

Formel 10: Durchschnittliche Anzahl an Rollcontainern pro Tour

Das Ergebnis dieser Formel ist in obiger Abbildung durch die blaue Linie dargestellt. Da ab Tarifzone 129 nur noch mit Hängerzügen geliefert wird (siehe rote Balken), beträgt die Rollcontaineranzahl ab dieser Zone pro Tour immer 48.

Zur Verdeutlichung des bereits besprochenen Dieselpreisanteils am Transporttarif wurde dieser ebenfalls in Abhängigkeit der Tarifzone eingezeichnet (grüne Linie in Abbildung 40).

An dieser Stelle der Arbeit wurden bereits alle Komponenten ermittelt, mit denen sich die Transportkosten für einen Rollcontainer von jedem Lager in jedes PLZ-Gebiet

ermitteln lassen. Diese Gesamtkosten errechnen sich aus den beiden Komponenten Transportkostentarif und Mautkosten wie sie mit Formel 9 ermittelt wurden.

$$\text{Transportkosten pro Rollcontainer} = \text{Transportkostentarif} + \text{Mautkosten}$$

Formel 11: Berechnungsformel für die gesamten Transportkosten je PLZ-Gebiet

Mit Formel 11 lassen sich die Kosten pro Rollcontainer für jedes Lager in jedes PLZ-Gebiet berechnen.

Um im Folgenden einen Transportkostensatz pro Lager ermitteln zu können, muss die Verteilung der Liefermengen über Österreich berücksichtigt werden. Je mehr Lieferungen in ein Gebiet gehen, desto höher gewichtet gehen die Transportkosten dieser Region in die Gesamtkosten ein.

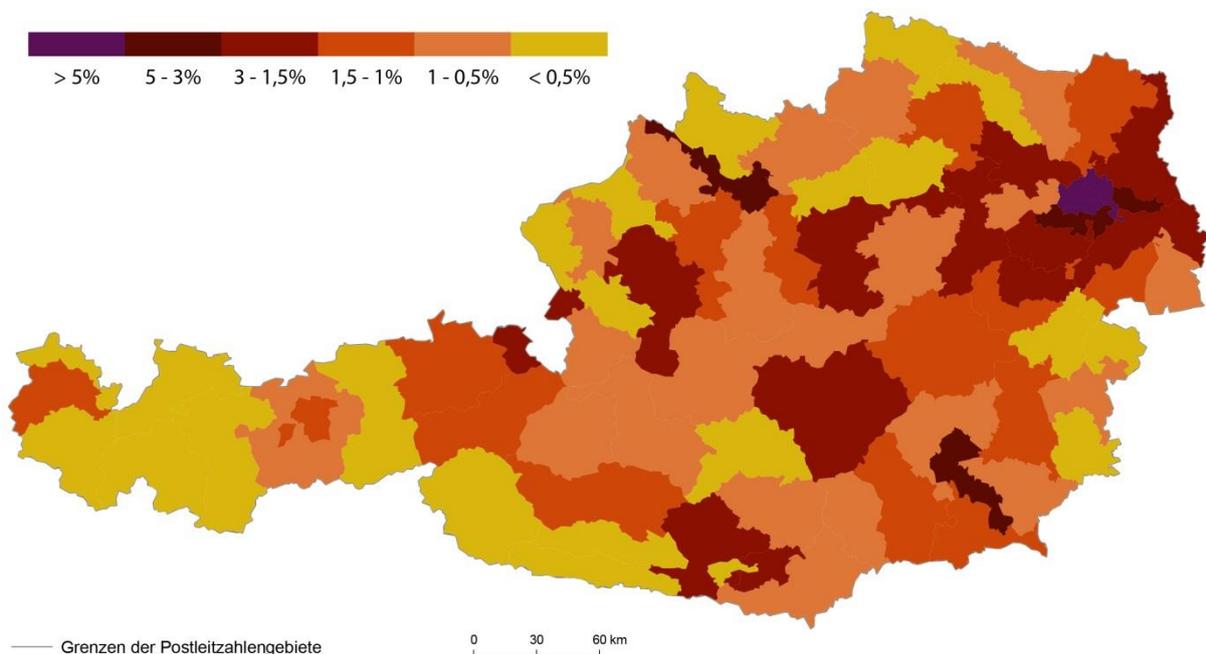


Abbildung 41: Liefermengenverteilung anhand der österreichischen PLZ-Gebiete¹¹⁴

In obiger Abbildung wird die durchschnittliche Liefermengenverteilung der letzten zwölf Monate anhand der Farbintensität in Prozent dargestellt. Dabei handelt es sich um die Mengen der ausgelieferten Kolli über alle Lager. Diese Verteilung deckt sich jedoch im Wesentlichen auch für jeden Lagertyp einzeln. Es ist ersichtlich, dass der überwiegende Anteil in das östliche Österreich geliefert wird. Durch diese Verteilung ergeben sich vor allem für den Standort Wr. Neudorf Vorteile hinsichtlich der Transportkosten, da die durchschnittlichen Lieferwege kürzer sind.

¹¹⁴ Quelle: Karte: Statistik Austria

Vereinfachte Transportkostenberechnung

Bei der vereinfachten Transportkostenberechnung wird für jedes Lager die Summe der Produkte aus Transportkosten pro Rollcontainer und Anteil an der Menge berechnet.

$$\text{Transportkosten pro Lager} = \sum_{i=\text{PLZ Gebiet}} (\text{TK}_i * \text{MA}_i)$$

Formel 12: Transportkosten pro Lager

TK_i ... Transportkosten pro Rollcontainer (für das jeweilige PLZ-Gebiet)

MA_i ... Mengenteil an den Lieferungen (für das jeweilige PLZ-Gebiet)

Abbildung 42 zeigt die Ergebnisse, wenn obige Berechnung für jedes Lager ausgeführt wird. Die Werte sind dabei die durchschnittlichen Transportkosten pro Rollcontainer in die, vom jeweiligen Lager, belieferten Gebiete.

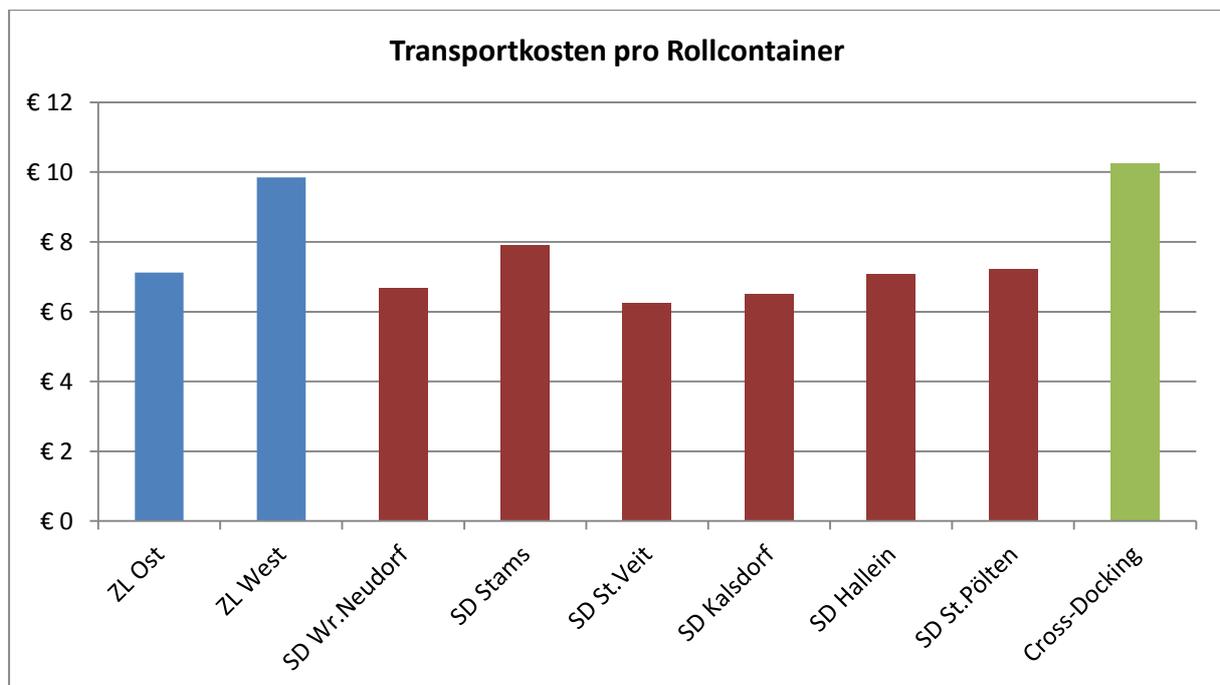


Abbildung 42: Transportkosten pro Rollcontainer und Lagerstandort¹¹⁵

Der große Unterschied zwischen den beiden Zentrallagern entsteht durch den Standort des ZL-West. Bedingt durch die regionalen Bedingungen (weite Strecken, viele mautpflichtige Strecken, Sondermautkosten, etc.) kommen dadurch auch schon bei kurzen Strecken hohe Transportkosten zustande.

In ähnlicher Weise verhalten sich auch die Transportkosten bei den Regionallagern. Je näher die Zustellgebiete am Lager liegen und je besser die Verkehrsanbindung in Bezug auf die Mautkosten ist, desto geringer sind auch die Transportkosten je

¹¹⁵ ZL = Zentrallager, SD = Schnelldreher-Lager (Regionallager)

Rollcontainer. Da jedoch alle Gebiete beliefert werden, müssen in einzelnen Lagern höhere Transportkosten akzeptiert werden.

Da wie bereits erwähnt, das Sortiment in den jeweiligen Lagertypen gespiegelt ist, muss aus den einzelnen Lagerwerten ein Wert pro Lagertyp berechnet werden. Weil die Mengenverteilung über die Lager nicht konstant ist (siehe Abbildung 43 und Abbildung 44), würde eine einfache Mittelwertbildung zu einem verfälschten Ergebnis führen.

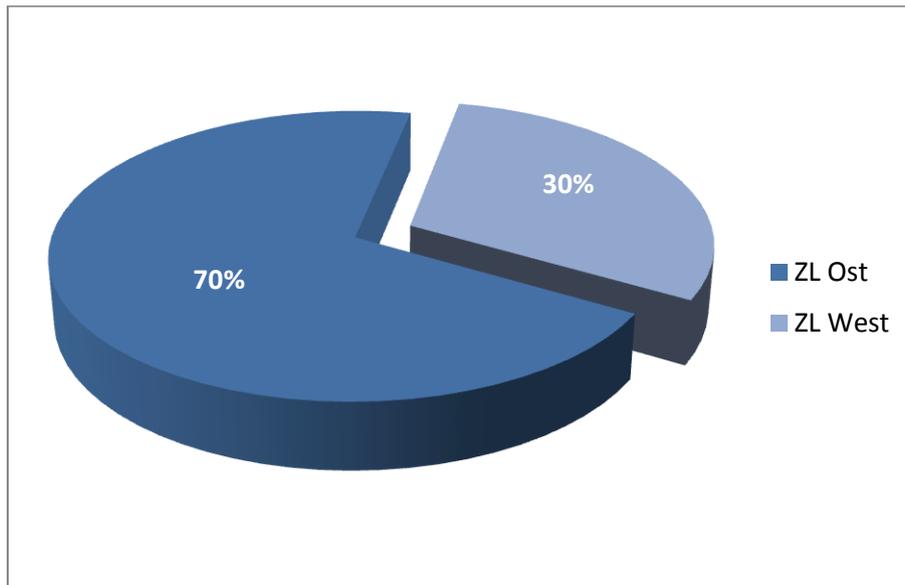


Abbildung 43: Liefermengenverteilung der Zentrallager

In obiger Abbildung 43 ist die Liefermengenverteilung der beiden Zentrallager dargestellt. Diese wurde anhand von Vergangenheitswerten von Lieferungen in die jeweiligen PLZ-Gebiete ermittelt. Anhand dieser Abbildung lässt sich gut die bereits erwähnte Aufteilung der Liefermengen von ca. zwei Drittel auf das ZL-Ost und ein Drittel auf das ZL-West erkennen. Ein einfacher Mittelwert würde hier somit zu einem unrealistischen Transportkostenwert führen.

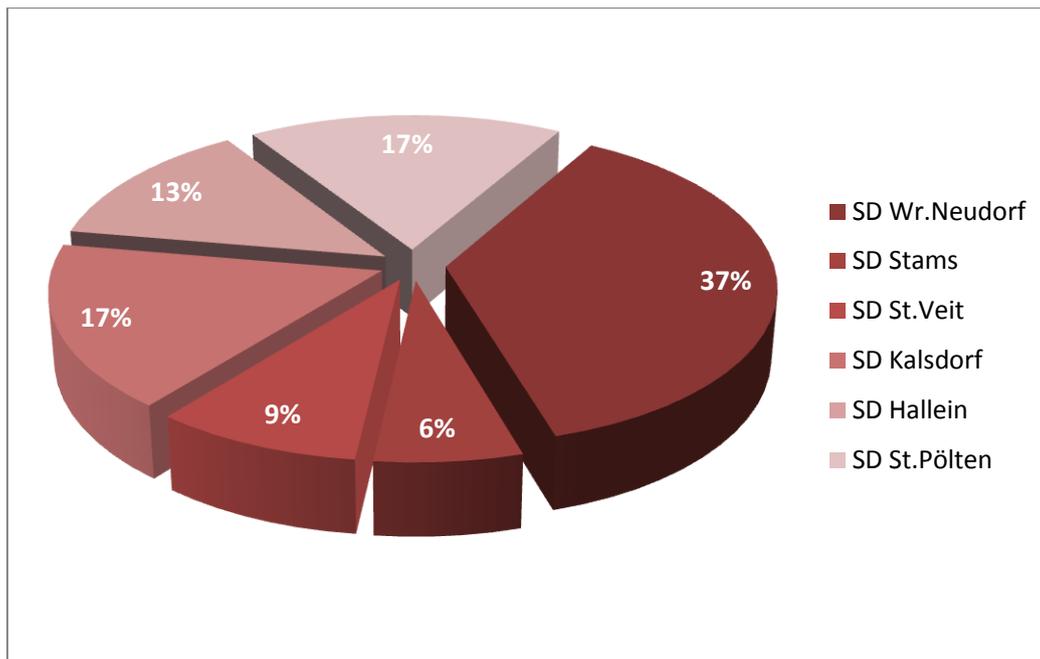


Abbildung 44: Liefermengenverteilung der Regionallager

Die Verteilung der Liefermengen der Regionallager ist, ähnlich wie bei den Zentrallagern, sehr unterschiedlich. Die Verteilung ist in Abbildung 44 dargestellt. Über das Schnelldreher-Lager Wr. Neudorf werden beispielsweise deutlich mehr als ein Drittel aller Lieferungen abgewickelt. Andererseits werden über das Lager Stams nur 6% aller Lieferungen aus den Schnelldreher-Lagern geliefert. Um einen realistischen Transportkostenwert zu erhalten werden aus diesem Grund die Mittelwerte mit den jeweiligen Liefermengenanteilen gewichtet. Beim Cross-Dock ist dies nicht notwendig, da nur ein Standort existiert.

$$\emptyset \text{Transportkosten} = \sum_{j=1}^m (TKL_j * MAL_j)$$

Formel 13: durchschnittliche Transportkosten für einen Lagertyp

m ... Anzahl der Lager eines Typs

TKL_j ... Transportkosten des betrachteten Lagers

MAL ... Mengenanteil des betrachteten Lagers

Durch Anwendung der Formel 13 werden die im folgenden Diagramm dargestellten Transportkosten berechnet, die für die weitere Berechnung verwendet werden können.

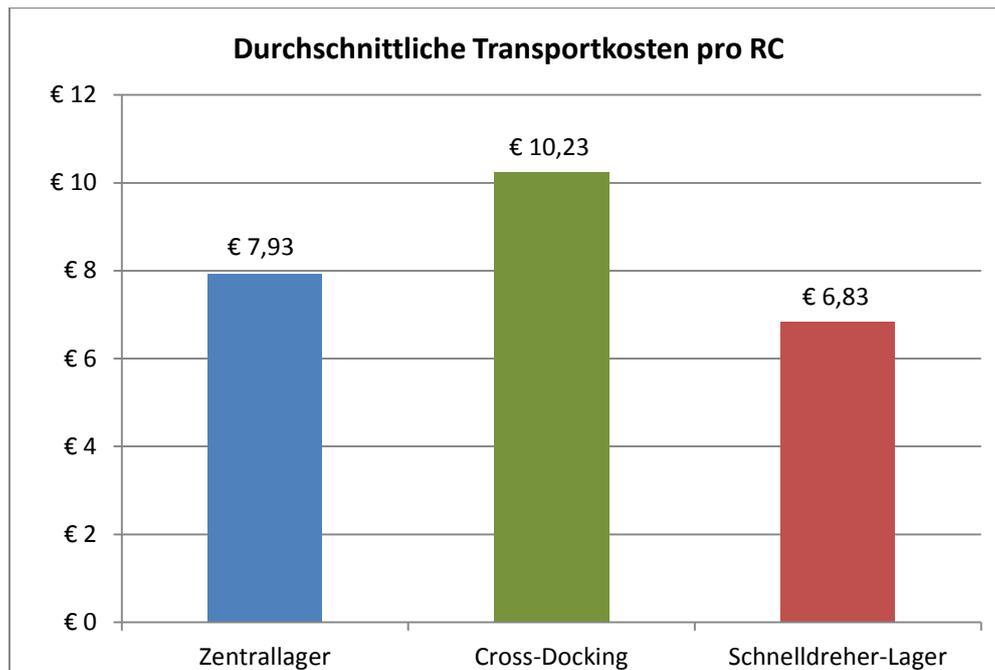


Abbildung 45: Durchschnittliche Transportkosten pro Rollcontainer

Die Transportkosten der Regionallager sind erwartungsgemäß deutlich niedriger als die der beiden anderen Lagertypen. Dies liegt vor allem an der örtlichen Nähe zu den Zustellgebieten. Aus demselben Grund sind die Transportkosten beim Cross-Docking am höchsten, da sich dieses nur an einem Standort in Österreich befindet. Folglich werden österreichweit alle Lieferungen von hier aus durchgeführt, wodurch weite Strecken und damit hohe Transportkosten anfallen. Die Zentrallager liegen, durch die Aufteilung der Liefergebiete auf zwei Lagerstandorte, im Mittelfeld.

Transportkostenrechnung auf Artikelebene

Bei Artikel deren Verteilung nicht dem Durchschnitt entspricht, stimmen die Transportkosten der einfachen Berechnungsvariante nicht mehr genau. Es ist daher sinnvoll die Transportkosten für jeden Artikel einzeln zu berechnen, womit auch regionale Besonderheiten berücksichtigt werden können. Diese Vorgehensweise kann natürlich nur für die Neuzuteilung der derzeitigen Artikel verwendet werden, da die Liefermengenverteilung von neu gelisteten Artikeln nicht genau bekannt ist.

Die Transportkosten pro Rollcontainer und PLZ-Gebiet werden, ident zu der vereinfachten Berechnung, mit Formel 11 berechnet. Ähnlich der Formel 12, werden anschließend die Produkte von Kosten und Liefermengenanteil für die jeweiligen PLZ-Gebiete summiert. Im Unterschied zu der vereinfachten Berechnung wird an dieser Stelle allerdings die Liefermengenverteilung in die PLZ-Gebiete je Artikel und nicht je Lager heran gezogen.

Abweichungen zwischen den beiden Rechenvarianten

Durch die Mittelwertbildung der Transportkosten auf Articlebene lassen sich die Ergebnisse der beiden Berechnungsarten vergleichen (siehe Abbildung 46).

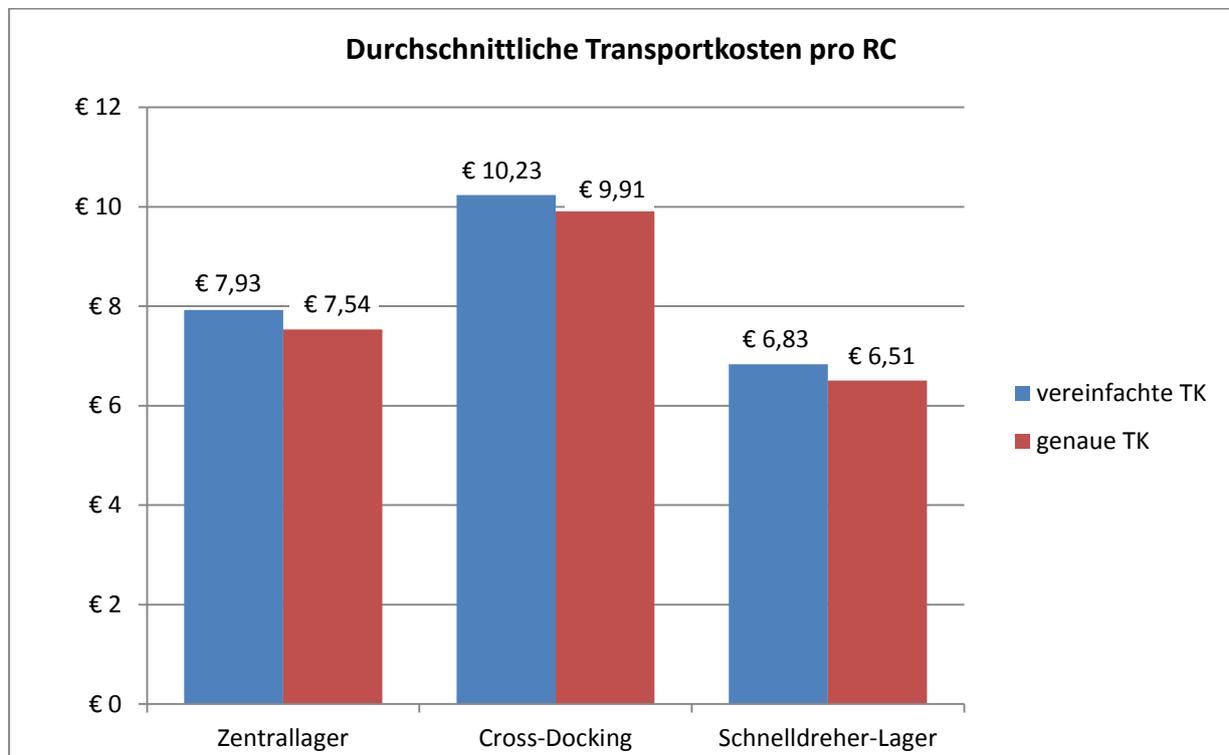


Abbildung 46: durchschnittliche Transportkosten pro Rollcontainer

Generell lässt sich sagen, dass bei der genaueren Berechnung die Transportkosten im Mittel um ca. 4-5% geringer ausfallen, als jene der einfachen Berechnung. Auf Grund der höheren Genauigkeit werden für die Analyse zukünftiger Artikel, die Durchschnittswerte der genauen Berechnung heran gezogen.

Transportkosten pro Kolli

Unabhängig von der Rechenmethode muss es möglich sein, die Transportkosten auf ein Kolli umzurechnen, um sie für die weiteren Berechnungen zu verwenden. Dazu kann anhand der Abmessungen der Kolli die im System hinterlegt sind, der Anteil am Volumen des Rollcontainers berechnet werden.

$$\text{Volumenanteil am Rollcontainer} = \frac{\text{Länge} * \text{Breite} * \text{Höhe}}{\text{verfügbares Rollcontainervolumen}}$$

Länge, Breite, Höhe ... Abmessungen des Kolli in Metern
 verfügbares Rollcontainervolumen = 0,8873 m³ (siehe Tabelle 10)

Formel 14: Volumenanteil eines Kolli am Rollcontainer

Wird der so ermittelte Prozentsatz mit den Transportkosten pro Rollcontainer multipliziert, ergeben sich die Transportkosten pro Kolli. An dieser Stelle wird ersichtlich, dass das Volumen des Kolli einen maßgeblichen Einfluss auf die Transportkosten hat. Beispielsweise sollten sehr großvolumige Kolli (z.B. Toilettenpapier, Küchenrollen, etc.) möglichst über die Regionallager ausgeliefert werden, da hier die Transportkosten für diese Artikel am geringsten sind.

Zusammenfassend kann zu den Transportkosten gesagt werden, dass sich diese je nach Lagertyp stark unterscheiden und das Volumen einen starken Einfluss auf die Kosten hat.

3.4.6 Lagerkosten

Die Lagerkosten stellen neben den Kapitalbindungs- und Transportkosten den dritten wesentlichen Kostenfaktor dar. Da diese pro Kolli angegeben werden, muss die gelieferte Kollimenge pro Lager in einer gewissen Periode bekannt sein. Diese wurde aus den Lagerdaten durch Mittelwertbildung der vergangenen zwölf Monate ermittelt.

Zur Ermittlung der Kosten die pro Artikel je Lager und Monat anfallen, wurden die Abrechnungsblätter der Lagerstandorte herangezogen. Diese schlüsseln die Kosten für jedes Lager anhand von Kostenpositionen auf. Folgende Auflistung gibt einen Überblick welche Kosten im Detail erhoben wurden:

- Personalkosten
- Inventurdifferenz
- Abschreibung und Miete
- Mietnebenkosten
- Instandhaltungskosten
- Materialverbrauch
- KFZ-Kosten (Fuhrparkkosten)
- IT und Kommunikation
- sonstige Kosten

Die beiden ersten Kostenpositionen (Personalkosten und Inventurdifferenz) sind stark von der gelieferten Kollimenge abhängig, da, je nach Auslastung, Personal eingestellt oder freigesetzt werden kann. Bei der Inventurdifferenz handelt es sich beispielsweise um Kosten für Bruchware oder Fehlbestände, deren Menge ebenfalls mit der Menge der ausgelieferten Kolli steigt. Die restlichen Kosten sind zum größten Teil von der Kollimenge unabhängig und werden daher als Fixkosten angenommen, worauf im weiteren Verlauf noch weiter eingegangen wird.

Fünf der letzten zwölf Monate liegen im Jahr 2012. Um den Fehler der auf Grund der gestiegenen Personalkosten entsteht, auszugleichen, wurden diese fünf Werte mit

einer Steigerung um 2,7% auf Monatswerte für 2013 hochgerechnet. Dieser Prozentsatz entspricht der Kollektivvertragserhöhung.

Wie bereits im Kapitel 3.2 erwähnt, gibt es vier Regionallager die nicht nur Trockensortiments-, sondern auch Frischeprodukte lagern. Die Kosten dieser Lager können somit nicht direkt für die Berechnung herangezogen werden, da die Kosten des Frischdienstes auf Grund der Kühlung wesentlich höher sind, als jene des Trockensortiments. Sie werden, wo nicht anders möglich, über das Verhältnis der gelieferten Kolli von Trocken- zu Frischdienstsortiment für jedes der vier Lager aufgeteilt, welches zirka bei 44% zu 56% liegt.

Das Zentrallager-West wird den Vollbetrieb erst im Jahr 2014 aufnehmen, weshalb die derzeitigen Werte für 2013 nicht repräsentativ sind. Das Lager wurde unter den Gesichtspunkten geplant, dass es ca. ein Drittel der Mengen aus dem Zentrallager-Ost übernehmen kann. Die mit der gelieferten Kollimenge veränderlichen Kosten werden daher zukünftig denen des Zentrallager-Ost entsprechen und können daher in dieser Arbeit als ident angenommen werden.

Die Einbeziehung der Fixkosten ist problematisch, da die Lager durch die unterschiedlichen Baukosten auch Abschreibungen in unterschiedlicher Höhe besitzen. Die Fixkosten sind in dieser Arbeit nicht relevant, da nur Kriterien erarbeitet werden, die eine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Lagertypen ermöglicht. Diese fallen innerhalb der REWE International AG in jedem Fall an, da Artikel nur umgelagert und deren Anzahl nicht reduziert werden sollen und somit auch die Abgangsmengen insgesamt gleich bleiben. Es werden daher für die Analyse der bestehenden Artikel nur die variablen Kosten heran gezogen. Die Lagerkosten pro Kolli und Lager werden gemäß Formel 15 berechnet:

$$\text{Lagerumschlagskosten} = \frac{\sum_{i=1}^{12} \frac{\text{Personalkosten}_i + \text{Inventurdifferenz}_i}{\text{fakturierte Kolli}_i}}{12 \text{ Monate}}$$

i ... Monat

Formel 15: Lagerumschlagskosten pro Kolli und Lager

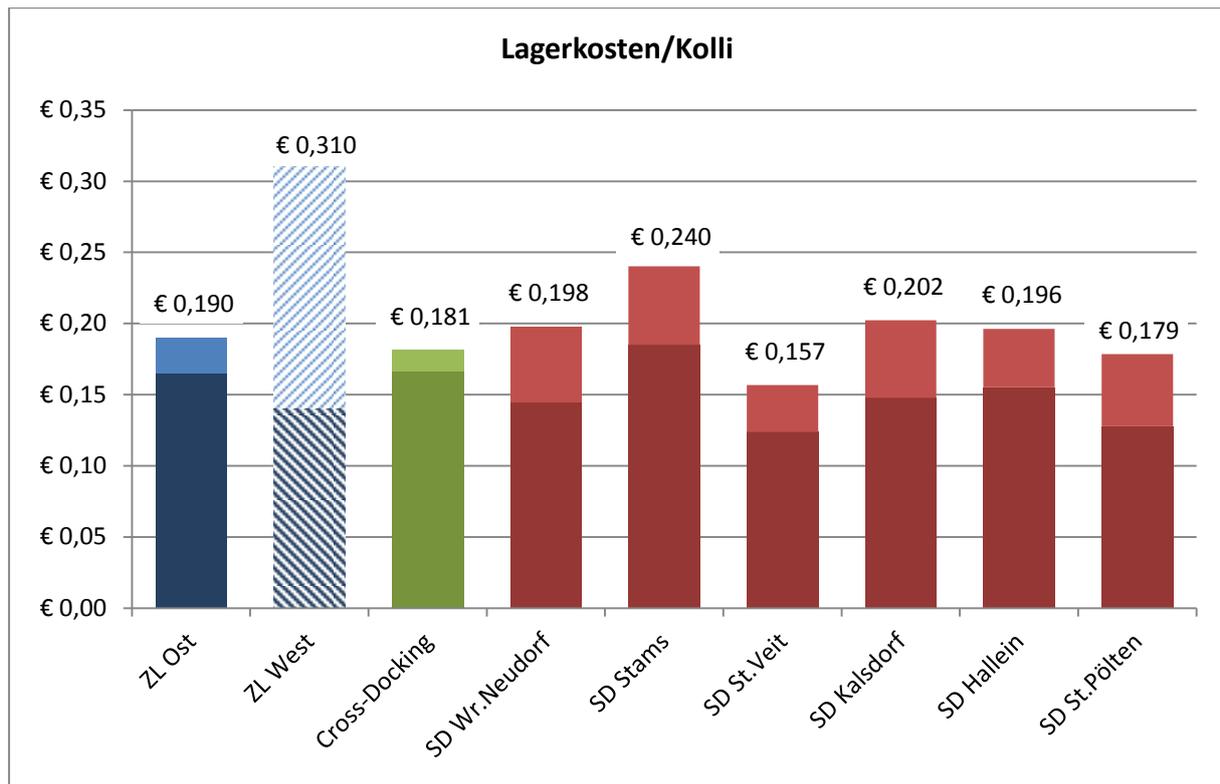


Abbildung 47: Lagerkosten pro Kolli¹¹⁶

In Abbildung 47 sind die Kosten dargestellt, die entstehen wenn ein Kolli im jeweiligen Lager umgeschlagen wird. Der dunkle Anteil der Balken stellen die mit der gelieferten Kollimenge veränderbaren (variablen) Kosten und der helle darüber die Fixkosten pro Kolli dar.

Die Werte des Zentrallager-West wurden in obiger Abbildung anhand der Budgetwerte für 2013 ermittelt. Wie bereits erwähnt, werden die Werte des Zentrallager-West in dieser Arbeit durch jene des Zentrallager-Ost angenähert und sind daher im Diagramm schraffiert dargestellt.

Bei der Betrachtung der variablen Kosten der Schnelldreher-Lager fällt eine große Differenz auf, die durch die unterschiedliche Auslastung der Lager zustande kommt. Zugunsten der Versorgungssicherheit müssen auch in diesem Fall höhere Lagerkosten bei einzelnen Standorten akzeptiert werden. Für die weitere Berechnung wird für die Regionallager ein über die gelieferten Kollimengen gewichteter Durchschnittswert ermittelt.

Das neue Pseudolager (C-Artikel-Lager) ähnelt vom Aufbau stark den Regionallagern, mit dem Unterschied, dass die Abgangsmengen wesentlich geringer sind. Deshalb wird zur Ermittlung der Lagerkosten im Pseudolager der Mittelwert der drei Regionallager mit den höchsten variablen Lagerkosten (Stams, Hallein und Kalsdorf) angenommen.

¹¹⁶ ZL = Zentrallager, SD = Schnelldreher-Lager (Regionallager)

Lagertyp	Kosten/Kolli
Zentrallager	€ 0,1649
Schnelldreher-Lager	€ 0,1442
Cross-Dock	€ 0,1665
Pseudolager	€ 0,1630

Tabelle 11: Lagerumschlagskosten pro Lagertyp (variable Kosten)

Durch die hohen Abgangsmengen sind die Kosten im Schnelldreher-Lager am geringsten, gefolgt vom Pseudolager (siehe Tabelle 11). Die Kosten in den Zentrallagern und im Cross-Docking sind im Vergleich dazu hoch, da hier viele verschiedene Artikel mit einer geringeren Abgangsmenge umgeschlagen werden. Daher kann in derselben Zeit eine geringere Menge bewältigt werden, was sich negativ auf die Kosten auswirkt.

Abschließend kann zu den Lagerkosten gesagt werden, dass diese zwischen den Lagertypen immer im selben Verhältnis stehen und sich linear mit der Menge steigern. Aus diesem Grund kann für die weitere Berechnung ein Lagerkostensatz je Lagertyp verwendet werden.

3.4.7 Restriktionen

Damit durch die theoretische Betrachtung und Zuordnung der Artikel die Grenzen der Lager nicht überschritten werden, müssen Restriktionen für jeden Lagertyp festgelegt werden. Im Wesentlichen sind dies die maximale Artikelanzahl und Abgangsmenge die je Lager bewältigt werden kann. Die Limitierungen stellen dabei ein absolutes Maximum dar, das mit derzeitigen Mitteln erreicht werden kann. Diese Grenzen sollen daher durch die Neuordnung nicht berührt oder überschritten werden. Ein kleiner Puffer ist notwendig, damit beispielsweise saisonale Schwankungen ausgeglichen werden können.

Max. Lagerplätze/Anzahl von Artikel

Die aktuelle Anzahl an Artikeln wurde durch Mittelwertbildung der Artikelanzahlen der letzten zwölf Monate in den einzelnen Lagern ermittelt und wird in Abbildung 48 grafisch dargestellt. Dabei stellen die blauen Balken die derzeitige Artikelanzahl und die roten die Maximalanzahl dar.

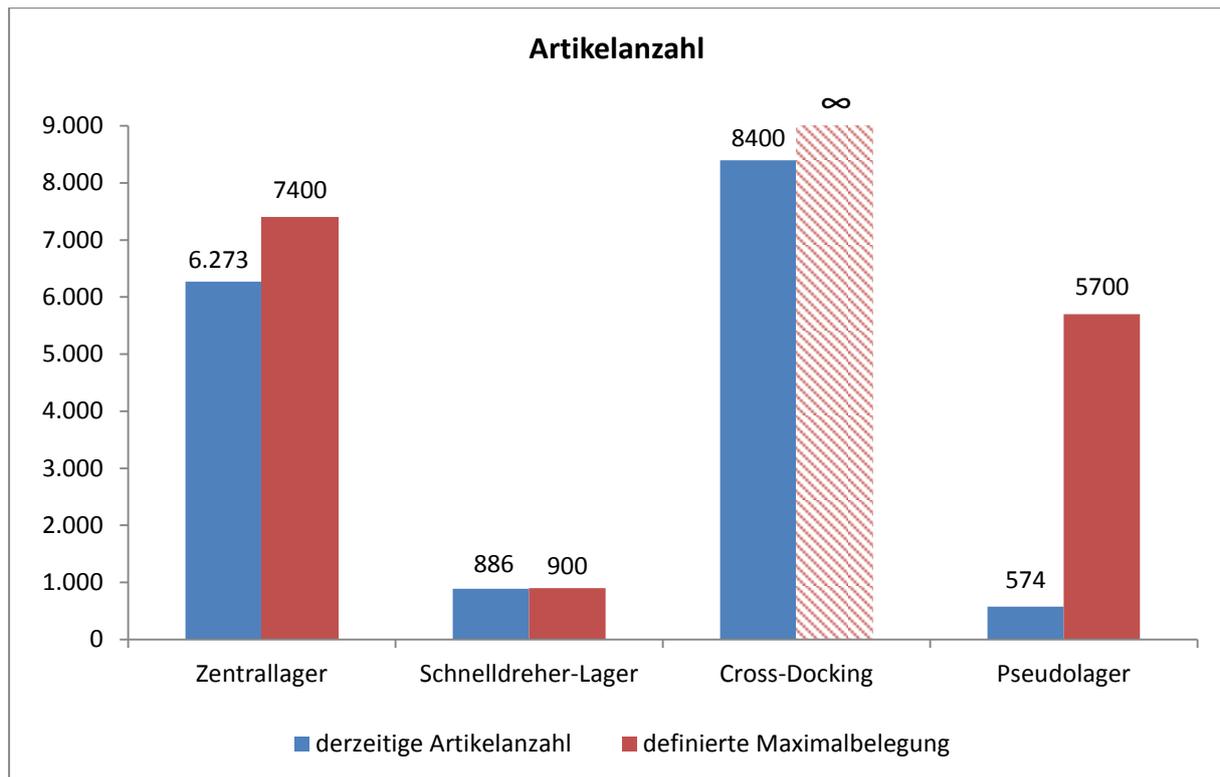


Abbildung 48: Artikelanzahl pro Lagertyp

Die deutlich höhere Maximalbelegung in den Zentrallagern im Vergleich zu der derzeitigen Artikelanzahl resultiert aus den Umbaumaßnahmen am Standort Wr.Neudorf, wodurch ca. 800 Rüstplätze neu hinzukommen (400 davon sind für ADEG Artikel reserviert). Durch den Neubau des Zentrallager-West kann die Artikelanzahl nicht gesteigert werden, da das Sortiment gespiegelt wird und daher in jedem der beiden Zentrallager dieselben Artikel vorhanden sind.

Im Gegensatz dazu ist die Grenze der maximalen Artikelanzahl in den Regionallagern (SD) derzeit schon fast erreicht, weshalb hier von keiner wesentlichen Erhöhung ausgegangen werden kann.

Beim Cross-Docking gibt es theoretisch keine Obergrenze für die Artikelanzahl. Würde die Anzahl an Artikel zukünftig die derzeitige Anzahl bei weitem übertreffen, kann es jedoch zu Behinderungen durch zu viele Anlieferungen und die begrenzte Aufstellfläche kommen. Daher wird in Abbildung 48 auch für das Cross-Docking die derzeitige Artikelanzahl dargestellt. Viel wichtiger ist beim Cross-Docking aber eine sinnvolle Grenze für die Abgangsmenge festzulegen, wie im nächsten Unterpunkt noch erläutert wird.

Mit dem neuen Cross-Dock wird auch ein neues Pseudolager errichtet, das über deutlich mehr Artikelplätze als derzeit verfügen wird. Es stehen zukünftig 2.000 Bodenplätze zur Verfügung, wovon zwei Drittel zu gleichen Teilen für Ganz- und Halbpaletten reserviert sein werden. Auf den restlichen Plätzen werden Kistenregale

(6 Stück pro Platz) errichtet. Damit ergibt sich im neuen Pseudolager eine maximale Anzahl von 6.000 Artikeln. Durch die Verlagerung von ADEG Artikeln, die in dieser Arbeit nicht genau betrachtet werden, fallen davon 300 Lagerplätze weg. Somit stehen dem Trockensortiment im neuen Pseudolager ca. 5.700 Lagerplätze zur Verfügung.

Maximale Umschlagsmenge

Um einen Anhaltspunkt für die derzeitige maximale Abgangsmenge zu erhalten, wurden die abgangsstärksten drei Monate aus jedem Lager heran gezogen und daraus ein Durchschnitt errechnet. Aufgrund des Weihnachtsgeschäftes sind dies im Zentrallager die Wintermonate. Bei den Regionallagern übertrifft das Sommergeschäft jenes vom Winter, weshalb hier die Sommermonate herangezogen werden.

Die maximale Abgangsmenge kann theoretisch durch die Anzahl der eingesetzten Mitarbeiter erhöht werden. In der Praxis wird diese Menge allerdings durch einige Faktoren begrenzt. Beispielsweise kann in den Regionallagern die Abgangsmenge nicht weiter gesteigert werden, wenn kein Platz zum Kommissionieren vorhanden ist oder die Flächen des Warenausgangs belegt sind. Im Zentrallager-Ost wird die maximale Menge vor allem durch die Geschwindigkeit der Sortieranlage begrenzt, die nicht unendlich gesteigert werden kann.

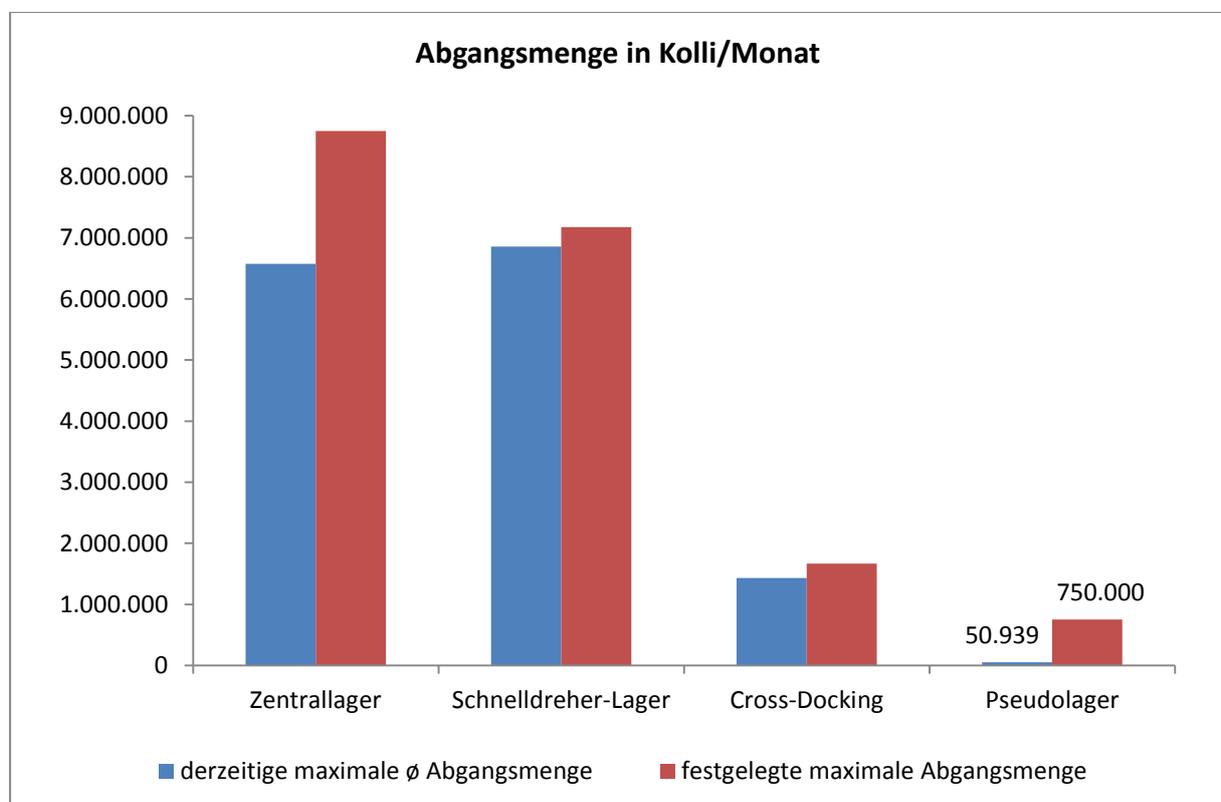


Abbildung 49: Abgangsmenge pro Lagertyp

Durch den Bau des Zentrallager-West kann, im Gegensatz zur Artikelanzahl die maximal mögliche Abgangsmenge über das Zentrallager auf ca. 8,75 Mio. Kolli pro Monat gesteigert werden.

Bei der Abgangsmenge arbeiten sowohl die Regionallager, als auch das Cross-Dock bereits am oberen Limit, weshalb hier von keiner deutlichen Steigerung ausgegangen werden kann. Im Bedarfsfall kann allerdings die Abgangsmenge beim Cross-Docking deutlich leichter durch eine Personalaufstockung erhöht werden, als dies in den Regional- oder Zentrallagern möglich wäre. Speziell beim Cross-Docking, kann durch die Zusammenführung der beiden Pseudolager zu einem gemeinsamen, die Abgangsmenge deutlich gesteigert werden.

3.5 Entscheidungsbaum zur Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung

In nachfolgender Abbildung 50 ist der Entscheidungsbaum dargestellt, in dem alle Kosten, Faktoren und Grenzen in eine logische Reihenfolge gebracht werden. Er soll als Orientierung und Grundlage für das Lagerzuordnungstool dienen. Die Zuordnung zu den Lagertypen wurde, zur besseren Orientierung mit Farben hinterlegt. Dabei sind rot die Schnelldreher-Lager, blau die Zentrallager und grün kennzeichnet das Cross-Docking bzw. Pseudolager.

Die beiden ersten Entscheidungen betreffen die im Kapitel 3.4.2 beschriebenen Sonderkriterien. Handelt es sich bei dem betrachteten Artikel um ein Mehrweg-Getränk, so wird dieses unabhängig von den Kosten und der Abgangsmenge in die Schnelldreher-Lager (SD) gelagert. Düfte werden ohne weitere Analysen dem Pseudolager zugeordnet.

Wie bereits erklärt, müssen Gefahrgüter in einem speziell gesicherten Gefahrgutbereich gelagert werden, weshalb hier eine gesonderte Entscheidung zu treffen ist. Handelt es sich um einen gefährlichen Artikel, so kann dieser nur in den Zentrallagern (ZL) gelagert oder über das Cross-Docking (CD) geliefert werden. Die Entscheidungen zwischen diesen beiden Varianten wird mit der Abgangsmengengrenze von 185 Kolli/Monat getroffen, die durch eine ABC-Analyse ermittelt wurde. Ist der Lieferant nicht Cross-Docking fähig, muss der Artikel dem Zentrallager zugeordnet werden, da eine Lagerung im Pseudolager auf Grund des nicht existierenden Gefahrgutlagers nicht zulässig ist.

Trifft keines dieser Ausnahmekriterien zu, muss zwischen den bereits besprochenen Grenzen unterschieden werden (siehe Kapitel 3.4.1). Bei einer Abgangsmenge die kleiner als 185 Kolli pro Monat ist, wird der Artikel dem Cross-Docking bzw. bei größer 15.000 Kolli pro Monat den Schnelldreher-Lagern zugeordnet. Eine weitere Betrachtung der Kosten ist in diesem Fall nicht notwendig. Bei allen Produkten mit

einer Abgangsmenge zwischen 185 und 15.000 Kolli/Monat wird wiederum zwischen einer Menge größer und kleiner 500 Kolli pro Monat unterschieden. Diese Grenze stellt das absolute Limit für einen Artikel dar, der über das Cross-Docking geliefert werden kann. Die Verteilung von Artikel mit einer höheren Abgangsmenge ist in der vorgegebenen Zeit kaum möglich. Bei einer geringeren Abgangsmenge muss die Entscheidung anhand der Kosten zwischen dem Zentrallager und Cross-Docking getroffen werden. Um hierbei nur sinnvolle Umlagerungen zu erfassen, wurde auf Grund von Erfahrungswerten eine Kostengrenze bei € 30 pro Monat angesetzt. Das heißt, eine Zuteilung zum Cross-Docking erfolgt nur wenn die Einsparungen größer als € 30 pro Monat sind. Auch bei Produkten mit einer Abgangsmenge von über 500 Kolli/Monat wird auf Grund der Kosten zwischen Zentrallager und Schnelldreher-Lager unterschieden. Da die Abgangsmengen bei dieser Entscheidung höher sind, muss auch die Kostengrenze höher angesetzt werden (€ 60 pro Monat), da diese mit der Menge steigt.

Bevor ein Artikel dem Cross-Docking zugeordnet wird, muss überprüft werden, ob der Lieferant die Konditionen dieser Belieferungsart einhalten kann. Ist hier kein Erfahrungswert bekannt, müssen Verhandlungen mit dem betroffenen Lieferanten geführt werden. Sollte der Lieferant nicht Cross-Docking fähig sein, wird der Artikel im Pseudolager gelagert.

Wie bereits im Kapitel 3.4.2 bei den Sonderkriterien erwähnt wurde, dürfen Artikel der Handelsfirma BIPA nicht über die Schnelldreher-Lager ausgeliefert werden. An dieser Stelle erfolgt daher eine Überprüfung, ob es sich um ein solches Produkt handelt. Trifft dieser Fall zu, muss auf Grund der dann geänderten Zuordnung nochmals eine Kostenüberprüfung zwischen Cross-Docking und Zentrallager erfolgen. Bei einer potentiellen Zentrallager-Zuordnung wird überprüft, ob sich eine Splittung des Artikels in Schnelldreher- und Zentrallager rentiert. Die Kostengrenze wurde mit € 300 pro Monat sehr hoch angesetzt, da eine solche Splittung zu einem hohen administrativen Aufwand führt der rentabel sein muss.

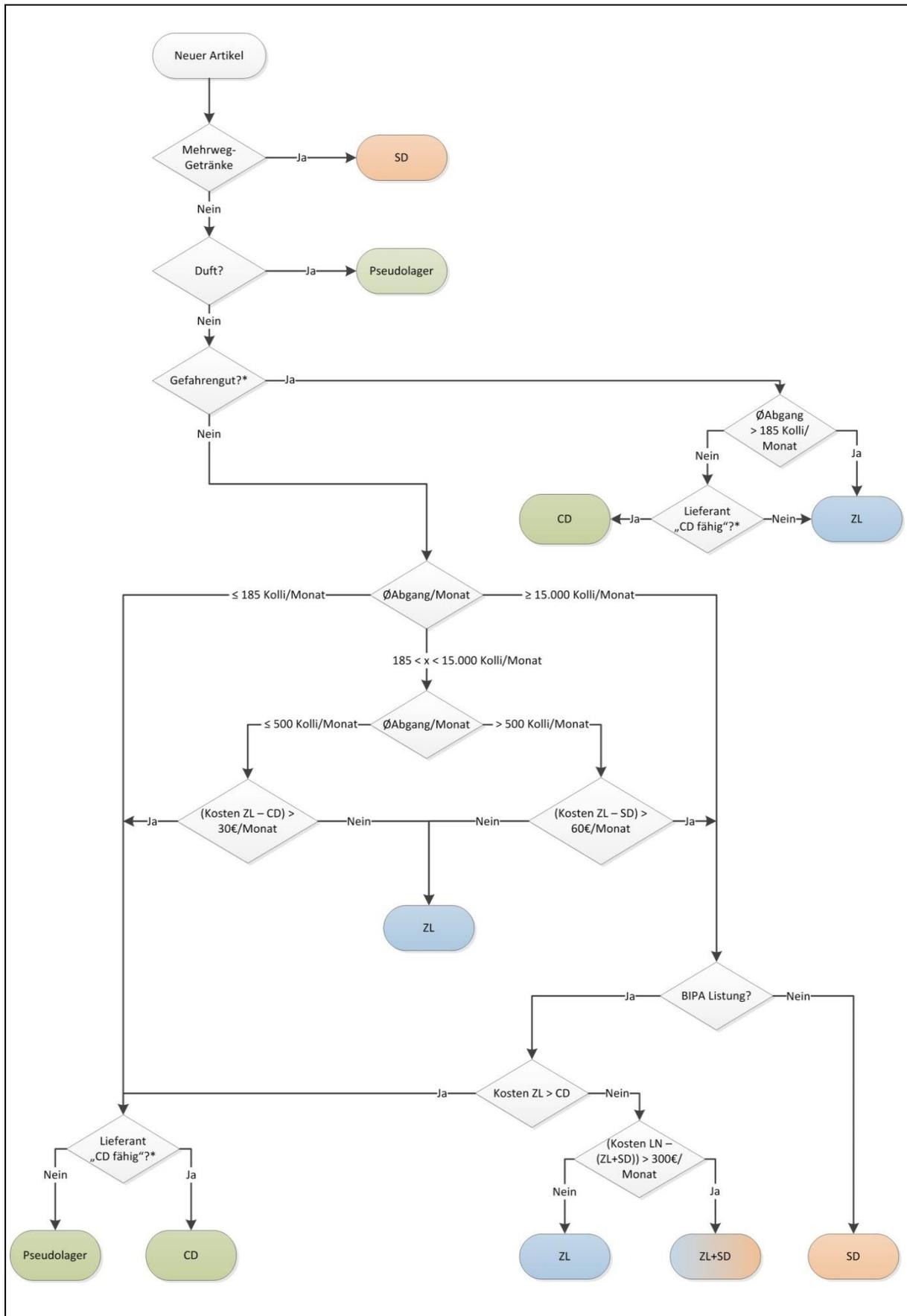


Abbildung 50: Entscheidungsbaum für die Lagerzuordnung

3.6 Tool zur Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung

Der Entscheidungsbaum, der im vorherigen Kapitel ausführlich beschrieben wurde, dient als grobe Übersicht wenn eine Entscheidung über die optimale Lagerzuordnung getroffen werden muss. Bei der praktischen Anwendung dieses Baumes müssten bei jedem Artikel alle Berechnungen, die den Entscheidungen zugrunde liegen, manuell durchgeführt werden. Des Weiteren müssten immer die aktuellen Kennzahlen bekannt sein und bei der Berechnung berücksichtigt werden. Da diese Vorgehensweise ein hohes Potential für Fehler beinhaltet, wurde auf Basis dieses Entscheidungsbaumes ein Excel-Tool entwickelt. Die Logik und Berechnungen des Entscheidungsbaumes sind in ein VBA-Makro umgesetzt worden, wodurch der Benutzer nur die Parameter eingeben muss. Dieses Tool erlaubt es, durch die Eingabe von einigen wenigen Artikeldaten, schnell eine optimale Lagerzuordnung zu treffen, da alle Kennzahlen zentral gespeichert sind und die Berechnungen automatisch im Hintergrund ausgeführt werden.

In nachfolgender Abbildung 51 ist ein Screenshot dieser Excel-Tabelle dargestellt, dessen Aufbau und Funktion im Anschluss daran erklärt wird. Der Quellcode des VBA-Makros ist im Anhang 6.2 dargestellt.

optimale Lagerzuordnung:		SD	
Kosten/Monat:		ohne Mehrkosten	mit Mehrkosten
	ZL:	€ 5.544	€ 5.544
	SD:	€ 4.854	€ 5.655
	CD:	€ 5.450	€ 5.650
	Pseudolager:	€ 7.323	€ 7.323

Bemerkung: SD weil Abgangsmenge > 15.000 Kolli/Monat

<-- niedrigste Kosten unter Berücksichtigung des neuen EK-Preis

durchschnittlicher Abgang:	20.000	<i>Kolli/Monat</i>
WGR2:	72	
BE-PAL-Faktor:	10	
EK-Preis bei ZL Anlieferung:	€ 9,060	<i>pro Kolli</i>
Volumen:	0,0015	<i>m³</i>
Duft:	<input type="checkbox"/>	
Gefahrgut:	<input type="checkbox"/>	
BIPA Artikel:	<input type="checkbox"/>	
Mehrweg-Getränk:	<input type="checkbox"/>	
Lieferant ist nicht CD fähig:	<input type="checkbox"/>	
EK-Preis bei SD Anlieferung:	€ 9,100	<i>pro Kolli</i>
EK-Preis bei CD Anlieferung:	€ 9,070	<i>pro Kolli</i>

Lagerzuordnung ermitteln

Löschen

Anleitung:

- 1.) Werte in die gelb hinterlegten Felder und Checkboxen eintragen
- 2.) "Lagerzuordnung ermitteln" anklicken
- 3.) Im rot umrandeten oberen Zellenbereich erscheinen die optimale Lagerzuordnung und die Kosten für jedes Lager. Rechts davon erscheinen weitere Bemerkungen die die Lagerzuordnung erläutern.
- 4.) Wurden EK-Preise für SD/CD Anlieferung eingetragen, werden diese im Bereich D4:D7 mitgerechnet (aber nicht in die automatische Lagerzuordnung miteinbezogen).

Legende:

EK-Preis bei ZL Anlieferung: EKP pro Kolli bei Anlieferung im ZL (Pflichtfeld, wird als Standard-EKP angesehen)

Volumen: Volumen eines Kolli

Duft: Düfte werden nur im Pseudolager gelagert

Gefahrgut: Muss im Gefahrgutbereich gelagert oder übers CD geliefert werden

BIPA Artikel: BIPA wird nicht über die SD Lager beliefert

Mehrweg-Getränke: Werden über SD Lager geliefert

CD-Fähigkeit: Bei CD-Artikel deren Lieferant nicht CD-fähig ist, kommt dieser ins Pseudolager

EK-Preis bei SD/CD Anlieferung: (optional) EK-Preis falls eine Anlieferung über SD/CD teurer ist. Kosten pro Kolli.

Abkürzungsverzeichnis:

SD: Schnelldreher-Lager

ZL: Zentrallager

CD: Cross-Docking

CDC: Cross-Docking-C-Artikel (=Pseudolager)

SD+LN: Schnelldreher- und Zentrallager

Abbildung 51: Screenshot des Tools zur Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung

Das Tool wurde in Excel erstellt und besteht aus zwei Sheets, wobei sich in dem ersten die diversen Basiswerte wie beispielsweise der Wert für entgangene Zinsen, Reichweiten, Transportkosten, usw. ändern lassen. Besonders wichtig ist diese einfache Änderung bei den Transport- und Lagerkosten, da sich diese zumindest einmal jährlich ändern. Das zweite Sheet ist in obiger Abbildung 51 dargestellt und unterteilt sich in drei Bereiche:

- Eingabebereich
- Ergebnisbereich
- Erklärungsbereich

Im schwarz umrandeten Eingabebereich lassen sich alle Daten eines Artikels eintragen, die für die Entscheidung über den Lagerort relevant sind. Der durchschnittliche Abgang wird in Kolli pro Monat angegeben und bildet die Grundlage für die Entscheidungsfindung. Auf Grund des monatlichen Abgangs können viele Artikel bereits ohne weitere Untersuchung einem Lagertypen zugeordnet werden (siehe Kapitel 3.5). Die durchschnittliche Liefermenge pro Monat kann bei bestehenden Artikeln aus den Artikeldaten der letzten Monate ermittelt werden. Bei neuen Artikeln muss dieser zum Beispiel anhand ähnlicher Produkte geschätzt werden. Die Warengruppe 2 (WGR2) dient zur Ermittlung des Aufteilungsschlüssels von Artikeln die nicht nur bei der Handelsfirma BIPA gelistet sind. Der BE-PAL-Faktor gibt an wie viele Kolli sich auf einer Palette befinden und kann, wie auch die Warengruppe, aus dem Artikelstamblatt entnommen werden. Dieser Wert muss bekannt sein, da davon ausgegangen wird, dass bei jeder Bestellung mindestens eine Palette bestellt werden muss. Beim nachfolgenden Eingabefeld handelt es sich um den Einkaufspreis bei Zentrallageranlieferung, welche als Standard hinsichtlich des Lieferortes angesehen wird. Der Einkaufspreis (EK-Preis) wird von der Einkaufsabteilung mit den Lieferanten verhandelt und ist vor allem für die Berechnung der Kapitalbindungskosten relevant. Das Volumen eines Kollis kann anhand der Abmessungen, die vom Lieferanten stammen, errechnet werden und ist notwendig um den Anteil des Kollivolumens am Rollcontainervolumen zu berechnen. Dieser Anteil wirkt sich direkt auf die Höhe der Transportkosten aus. Die nachfolgenden Checkboxen Duft, Gefahrgut, BIPA Artikel und Mehrweg-Getränk können aus dem Artikelstamblatt entnommen werden. Die Kenntnis dieser Werte ist für verschiedene Entscheidungen relevant, wie dem Entscheidungsbaum in Kapitel 3.5 zu entnehmen ist. Mit der letzten Checkbox wird festgelegt, ob der Lieferant dieses Artikels dazu fähig ist per Cross-Docking zu liefern. Dies wird von der Einkaufsabteilung in Abstimmung mit dem Lieferanten vereinbart. Die Anlieferung von Artikel in die sechs Regionallager bzw. die Abwicklung über Cross-Docking ist im Vergleich zur Zentrallageranlieferung auf Lieferantenseite mit Mehrkosten verbunden. Daher besteht am Ende des Eingabebereichs die optionale Möglichkeit zwei zusätzliche Einkaufspreise einzugeben. Bei der Eingabe einer dieser Werte

werden in der Ergebnistabelle die Kosten auf Basis der neuen Einkaufspreise berechnet und dargestellt, sodass von Fall zu Fall entschieden werden kann, ob diese Mehrkosten akzeptiert werden können.

Die Ergebnistabelle ist in Abbildung 51 rot umrandet dargestellt. Diese ist beim Öffnen der Datei leer und wird erst nach Betätigung des Buttons mit der Aufschrift „Lagerzuordnung ermitteln“ gefüllt. In der ersten Zeile dieser Tabelle wird die optimale Lagerzuordnung auf Grundlage des Entscheidungsbaumes (siehe Kapitel 3.5) ausgegeben. Rechts neben dieser Ausgabe erscheint eine Erklärung mit der Begründung dieser Lagerwahl. Diese ist notwendig, da es in einigen Fällen auch möglich ist, dass eine andere Zuordnung kostengünstiger wäre (z.B. bei Artikel mit besonderer Behandlung wie Düfte und Gefahrgutartikel). Im unteren Teil der Ergebnistabelle sind die Kosten pro Monat und Lagertyp aufgelistet. In der ersten Spalte werden die Kosten pro Lager dargestellt, die auf Grund des Einkaufspreises bei Zentrallager-Anlieferung berechnet wurden. Die Spalte rechts davon wird nur ausgefüllt, wenn zusätzliche Einkaufspreise (für SD- oder CD-Anlieferung) angegeben wurden. In diesem Fall werden die Kosten inklusive der Mehrkosten berechnet. Die geringsten Kosten werden durch eine Bemerkung, rechts von der jeweiligen Zelle, markiert. In dem hier gezeigten Beispiel sind die Auswirkungen der Mehrkosten zu erkennen. Während das Schnelldreher-Lager ohne Preissteigerung der optimale (und auch günstigste) Lagerstandort wäre, ist dies unter Berücksichtigung der Mehrkosten nicht mehr der Fall.

In einem dritten Bereich des Tools wird durch eine Anleitung die korrekte Vorgangsweise zur Bedienung erklärt. Außerdem ist in diesem Bereich eine Legende und eine Erklärung der einzugebenden Werte untergebracht.

3.7 Überprüfung der derzeitigen Artikelzuordnung

Da der Entscheidungsbaum bereits für das Excel-Tool in eine Programmiersprache „übersetzt“ wurde, kann dieser in einem weiteren Schritt auf die Liste der bestehenden Artikel angewendet werden.

Zu diesem Zweck benötigt das Excel-Makro (siehe dazu Anhang 6.2) als ersten Parameter die Information, ob es sich um einen Duft, Gefahrgutartikel oder ein Mehrweg-Getränk handelt. Artikel dieser Gruppen müssen, wie bereits in Kapitel 3.5 beschrieben, gesondert behandelt werden. Ein weiterer grundlegender Parameter ist die Information, ob für den Lieferanten dieses Artikels die Cross-Docking-Lieferung möglich ist. Für die Transportkostenberechnung werden ein Transportkostensatz je Lagertyp, das Volumen des Kollis und der durchschnittliche Monatsabgang des Artikels benötigt. Die durchschnittliche Liefermenge wird danach gemeinsam mit dem Lagerkostensatz benötigt, um die Lagerkosten pro Lagertyp zu berechnen. Zur Berechnung der Kapitalbindungskosten müssen zusätzlich noch die Reichweite, der

Einkaufspreis, ein Zinssatz für entgangene Zinsen und die Anzahl an Kolli pro Palette bekannt sein. Letzteres ist notwendig, da wie bereits erwähnt, davon ausgegangen wird, dass mindestens eine volle Palette pro Lagerstandort bestellt werden muss. Da Produkte die bei der Handelsfirma BIPA verkauft werden nicht in den Schnelldreher-Lagern gelagert werden dürfen, ist es notwendig, anzugeben ob der betrachtete Artikel exklusiv bei BIPA oder auch bei anderen Handelsfirmen gelistet ist. Bei Artikel die in mehr als einer Firma gelistet sind, wird der Warencodenummer benötigt um ein Aufteilungsverhältnis zwischen Schnelldreher- und Zentrallager zu bestimmen. Sind alle diese Parameter für jeden bestehenden Artikel bekannt, kann das Excel-Makro dazu benutzt werden um die bestehenden Artikel hinsichtlich des Lagerortes zu analysieren. Es lässt sich somit automatisiert eine optimale Zuordnung von allen ca. 17.600 Artikel finden, wobei der Algorithmus bei etwa 6.000 Artikeln eine Umlagerung vorschlägt. Bei den restlichen ca. 11.600 Artikeln kann davon ausgegangen werden, dass sich diese bereits am optimalen Lagerort befinden. Nicht bei allen vorgeschlagenen Artikeln ist eine Umlagerung sinnvoll, da die Einsparungen oftmals nur marginal wären. Die Kosten des administrativen Aufwands einer Umlagerung wären deutlich höher. Es ist daher notwendig, manuell einzelne Umlagerungsgruppen zu bilden, die einzeln betrachtet werden können:

- Düfte
- Artikel die ausschließlich bei der Handelsfirma Merkur verkauft werden (Merkur-Artikel)
- Kostensparende Umlagerungen
- Umlagerungen die auf Grund der kostensparenden Umlagerungen durchgeführt werden müssen
- Umlagerungen vom Cross-Docking in die Zentrallager zur Erhöhung der Versorgungssicherheit

In den folgenden Unterkapiteln werden die Artikelbewegungen und Kosteneinsparungen für zwei Varianten erläutert, bei denen neben den Duft- und Merkur-Artikel-Umlagerungen, auch kostensparende Umlagerungen mit einer monatlichen Einsparung von mehr als € 100 und € 250 pro Artikel betrachtet werden. Dabei ist zu beachten, dass diese kostensparenden Umlagerungen auf Grund der begrenzten Lagerkapazitäten weitere Umlagerungen notwendig machen. Das heißt, soll beispielsweise ein Artikel in das Schnelldreher-Lager umgelagert werden, muss auf Grund des begrenzten Lagerplatzes ein anderer Artikel aus diesem Lagertyp ausgelagert werden. Des Weiteren werden Umlagerungen aus dem Cross-Docking in das Zentrallager vorgenommen, um die Versorgungssicherheit mit diesen Produkten zu erhöhen.

Um diese Umlagerungen zu verdeutlichen, wurden die Artikelbewegungen grafisch dargestellt und werden in den Kapiteln 3.7.1 und 3.7.2 erläutert.

3.7.1 Umlagerungsvorschlag von Artikeln mit einer Einsparung von mehr als € 100 pro Monat

In dieser Basisvariante werden alle notwendigen Umlagerungen (Düfte und Merkur-Artikel) sowie Umlagerungen mit einer monatlichen Einsparung von mehr als € 100 pro Monat und Artikel betrachtet. Auf Grund dieser Eingrenzung ergibt sich eine Umlagerung von 3.433 Artikeln, wobei davon 2.001 auf Duft- und Merkur-Artikel entfallen. Werden also nur die kostenoptimalen Umlagerungen betrachtet, müssen 1.432 Artikel einem anderen Lagertyp zugeordnet werden. Die Düfte befinden sich derzeit im Zentrallager oder Cross-Docking, müssen allerdings zukünftig über das Pseudolager (CDC) ausgeliefert werden, wie in Abbildung 52 zu erkennen ist.

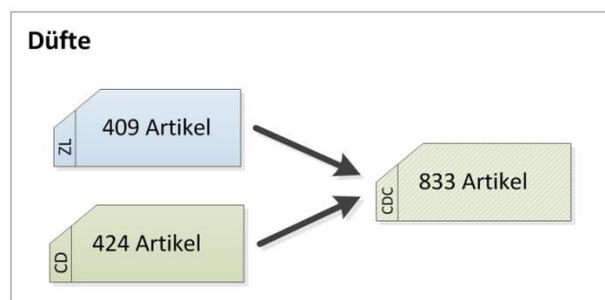


Abbildung 52: Artikelbewegung bei der Umlagerung der Düfte

Abbildung 52 stellt die Artikelverschiebungen zwischen den Lagertypen auf Grund dieser Umlagerung dar. Diese bleibt auch bei den Umlagerungen mit einer Einsparung von größer € 250 pro Monat und Artikel, die im nachfolgenden Kapitel erklärt wird, gleich.

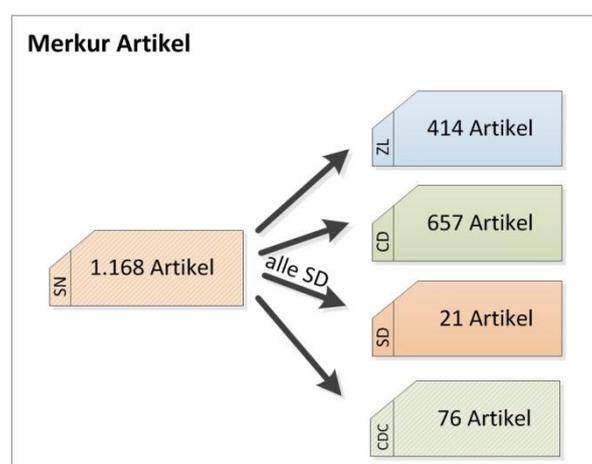


Abbildung 53: Artikelbewegung bei der Umlagerung der Merkur-Artikel

Da alle Merkur-Artikel bisher im Schnelldreher-Lager Wr.Neudorf (SN) gelagert werden, ist dies auch der Ausgangspunkt dieser Umlagerung. Abbildung 53 verdeutlicht, wie sich die bestehenden 1.168 Artikel auf die anderen Lager verteilen.

Da es sich bei diesen Artikeln um Sonderartikel handelt, die nur die Handelsfirma Merkur gelistet hat, sind die Abgangsmengen auch dementsprechend gering. Folglich werden die meisten davon in das Cross-Docking umgelagert (657 Artikel), wobei es sich dabei eigentlich nur um eine Zuordnung handelt, da das Cross-Docking kein Lager ist. An zweiter Stelle stehen, mit 414 Artikeln die Umlagerungen in die Zentrallager. Bei 76 Artikeln ist derzeit schon bekannt, dass den Lieferanten die Cross-Docking-Anlieferung nicht möglich ist, weshalb diese Produkte in das Pseudolager eingelagert werden. Jene 21 Artikel, die im Schnelldreher-Lager bleiben, müssen allerdings auf alle Regionallager-Standorte aufgeteilt werden.

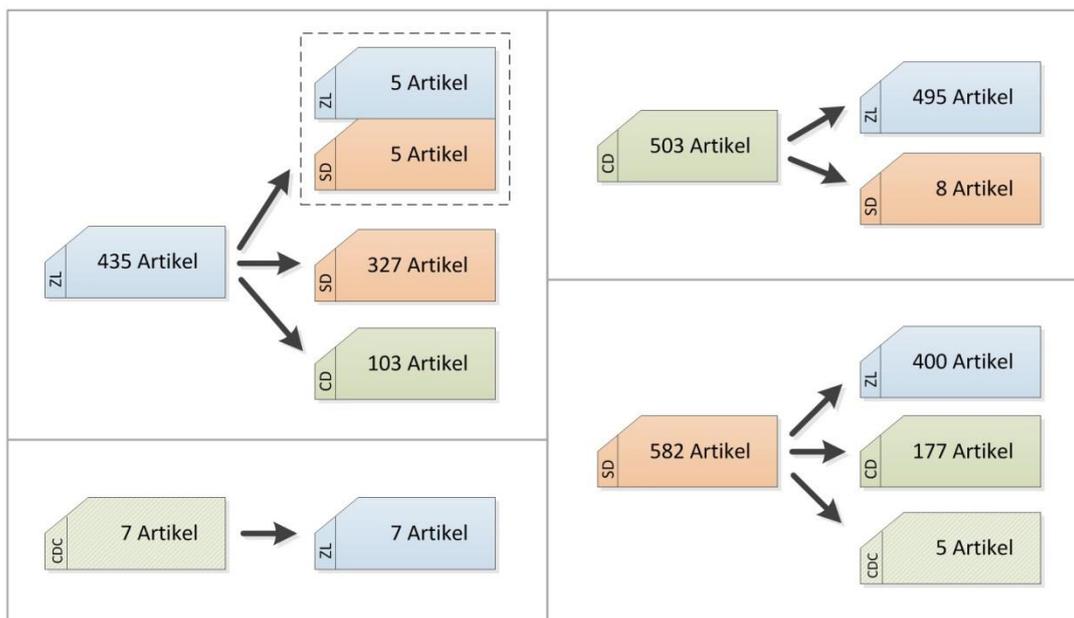


Abbildung 54: Artikelbewegungen durch die Umlagerungen mit Einsparungen $>€ 100/\text{Monat}$

In Abbildung 54 ist dargestellt wie sich die Artikel auf Grund der restlichen Umlagerungen, wie sie in der Einleitung zu diesem Kapitel erklärt wurden, verteilen. Diese verschiedenen Gruppen von Umlagerungen sind in Abbildung 54 nicht explizit dargestellt, können aber der Abbildung 62 im Anhang 6.3 entnommen werden.

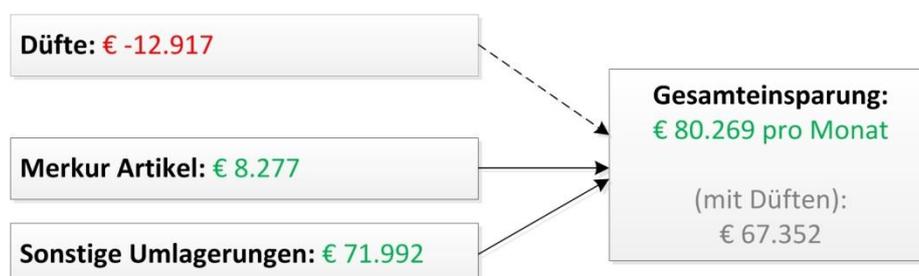


Abbildung 55: Kosteneinsparungen der Umlagerung (Einsparung $>€ 100/\text{Monat}$)

Abbildung 55 stellt die Kosteneinsparung der in diesem Unterkapitel beschriebenen Umlagerungsvorschläge dar. Diese Einsparungen gliedern sich in drei Gruppen. Die

Umlagerungen der Düfte von den Zentrallagern in das Pseudolager sparen € 6.479 pro Monat, da nur noch ein Lagerstandort notwendig ist. Düfte die zukünftig nicht mehr per Cross-Docking geliefert werden, verursachen Kosten von € 19.396 pro Monat. Insgesamt fallen durch die Umlagerung der Düfte somit € 12.917 an Kosten pro Monat an. Durch diese Umlagerung können andererseits Kosten für das Fremdlager und den internen Transport eingespart werden. Die Umlagerungen der Merkur-Artikel lukrieren pro Monat eine Einsparung von € 8.277. Beide Maßnahmen erhöhen außerdem die Versorgungssicherheit. Durch die sonstigen Umlagerungen können pro Monat € 71.992 eingespart werden, wodurch insgesamt eine Einsparung von € 80.269 pro Monat erwirtschaftet werden kann. Werden die Kosten für die Umlagerung der Düfte mitberücksichtigt, ergibt sich eine Einsparung von € 67.352 pro Monat.

Wie bereits in Kapitel 3.4.7 beschrieben, müssen für die Lagerzuordnung Restriktionen gesetzt und eingehalten werden, da jedes Lager nur begrenzte Ressourcen hinsichtlich der Lagerkapazität und Liefermenge besitzt.

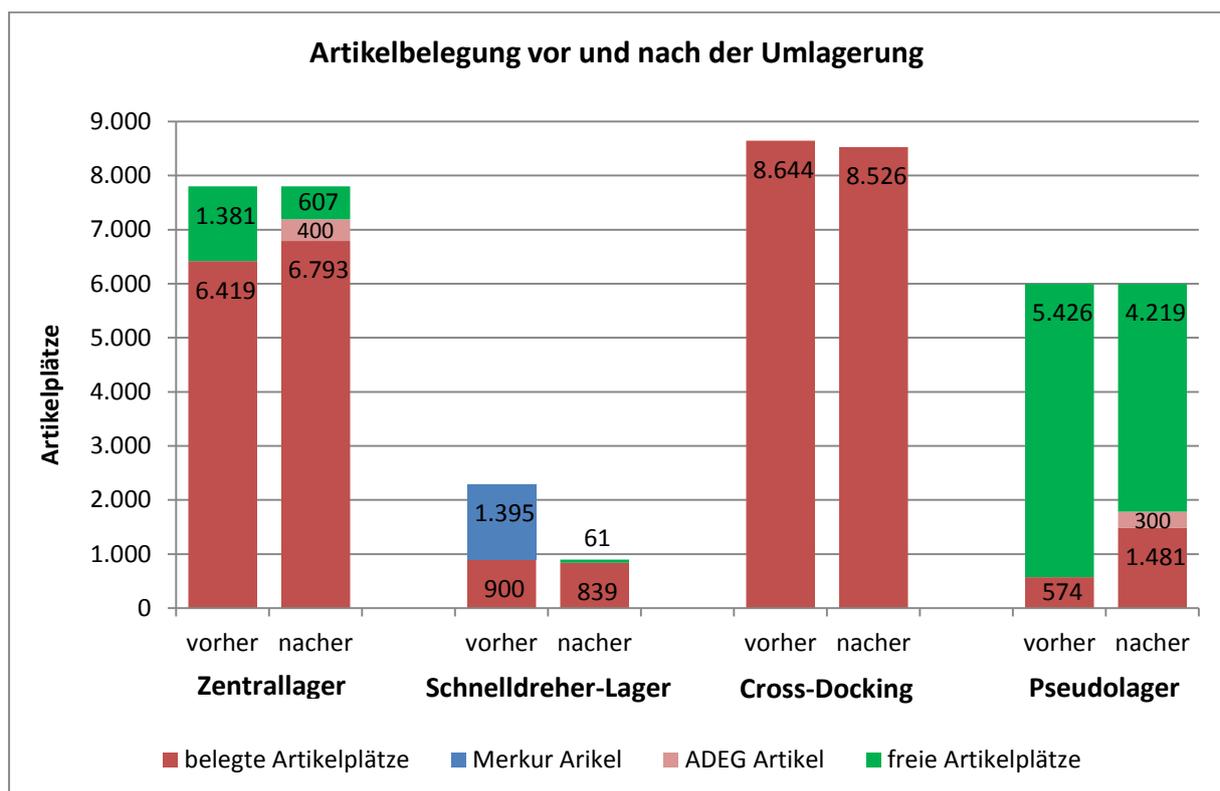


Abbildung 56: Artikelbelegung vor und nach der Umlagerung (Einsparung >€ 100/Monat)

Abbildung 56 stellt die Artikelbelegung der einzelnen Lagertypen dar, wobei der jeweils linke Balken die Situation vor und der rechte jene nach der Umlagerung darstellt. Der rote Anteil des Balkens visualisiert die Artikelanzahl in dem jeweiligen Lager, wobei in hellrot die Menge an Artikeln eingezeichnet ist die durch die Schließung des ADEG-Lagers hinzukommen. Die Differenz auf die maximale Artikelanzahl ist in grün dargestellt. Der blaue Balken der Schnelldreher-Lager

symbolisiert die Merkur-Artikel und verdeutlicht, dass diese umgelagert werden müssen, da zukünftig in diesem Lager kein Lagerplatz mehr dafür vorhanden sein wird.

Auch nach der Umlagerung sind im Schnelldreher-Lager kaum Lagerplätze frei. In der Betrachtung wurde jedoch immer ein Puffer frei gelassen, da es sich bei den Grenzen um das absolute Limit handelt.

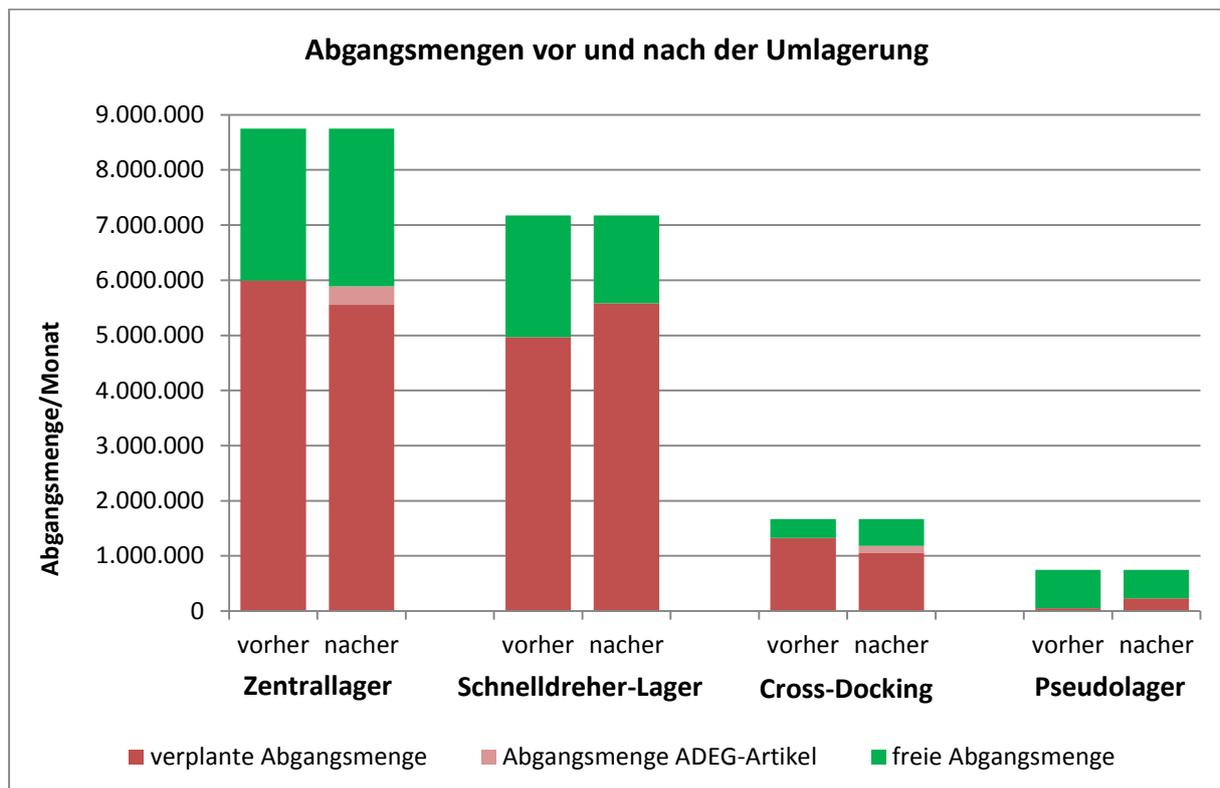


Abbildung 57: Abgangsmengen vor und nach der Umlagerung (Einsparung >€ 100/Monat)

Weniger kritisch ist die Situation bei den Liefermengenrestriktionen die in Abbildung 57 dargestellt sind. Diese können ohne besondere Maßnahmen eingehalten werden. Dabei kann das Cross-Docking auf Grund der geringeren Artikelanzahl entlastet werden. Durch die Umverteilung zwischen Zentral- und Schnelldreher-Lager kommt es auch bei den Abgangsmengen zu einer Verschiebung von den Zentrallagern in die Regionallager. Das heißt, in den Regionallagern sind zukünftig zwar weniger Artikel gelagert, diese haben aber insgesamt eine höhere Abgangsmenge. Bei den Zentrallagern ist die Situation genau umgekehrt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die höchste Einsparung nur mit einer sehr hohen Zahl an Umlagerungen erzielt werden kann. Die hohe Anzahl erklärt sich nicht zuletzt durch die begrenzte Kapazität der Lager, wodurch für jede kostenoptimale Umlagerung zuerst ein Lagerplatz durch eine weitere Umlagerung geschaffen werden muss.

3.7.2 Umlagerungsvorschlag von Artikeln mit einer Einsparung von mehr als € 250 pro Monat

Da der Aufwand für die Umlagerung von 1.432 Artikel relativ hoch ist, werden im folgenden Kapitel nur Artikel mit einem Einsparungspotential von mehr als € 250 pro Monat betrachtet, wodurch sich die Anzahl von Umlagerungen auf 777 reduzieren lässt. Von den insgesamt 2.778 Umlagerungen bleibt die Anzahl der Duft- und Merkur-Umlagerungen gleich (siehe Abbildung 52 und Abbildung 53 in Kapitel 3.7.1) und werden daher an dieser Stelle nicht weiter behandelt.

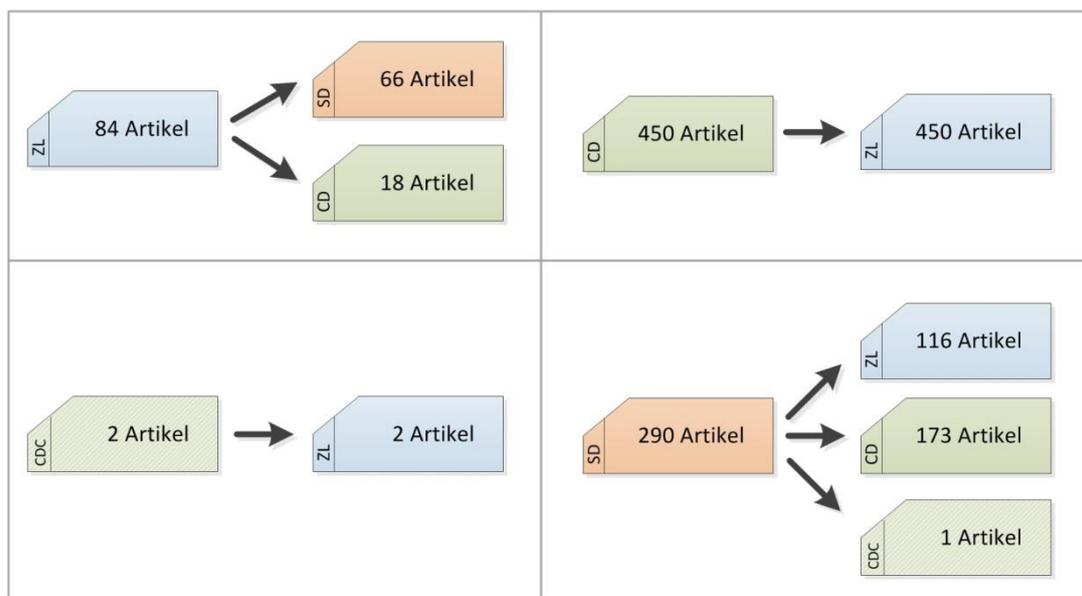


Abbildung 58: Artikelbewegungen durch die Umlagerungen mit Einsparungen >€ 250/Monat

Abbildung 58 bildet die sonstigen Umlagerungen ab, bei denen eine Einsparung von über € 250 pro Monat und Artikel möglich ist. Bei dieser Betrachtung reduziert sich vor allem die Anzahl der Artikel die von den Zentral- in die Schnelldreher-Lagern und in das Cross-Docking umgelagert werden, da deren Einsparungspotential meistens unter € 100 pro Artikel und Monat liegt.

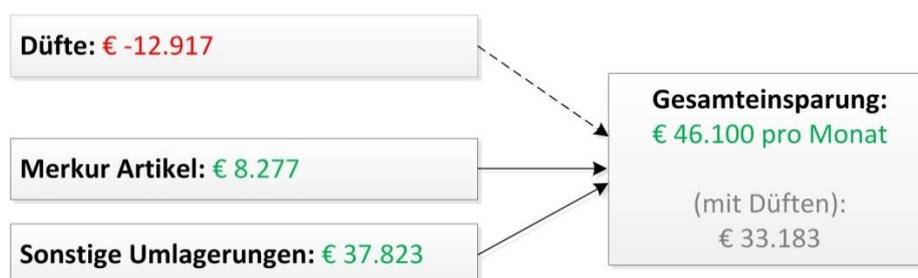


Abbildung 59: Kosteneinsparungen der Umlagerung (Einsparung >€ 250/Monat)

Wie bereits erwähnt, ändert sich bei den Düften und Merkur-Artikel die Anzahl der Umlagerungen nicht, wodurch auch die Einsparungen dieser ident bleiben (siehe Abbildung 59). Die Einsparungen reduzieren sich um etwa 43% auf insgesamt €

46.100 pro Monat wenn die Umlagerung aller vorgeschlagenen Artikel möglich ist. Unter Berücksichtigung der Kosten für die Umlagerung der Düfte beträgt die Einsparung € 33.183 pro Monat.

In Abbildung 60 ist wie bereits im vorherigen Kapitel die Artikelbelegung vor und nach den vorgeschlagenen Umlagerungen dargestellt. Im Vergleich zur ersten Umlagerungsvariante ist die Anzahl der freien Artikelplätze in den Zentral- und Schnelldreher-Lager deutlich geringer. Im Gegensatz dazu werden über 100 Artikel weniger über das Cross-Docking abgewickelt. Der Grund dafür liegt in der relativ geringen monatlichen Einsparung, wenn ein Artikel zukünftig über das Cross-Docking geliefert wird. Dies betrifft allerdings nur Artikel mit einem geringen Wert.

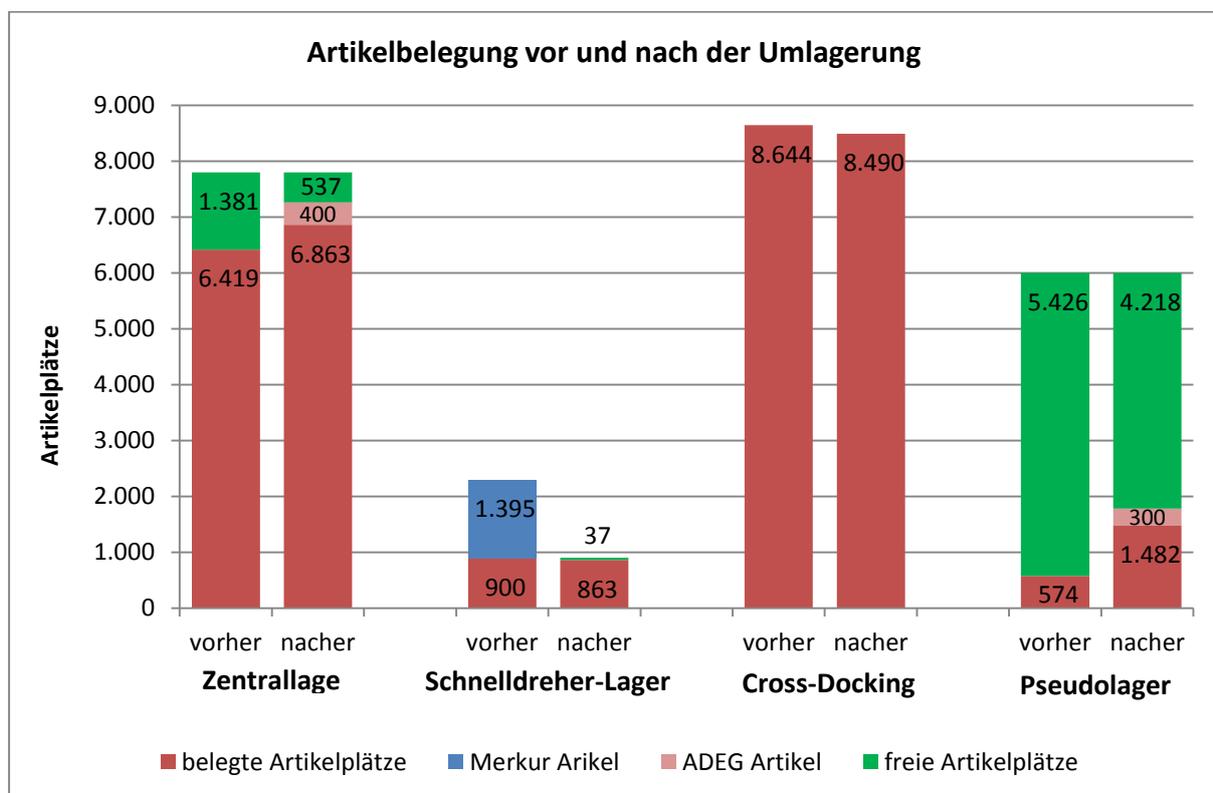


Abbildung 60: Artikelbelegung vor und nach der Umlagerung (Einsparung >€ 250/Monat)

Bei den Abgangsmengen (siehe Abbildung 61) ist die deutlich höhere Auslastung der Zentrallager erkennbar. Während bei der vorherigen Umlagerungsvariante die Abgangsmenge in den Zentrallagern nach der Umlagerung geringer war, ist sie hier unter Berücksichtigung der ADEG Artikel deutlich höher. Obwohl bei dieser Variante in den Schnelldreher-Lagern um zirka 30 Artikel mehr gelagert werden, reduziert sich die Abgangsmenge im Vergleich zu der ersten Umlagerungsvariante, was auf Artikel mit geringeren Abgangsmengen zurückzuführen ist.

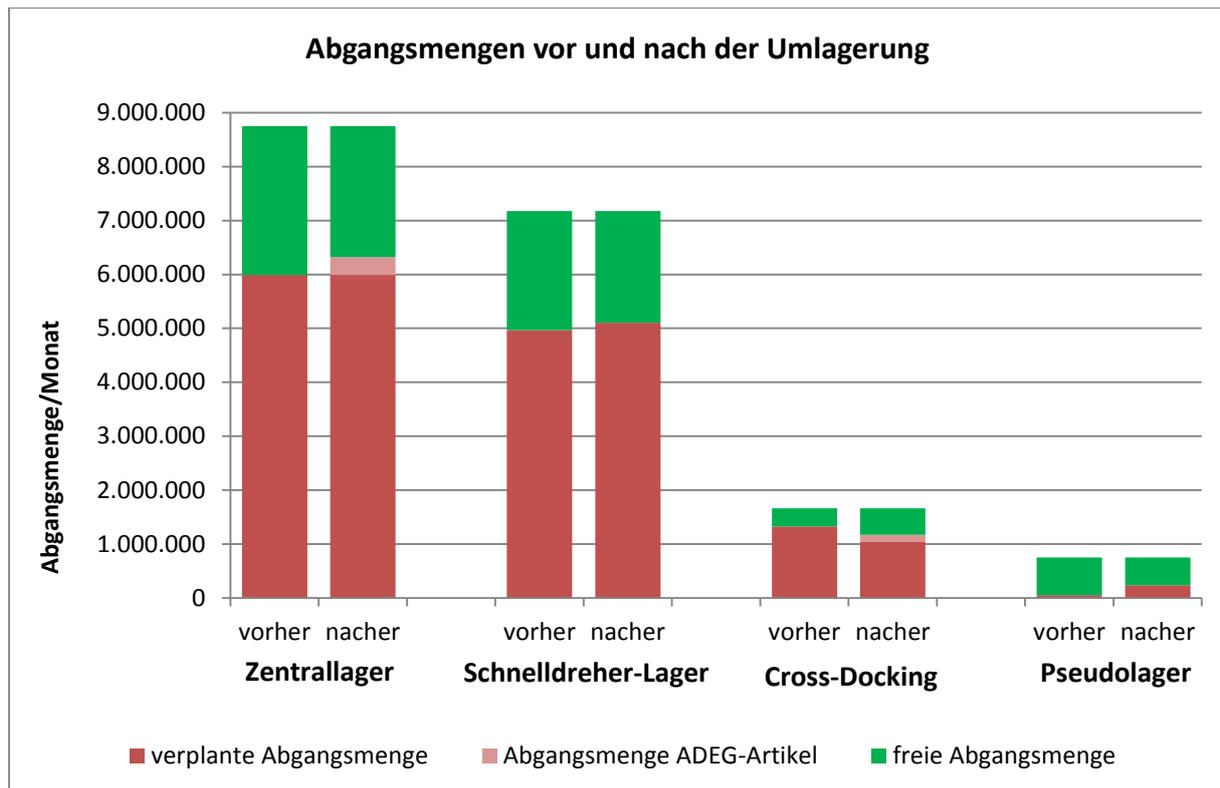


Abbildung 61: Abgangsmengen vor und nach der Umlagerung (Einsparung >€ 250/Monat)

3.7.3 Empfehlung zur Umstrukturierung der bestehenden Artikelverteilung

Zusammenfassend kann für Variante 2 gesagt werden, dass durch die Reduktion der Umlagerungen um 46% auf jene Artikel mit den höchsten monatlichen Einsparungen, noch 57% der Einsparungen lukriert werden können. Obwohl die Einsparungen bei Variante 1 (siehe Kapitel 3.7.1) deutlich höher ausfallen würden, sollte die Umsetzung von jener Variante mit Einsparungen von größer € 250 pro Monat und Artikel (siehe Kapitel 3.7.2) bevorzugt werden. Da jede Umlagerung einen administrativen Aufwand verursacht, werden bei der empfohlenen Umlagerungsvariante vor allem jene Artikel umgelagert, die ein hohes Einsparungspotential besitzen. Dadurch können immer noch ca. € 550.000 pro Jahr eingespart werden, obwohl 46% weniger Artikel umgelagert werden müssen. Durch den geringeren administrativen Aufwand werden außerdem weitere Kosten im Vergleich zu Variante 1 eingespart, die in dieser Arbeit nicht explizit betrachtet werden. Im bestmöglichen Fall könnten durch die gegebenen Umlagerungsvorschläge ca. € 1 Mio. pro Jahr an Kapitalbindungs-, Transport- und Lagerkosten eingespart werden.

4 Ergebnisse der Diplomarbeit

Ausgehend von der Analyse der Eigenschaften der Artikel des Trockensortiments, wurden die Kosten ermittelt die sich wesentlich auf die Entscheidungsfindung auswirken. Bei den Transportkosten konnte ein Kostensatz errechnet werden, mit Hilfe dessen ein Vergleich der Kosten, sowohl zwischen den Lagertypen als auch zwischen den einzelnen Lagerstandorten selbst, durchgeführt werden kann. Als weitere relevante Kosten wurden die Kapitalbindungs- und Lagerkosten identifiziert. Durch die Definition von Ausschluss- und Sonderkriterien, sowie der Einbeziehung der Kosten und Artikeleigenschaften, ist es gelungen eine Systematik zu entwickeln, nach der sich jeder Trockensortimentsartikel einem optimalen Lagertyp zuordnen lässt.

Zur Beantwortung der Frage, wie sich Artikel des Trockensortiments dem optimalen Lagertyp am Beispiel des in dieser Arbeit behandelten österreichischen Handelsunternehmens zuordnen lassen, wurde ein Entscheidungsbaum entworfen, der eine Entscheidung auf Grund objektiver Kriterien ermöglicht, sowie die Nachvollziehbarkeit dieser sicherstellt (siehe Kapitel 3.5). Für die zukünftige Analyse von Trockensortimentsartikel hinsichtlich ihrer optimalen Lagerzuordnung wäre der Einsatz dieses Entscheidungsbaums optimal. Da dieser allerdings viele aufwendige Berechnungsschritte enthält, wäre die Anwendung in der Praxis zu zeitintensiv. Aus diesem Grund sollten die Erstanalysen in Zukunft mit Hilfe eines dafür entwickelten Excel-Tools durchgeführt werden. Zu diesem Zweck wurde der Entscheidungsbaum in eine Programmiersprache umgesetzt und daraus ein Excel-Makro erstellt. Dieses Tool erlaubt es dem Einkauf zukünftig den optimalen Lagertyp für bestehende und neue Artikel durch die Eingabe einiger weniger Werte zu ermitteln (siehe Kapitel 3.6). Des Weiteren ist darin die Variation der zugrundeliegenden Basiswerte, wie Transport- und Lagerkosten, in einer eigenen Tabelle einfach möglich, wodurch die Aktualität auch in Zukunft sicher gestellt ist. Durch den Einsatz dieses Tools hat die Einkaufsabteilung erstmalig eine Möglichkeit, ohne aufwendige Berechnungen, eine kostenoptimale Lagerzuteilung zu ermitteln. Dadurch können zukünftig Mehrkosten durch den falschen Lagerort minimiert werden. Außerdem ist dadurch sichergestellt, dass die Lagerzuordnung immer nach objektiven und nachvollziehbaren Kriterien erfolgt. Des Weiteren wird die Gefahr von Anwendungs- und Rechenfehler durch die automatische Berechnung minimiert.

Der zweite Teil der Ergebnisse dieser Arbeit befasste sich mit der Analyse aller bestehenden Trockensortimentsartikel hinsichtlich der optimalen Lagerzuordnung. Dazu wurden zuerst alle Artikel herausgefiltert die laut Ausschluss- und Sonderkriterien nicht analysiert werden. Im Anschluss daran wurde das eben erwähnte Makro angepasst und mit dessen Hilfe jeder Artikel einzeln analysiert. Zur

besseren Entscheidungsfindung wurden zwei unterschiedliche Umlagerungsvarianten erarbeitet, wobei die Umsetzung der Variante 2 (siehe Kapitel 3.7.2) empfohlen wird, wodurch ca. € 550.000 pro Jahr eingespart werden können. Diese Einsparungen können im bestmöglichen Fall bis zu € 1 Mio. pro Jahr betragen. Das detaillierte Ergebnis der Analyse wird in Kapitel 3.7.3 dargestellt.

Bei der Artikelanalyse in dieser Arbeit muss beachtet werden, dass durch die hohe Artikelanzahl und –vielfalt viele Ausnahmen getroffen werden mussten. Das bedeutet, dass einige wenige Artikelgruppen aus unterschiedlichen Gründen in der Analyse nicht berücksichtigt werden konnten. Die Lagerzuordnung in dieser Arbeit stellt einen möglichst kostenoptimalen Vorschlag dar. In der Praxis kann es aber einige Gründe geben warum ein Artikel nicht dem vorgeschlagenen optimalen Lagertyp zugeordnet werden kann. Dies muss, im Bedarfsfall, individuell für jeden Artikel berücksichtigt werden.

5 Verzeichnisse

5.1 Verwendete Literatur

Alicke, Knut: Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken, Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management, 2. Aufl., Springer, Berlin Heidelberg, 2005

Arnolds, Hans: Materialwirtschaft und Einkauf, 12. Aufl., Gabler, Wiesbaden, 2013

Brunner, Franz J.; Wagner, Karl W.: Qualitätsmanagement, Leitfaden für Studium und Praxis, 4. Aufl., Hanser, Wien, 2008

Brunner, Franz J.: Japanische Erfolgskonzepte, 1. Aufl., Hanser, München, 2008

Dietrich, Edgar; Schulze, Alfred: Statistische Verfahren zur Maschinen- und Prozessqualifikation, 6. Aufl., Hanser, München, 2009

Eisenführ, Franz; Weber, Martin: Rationales Entscheiden, 4. Aufl., Springer, Berlin, 2003

Gaul, Wolfgang; Schader, Martin: Mathematische Methoden der Wirtschaftswissenschaften, 1. Aufl., Physica, Heidelberg, 1999

Grünig, Rudolf; Kühn Richard: Entscheidungsverfahren für komplexe Probleme, 3. Aufl., Springer, Heidelberg, 2009

Gudehus, Timm: Logistik 1, Grundlagen, Verfahren und Strategien, 4. Aufl., Springer Vieweg, Berlin-Heidelberg, 2012

Hartmut, Werner: Supply Chain Management, Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, 5. Aufl., Springer, Wiesbaden, 2013

Heiserich, Otto-Ernst; Helbig, Klaus; Ullmann, Werner: Logistik, Eine praxisorientierte Einführung, 4. Aufl., Gabler, Wiesbaden, 2011

Hertel, Joachim; Zentes, Joachim, Schramm-Klein, Hanna: Supply-Chain-Management und Warenwirtschaftssysteme im Handel, 2. Aufl., Springer, Berlin, 2011

Kamiske, Gerd F.; Brauer, Jörg-Peter: Qualitätsmanagement von A bis Z, Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements, 6. Aufl., Hanser, München, 2008

Kamiske, Gerd: Handbuch QM-Methoden, Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen, 2 Aufl., Hanser, München, 2013

Kerth, Klaus; Stich, Volker; Asum, Heiko: Die besten Strategietools in der Praxis, 5. Aufl., Carl Hanser, München, 2011

Kistner Klaus-Peter; Steven Marion: Produktionsplanung, 3. überarb. Aufl., Physica, Heidelberg, 2001

Krampe, Horst: Grundlagen der Logistik, Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme, 4. Aufl., Huss-Verlag, München, 2012

La Londe, Bernard J.; Master, James M.: Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the Next Century, in: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Volume 24 issue 7, 1994, S.35-47

Linß, Gerhard: Qualitätsmanagement für Ingenieure, 2. Aufl., Fachbuchverlag Leipzig, München, 2005

Luczak, H.; Giffels, G.; Benkenstein, M.: Dienstleistungsunternehmen erfolgreich gestalten, 1. Aufl., Beuth, Berlin, 2003

Mau, Markus: Supply Chain Management, Prozessoptimierung entlang der Wertschöpfungskette, 2. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim, 2003

Nitzsch, Rüdiger: Entscheidungslehre, 1. Aufl., Mainz, Aachen, 2006

Noé, Manfred: Projektbegleitendes Qualitätsmanagement, Der Weg zu besserem Projekterfolg, 1. Aufl., Publicis, Erlangen, 2006

Noosten, Dirk: Netzplantechnik, Grundlagen und Anwendung im Bauprojektmanagement, 1. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden, 2013

Nyhuis Peter: Logistische Kennlinien, Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen, 3. Aufl., Springer Vieweg, Berlin-Heidelberg, 2012

Regius, Bernd: Qualität in der Produktentwicklung, Vom Kundenwunsch bis zum fehlerfreien Produkt, 1. Aufl., Hanser, München, 2006

Schuh Günther: Produktionsplanung und –steuerung, 3. Aufl., Springer, Berlin Heidelberg, 2006

Schulte, Gerd: Material- und Logistikmanagement, 2. Aufl., Oldenbourg, München, 2001

Stickel, Matthias: Planung und Steuerung von Crossdocking-Zentren, Universität Karlsruhe, Karlsruhe, Diss., 2006

Swoboda, Bernhard; Morschett, Dirk: Cross Docking in der Konsumgüterdistribution, in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, Heft 6 / 2000, S.331-334

Theden, Philipp; Colsmann, Hubertus: Qualitätstechniken, Werkzeuge zur Problemlösung und ständigen Verbesserung, 4. Aufl., Hanser, München, 2005

Thonemann, Ulrich; u.a.: Supply Chain Excellence im Handel, Trends, Erfolgsfaktoren und Best-Practice-Beispiele, 1. Aufl., Gabler, Wiesbaden, 2005

Tietze, Jürgen: Einführung in die Finanzmathematik, 10. Aufl., Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2010

Toutenburg, Helge; Knöfel, Philipp: Six Sigma, Methoden und Statistik für die Praxis, 2. Aufl., Springer, Heidelberg, 2008

Van Belle, Jan; Valckenaers, Paul; Cattrysse, Dirk: Cross-docking: State of the art, in Omega, Volume 40, Issue 6, 2012, S.827-846

Wannenwetsch, Helmut: Intensivtraining Produktion, Einkauf, Logistik und Dienstleistung, 1. Aufl., Gabler, Wiesbaden, 2008

Wannenwetsch, Helmut: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion, 4. Aufl., Springer, Heidelberg, 2010

Weber, Manfred: Schnelleinstieg Kennzahlen, 1. Aufl., Haufe, München, 2006

5.2 Weiterführende Literatur

Arnold, Dieter: Handbuch Logistik, 3. Aufl., Springer, Berlin-Heidelberg, 2008

Bichler, Klaus: Beschaffungs- und Lagerwirtschaft, 9. Aufl., Gabler, Wiesbaden, 2010

Seeck, Stephan: Erfolgsfaktor Logistik, Klassische Fehler erkennen und vermeiden, 1. Aufl., Gabler, Wiesbaden, 2010

5.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Q7 im Überblick	7
Abbildung 2: Beispiel einer Fehlersammelliste	8
Abbildung 3: Beispiel eines Histogramms.....	9
Abbildung 4: Beispiel einer Qualitätsregelkarte	10
Abbildung 5: Pareto-Diagramm	12
Abbildung 6: ABC-Analyse	13
Abbildung 7: Wert- und Mengenanteil der ABC-Klassen	14
Abbildung 8: Nullperiodenanteile der XYZ-Klassen	18
Abbildung 9: Klassifizierungsgruppen durch Kombination der ABC- und XYZ-Analyse	19
Abbildung 10: Artikelgruppen bei Kombination der ABC/XYZ/GMK-Analyse	21
Abbildung 11: Beispiel einer UVW-Analyse	22
Abbildung 12: Beispiele für Korrelationsdiagramme	24
Abbildung 13: Beispiel für eine Stratifikation.....	25
Abbildung 14: Schema eines Ishikawa-Diagramms.....	26
Abbildung 15: Die M7 im Überblick.....	27
Abbildung 16: Beispiel eines Relationendiagramms.....	28
Abbildung 17: Beispiel eines Entscheidungsbaums	29
Abbildung 18: Beispiel eines Portfolios.....	30
Abbildung 19: Beispiel eines Netzplans.....	31
Abbildung 20: Beispiel eines Entscheidungsbaums	31
Abbildung 21: Beispiel eines Entscheidungsbaums mit Wahrscheinlichkeiten.....	32
Abbildung 22: Symbole in einem Einflussdiagramm.....	33
Abbildung 23: Symbole und deren Bedeutung im Entscheidungsbaum	33
Abbildung 24: Belieferungsformen im Handel.....	35
Abbildung 25: Schema des einstufigen Cross-Dockings	38
Abbildung 26: Schema eines mehrstufigen Cross-Dockings	39
Abbildung 27: Lagerstandorte Trockensortimentslager	41
Abbildung 28: Aufstellflächen der Filialen im Cross-Dock	43
Abbildung 29: Beispiele für die Einheit "Kolle"	44
Abbildung 30: Abmessungen eines Rollcontainers.....	45
Abbildung 31: Rutschen der Sortiereinrichtung	46
Abbildung 32: Display (Halbpalette)	49
Abbildung 33: ABC-Analyse der Liefermenge	52
Abbildung 34: GMK-Analyse der Trockensortimentsartikel	54
Abbildung 35: Anzahl der Artikel in den GMK-Klassen.....	55
Abbildung 36: ABC-Reichweiten aufgeteilt nach Lagertyp	57
Abbildung 37: Österreichische Postleitzahlengebiete.....	59
Abbildung 38: Liefergebiete der Zentrallager.....	60

Abbildung 39: Liefergebiete Schnelldreher-Lager.....	60
Abbildung 40: Anzahl der Rollcontainer je Tour.....	64
Abbildung 41: Liefermengenverteilung anhand der österreichischen PLZ-Gebiete...65	65
Abbildung 42: Transportkosten pro Rollcontainer und Lagerstandort.....	66
Abbildung 43: Liefermengenverteilung der Zentrallager	67
Abbildung 44: Liefermengenverteilung der Regionallager	68
Abbildung 45: Durchschnittliche Transportkosten pro Rollcontainer.....	69
Abbildung 46: durchschnittliche Transportkosten pro Rollcontainer	70
Abbildung 47: Lagerkosten pro Kolli	73
Abbildung 48: Artikelanzahl pro Lagertyp	75
Abbildung 49: Abgangsmenge pro Lagertyp.....	76
Abbildung 50: Entscheidungsbaum für die Lagerzuordnung	79
Abbildung 51: Screenshot des Tools zur Ermittlung der optimalen Lagerzuordnung.....	81
Abbildung 52: Artikelbewegung bei der Umlagerung der Düfte	85
Abbildung 53: Artikelbewegung bei der Umlagerung der Merkur-Artikel	85
Abbildung 54: Artikelbewegungen durch die Umlagerungen mit Einsparungen >€ 100/Monat	86
Abbildung 55: Kosteneinsparungen der Umlagerung (Einsparung >€ 100/Monat)....	86
Abbildung 56: Artikelbelegung vor und nach der Umlagerung (Einsparung >€ 100/Monat)	87
Abbildung 57: Abgangsmengen vor und nach der Umlagerung (Einsparung >€ 100/Monat)	88
Abbildung 58: Artikelbewegungen durch die Umlagerungen mit Einsparungen >€ 250/Monat	89
Abbildung 59: Kosteneinsparungen der Umlagerung (Einsparung >€ 250/Monat)....	89
Abbildung 60: Artikelbelegung vor und nach der Umlagerung (Einsparung >€ 250/Monat)	90
Abbildung 61: Abgangsmengen vor und nach der Umlagerung (Einsparung >€ 250/Monat)	91
Abbildung 62: Detaillierte Darstellung aller Artikelbewegungen auf Grund der Umlagerungen der Basisvariante	111
Abbildung 63: Detaillierte Darstellung aller Artikelbewegungen auf Grund der Umlagerungen der Variante 1.....	112

5.4 Formelverzeichnis

Formel 1: Formel für den durchschnittlichen Lagerbestand.....	4
Formel 2: Formel für die Lagerumschlagshäufigkeit.....	4
Formel 3: Formel für die Lagerreichweite	5
Formel 4: Berechnungsformel der Kapitalbindungskosten	5
Formel 5: Zinseszinsformel.....	6
Formel 6: Formel zur Berechnung des Variationskoeffizienten	16
Formel 7: Formel zur Berechnung des Volumens eines Kolli	53
Formel 8: Berechnung des Monatszinssatzes	58
Formel 9: Mautkosten pro Rollcontainer	63
Formel 10: Durchschnittliche Anzahl an Rollcontainern pro Tour	64
Formel 11: Berechnungsformel für die gesamten Transportkosten je PLZ-Gebiet....	65
Formel 12: Transportkosten pro Lager	66
Formel 13: durchschnittliche Transportkosten für einen Lagertyp	68
Formel 14: Volumenanteil eines Kolli am Rollcontainer.....	70
Formel 15: Lagerumschlagskosten pro Kolli und Lager.....	72

5.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Berechnung der Klassenanzahl eines Histogramms.....	10
Tabelle 2: Vor- und Nachteile der ABC-Analyse.....	15
Tabelle 3: Eigenschaften der XYZ-Klassen	16
Tabelle 4: Vor- und Nachteile der XYZ-Analyse	19
Tabelle 5: Vor- und Nachteile der Direktbelieferung	35
Tabelle 6: Vor- und Nachteile der Zentral- und Regionallagerbelieferung	36
Tabelle 7: Abgangsmengen und Reichweiten durch die ABC-Einteilung	57
Tabelle 8: Tarifzonen und Transportkostentarife	61
Tabelle 9: Übersicht Mautkosten	62
Tabelle 10: Abmessungen und Volumen der Rollcontainer	63
Tabelle 11: Lagerumschlagskosten pro Lagertyp (variable Kosten)	74
Tabelle 12: Zeitaufschrieb (Heinisch, Gerald).....	104

5.6 Abkürzungsverzeichnis

A1	Regionallager St.Pölten
ADEG	Arbeitsgemeinschaft der Einkaufsgenossenschaften
AG	Aktiengesellschaft
bzw.	beziehungsweise
CD	Cross-Docking
CDC	Cross-Docking-C-Artikel (Pseudolager)
d.h.	das heißt
€	Euro
etc.	et cetera
HZ	Hängerzüge
JIS	Just-in-Sequence
JIT	Just-in-Time
Km	Kilometer
M7	Sieben Managementwerkzeuge
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
max.	maximal
MW	Motorwagen
OEG	Obere Eingriffsgrenze
OTG	Obere Toleranzgrenze
OWG	Obere Warngrenze
p.a.	per anno
p.m.	per month
PLZ	Postleitzahl
Q7	Sieben Werkzeuge der Qualität
QRK	Qualitätsregelkarte
REWE	Revisionsverband der Westkauf-Genossenschaften
SD	Schnelldreher
SH	Regionallager Hallein
SK	Regionallager Kalsdorf
SN	Regionallager Wr.Neudorf
SS	Regionallager Stams
SV	Regionallager St.Veit
UEG	Untere Eingriffsgrenze

UTG	Untere Toleranzgrenze
UWG	Untere Warngrenze
WGR2	Warengruppe 2
Wr.	Wiener
z.B.	zum Beispiel
ZL	Zentrallager
ZLO	Zentrallager Ost
ZLW	Zentrallager West

6 Anhang

6.1 Zeitaufschrieb

Datum	Von	Bis	Nettozeit [h]	Arbeit
03.07.2013	07:30	16:00	8:30	Datenanforderung für Kennzahlen
04.07.2013	08:00	16:00	8:00	Datenanforderung für Kennzahlen
08.07.2013	08:00	16:00	8:00	Literaturrecherche
09.07.2013	08:00	16:00	8:00	Literaturrecherche
10.07.2013	08:00	16:00	8:00	Literaturrecherche
29.07.2013	08:00	15:00	7:00	Literaturrecherche
30.07.2013	09:00	15:00	6:00	Literaturrecherche
31.07.2013	09:00	12:00	3:00	Literaturrecherche
01.08.2013	07:00	15:30	8:30	Einarbeitung
02.08.2013	07:00	14:00	7:00	Besprechung der Vorgehensweise
03.08.2013	13:00	18:30	5:30	Vorbereitung Kennzahlenbesprechung
04.08.2013	10:00	12:00	2:00	Vorbereitung Kennzahlenbesprechung
05.08.2013	07:00	15:30	8:30	Kennzahlen besprechen
06.08.2013	07:00	15:30	8:30	Kennzahlen besprechen/Transportkosten
07.08.2013	07:00	15:30	8:30	Kennzahlen besprechen/Transportkosten
08.08.2013	07:00	15:30	8:30	Kennzahlen besprechen/Lagerkosten
09.08.2013	07:00	14:00	7:00	Kennzahlen besprechen/Lagerkosten
12.08.2013	07:00	15:30	8:30	Kennzahlen bearbeiten
13.08.2013	07:00	15:30	8:30	Kennzahlen bearbeiten/TK berechnen
14.08.2013	07:00	15:30	8:30	Kennzahlen bearbeiten/TK berechnen
15.08.2013	09:00	16:00	7:00	Literaturrecherche, DA verfassen
16.08.2013	07:00	14:00	7:00	Kennzahlen f. Artikeleigenschaften bearb.
18.08.2013	10:00	15:00	5:00	Kennzahlen f. Artikeleigenschaften bearb.
19.08.2013	07:00	15:30	8:30	Kennzahlen f. Artikeleigenschaften bearb.
20.08.2013	07:00	15:30	8:30	Restriktionen, TK, überarbeiten
21.08.2013	07:00	15:30	8:30	Produkteinteilung
22.08.2013	07:00	15:30	8:30	Produkteinteilung
23.08.2013	07:00	14:00	7:00	Lagerkosten berechnen
26.08.2013	07:00	15:30	8:30	Lagerkosten berechnen
27.08.2013	07:00	15:30	8:30	Lagerkosten berechnen
28.08.2013	07:00	15:30	8:30	Lagerkosten berechnen
29.08.2013	07:00	15:30	8:30	Lagerkosten berechnen
30.08.2013	07:00	14:00	7:00	Lagerkosten berechnen
02.09.2013	07:00	15:30	8:30	Lagerkosten/Reichweite
03.09.2013	07:00	15:30	8:30	Reichweite
04.09.2013	07:00	15:30	8:30	Reichweite
05.09.2013	07:00	15:30	8:30	Auswertung
06.09.2013	07:00	14:00	7:00	Auswertung
	15:00	17:00	2:00	Grafiken aufbereiten
07.09.2013	14:00	17:00	3:00	Grafiken aufbereiten
09.09.2013	07:00	15:30	8:30	Auswertung

10.09.2013	07:00	15:30	8:30	Auswertung besprechen/anpassen
11.09.2013	07:00	15:30	8:30	Auswertung anpassen, Artikelverfolgung
12.09.2013	07:00	15:30	8:30	Artikelverfolgung
13.09.2013	07:00	14:00	7:00	Artikelverfolgung
16.09.2013	07:00	15:30	8:30	Korrekturen
17.09.2013	07:00	15:30	8:30	Besprechung Entscheidungsmatrix
18.09.2013	07:00	15:30	8:30	Korrekturen
19.09.2013	07:00	15:30	8:30	Korrekturen
20.09.2013	07:00	14:00	7:00	Korrekturen
23.09.2013	07:00	15:30	8:30	Präsentation erstellen, Projektübergabe
24.09.2013	07:00	15:30	8:30	Präsentation erstellen
25.09.2013	07:00	15:30	8:30	Präsentation erstellen
26.09.2013	07:00	15:30	8:30	Ergebnispräsentation
27.09.2013	07:00	14:00	7:00	Präsentation bearbeiten
28.09.2013	09:00	16:00	7:00	DA verfassen
29.09.2013	10:00	15:00	5:00	DA verfassen
30.09.2013	07:00	15:00	8:00	DA verfassen
01.10.2013	07:00	15:00	8:00	DA verfassen
02.10.2013	07:00	15:00	8:00	DA verfassen
03.10.2013	07:00	15:00	8:00	DA verfassen
04.10.2013	07:00	15:00	8:00	DA verfassen
05.10.2013	13:00	18:00	5:00	DA verfassen
06.10.2013	10:00	15:00	5:00	DA verfassen
07.10.2013	09:00	10:00	1:00	Besprechung TU Wien
	12:00	16:00	4:00	Literaturrecherche, DA verfassen
08.10.2013	07:00	16:00	9:00	Literaturrecherche, DA verfassen
09.10.2013	07:00	18:00	11:00	Literaturrecherche, DA verfassen
10.10.2013	07:00	15:00	8:00	Literaturrecherche, DA verfassen
11.10.2013	07:00	16:00	9:00	Literaturrecherche, DA verfassen
13.10.2013	10:00	16:00	6:00	Literaturrecherche, DA verfassen
14.10.2013	07:00	16:00	9:00	Literaturrecherche, DA verfassen
15.10.2013	07:00	15:30	8:30	Literaturrecherche, DA verfassen
16.10.2013	07:00	15:00	8:00	Literaturrecherche, DA verfassen
17.10.2013	07:00	16:00	9:00	Literaturrecherche, DA verfassen
18.10.2013	07:00	15:00	8:00	Literaturrecherche, DA verfassen
20.10.2013	08:00	12:00	4:00	Literaturrecherche, Korrekturen
21.10.2013	07:00	16:00	9:00	Literaturrecherche, Korrekturen
22.10.2013	07:00	15:00	8:00	Korrekturen
23.10.2013	07:00	14:00	7:00	Korrekturen
24.10.2013	07:00	15:30	8:30	Korrekturen
25.10.2013	07:30	14:30	7:00	Korrekturen
26.10.2013	09:00	16:00	7:00	Korrekturen
27.10.2013	10:00	15:00	5:00	Korrekturen
28.10.2013	12:00	18:00	6:00	Korrekturen
26.11.2013	10:00	12:00	2:00	Feedback REWE
	13:00	17:00	4:00	Korrekturen
27.11.2013	08:00	13:00	5:00	Korrekturen
29.11.2013	15:00	20:00	5:00	Korrekturen

30.11.2013	08:00	12:00	4:00	Korrekturen
01.12.2013	15:00	17:00	2:00	Korrekturen
02.12.2013	12:00	16:00	4:00	Korrekturen
03.12.2013	15:00	18:00	3:00	Korrekturen
04.12.2013	16:00	17:00	1:00	Korrekturen
08.01.2014	15:30	16:30	1:00	Besprechung Korrekturen
09.01.2014	09:00	14:00	5:00	Korrekturen
03.02.2014	09:00	12:00	3:00	Korrekturen
05.02.2014	09:30	14:30	5:00	Korrekturen
06.02.2014	08:00	10:00	2:00	Korrekturen
Summe			676:00	

Tabelle 12: Zeitaufschrieb (Heinisch, Gerald)

6.2 VBA-Programmcode des Entscheidungstools

```
1 Private Sub CommandButton1_Click()
2   '+++++Leeren der Ausgabezellen+++++
3   Range("E2").Value = ""
4   Range("E3").Value = ""
5   Range("E4").Value = ""
6   Range("E5").Value = ""
7   Range("E6").Value = ""
8   Range("E7").Value = ""
9   Range("D4").Value = ""
10  Range("D5").Value = ""
11  Range("D6").Value = ""
12  Range("D7").Value = ""
13  Range("C4").Value = ""
14  Range("C5").Value = ""
15  Range("C6").Value = ""
16  Range("C7").Value = ""
17  Range("C2").Value = ""
18  '-----Leeren der Ausgabezellen-----
19
20  '+++++Datenübername+++++
21  durchAbgang = Range("C9").Value
22  WGR2 = Range("C10").Value
23  BePalFaktor = Range("C11").Value
24  EK_Kolli = Range("C12").Value
25  Volumen = Range("C13").Value
26  EK_MehrkostenSD = Range("C19").Value
27  EK_MehrkostenCD = Range("C20").Value
28
29  If CheckBox1.Value = True Then
30    Duft = "x"
31  End If
32  If CheckBox2.Value = True Then
33    Gefahrgut = "x"
34  End If
35  If CheckBox3.Value = True Then
36    BIPAListung = "1"
37  End If
38  If CheckBox4.Value = True Then
39    notCDfaehig = "x"
40  End If
41  If CheckBox5.Value = True Then
42    Mehrweg = "x"
43  End If
44
45  TK_LN = Tabelle4.Range("B9")
46  TK_SD = Tabelle4.Range("B10")
47  TK_CD = Tabelle4.Range("B11")
48
49  LK_LN = Tabelle4.Range("B2")
50  LK_CD = Tabelle4.Range("B3")
51  LK_CDC = Tabelle4.Range("B4")
52  LK_SD = Tabelle4.Range("B5")
53
54  Kapitalbindung = Tabelle4.Range("B16")
55
56  RW_LN_A = Tabelle4.Range("B21")
```

```
57 RW_LN_B = Tabelle4.Range("C21")
58 RW_LN_C = Tabelle4.Range("D21")
59 RW_SD_A = Tabelle4.Range("B22")
60 RW_SD_B = Tabelle4.Range("C22")
61 RW_SD_C = Tabelle4.Range("D22")
62 RW_CDC = Tabelle4.Range("B23")
63 '-----Datenübername-----
64
65 '++++++Berechnung der Transportkosten++++++
66 Transportkosten_LN = TK_LN * Volumen * durchAbgang
67 Transportkosten_SD = TK_SD * Volumen * durchAbgang
68 Transportkosten_CD = TK_CD * Volumen * durchAbgang
69 '-----Berechnung der Transportkosten-----
70
71 '++++++Berechnung der Lagerumschlagskosten++++++
72 Lagerumschlagskosten_LN = LK_LN * durchAbgang
73 Lagerumschlagskosten_SD = LK_SD * durchAbgang
74 Lagerumschlagskosten_CD = LK_CD * durchAbgang
75 Lagerumschlagskosten_CDC = LK_CDC * durchAbgang
76 '-----Berechnung der Lagerumschlagskosten-----
77
78 '++++++Berechnung der Kapitalbindungskosten Zentrallager++++++
79 If durchAbgang > 3600 Then
80     LagerstandTemp = durchAbgang * RW_LN_A
81     Elseif durchAbgang < 400 Then
82         LagerstandTemp = durchAbgang * RW_LN_C
83     Else
84         LagerstandTemp = durchAbgang * RW_LN_B
85     End If
86     If (LagerstandTemp Mod BePalFaktor) <> 0 Then
87         If (LagerstandTemp \ BePalFaktor) < 3 Then
88             fiktiverLgs_LN = BePalFaktor * 2
89         Else
90             fiktiverLgs_LN = (LagerstandTemp \ BePalFaktor) * BePalFaktor + BePalFaktor
91         End If
92     Else
93         fiktiverLgs_LN = LagerstandTemp
94     End If
95
96     Kapitalbindungskosten_LN = fiktiverLgs_LN * EK_Kolli * Kapitalbindung
97 '-----Berechnung der Kapitalbindungskosten Zentrallager-----
98
99 '++++++Berechnung der Kapitalbindungskosten Schnelldreher-Lager++++++
100 If durchAbgang > 10200 Then
101     LagerstandTemp2 = durchAbgang * RW_SD_A
102     Elseif durchAbgang < 277 Then
103         LagerstandTemp2 = durchAbgang * RW_SD_C
104     Else
105         LagerstandTemp2 = durchAbgang * RW_SD_B
106     End If
107     If (LagerstandTemp2 Mod BePalFaktor) <> 0 Then
108         If (LagerstandTemp2 \ BePalFaktor) < 7 Then
109             fiktiverLgs_SD = BePalFaktor * 6
110         Else
111             fiktiverLgs_SD = (LagerstandTemp2 \ BePalFaktor) * BePalFaktor + BePalFaktor
112         End If
113     Else
114         fiktiverLgs_SD = LagerstandTemp2
```

```
115     End If
116
117     Kapitalbindungskosten_SD = fiktiverLgs_SD * EK_Kolli * Kapitalbindung
118     '<-----Berechnung der Kapitalbindungskosten Schnelldreher-Lager-----'
119
120     '+++++Berechnung der Kapitalbindungskosten Pseudolager+++++'
121     LagerstandTemp3 = durchAbgang * RW_CDC
122     If (LagerstandTemp3 Mod BePalFaktor) <> 0 Then
123         fiktiverLgs_CDC = (LagerstandTemp3 \ BePalFaktor) * BePalFaktor + BePalFaktor
124     Else
125         fiktiverLgs_CDC = LagerstandTemp3
126     End If
127
128     Kapitalbindungskosten_CDC = fiktiverLgs_CDC * EK_Kolli * Kapitalbindung
129     '<-----Berechnung der Kapitalbindungskosten Pseudolager-----'
130
131     '+++++Gesamtkosten berechnen+++++'
132     KostenLN = Transportkosten_LN + Lagerumschlagskosten_LN + Kapitalbindungskosten_LN
133     KostenSD = Transportkosten_SD + Lagerumschlagskosten_SD + Kapitalbindungskosten_SD
134     KostenCD = Transportkosten_CD + Lagerumschlagskosten_CD
135     KostenCDC = Transportkosten_CD + Lagerumschlagskosten_CDC + Kapitalbindungskosten_CDC
136     '<-----Gesamtkosten berechnen-----'
137
138     '#####'
139
140     '+++++sofortige Zuordenkriterien+++++'
141     '+++++Mehrweg-Getränke ins SD Lager+++++'
142     If Mehrweg = "x" Then
143         Lagerwahl = "SD"
144         Range("E2").Value = "Bemerkung: Mehrweg-Getränke werden immer über die SD Lager
ausgeliefert."
145         Beendet = True
146     End If
147     '<-----Mehrweg-Getränke ins SD-Lager-----'
148
149     '+++++Zuordnung der Düfte ins Pseudolager+++++'
150     If Duft = "x" Then
151         Lagerwahl = "CDC"
152         Range("E2").Value = "Bemerkung: Düfte kommen immer ins Pseudolager."
153         Beendet = True
154     End If
155     '<-----Zuordnung der Düfte ins Pseudolager-----'
156
157     '+++++Zuordnung von Gefahrgut+++++'
158     '(muss entweder im LN oder CD wegen Gefahrgutbereich sein
159     If Gefahrgut = "x" And Duft <> "x" Then
160         If (durchAbgang < 185) Then
161             If (notCDfaehig <> "x") Or (notCDfaehig = "") Then
162                 Lagerwahl = "CD"
163                 Range("E2").Value = "Bemerkung: Es darf keine Lagerbestände bei Gefahrgut geben."
164                 Beendet = True
165             Elseif (notCDfaehig = "x") Then
166                 Lagerwahl = "ZL" 'im CDC darf kein Gefahrgut sein
167                 Range("E2").Value = "Bemerkung: Gefahrgut muss im Gefahrgutbereich des ZL
gelagert werden."
168                 Beendet = True
169             End If
170         Else
```

```
171         Lagerwahl = "ZL"
172         Range("E2").Value = "Bemerkung: Gefahrgut muss im Gefahrgutbereich des ZL gelagert
werden."
173         Beendet = True
174     End If
175 End If
176 '-----Zuordnung von Gefahrgut-----'
177
178 '++++++Zuordnung ins SD++++++'
179 'wenn >= 15.000 Kolli/Monat'
180     If durchAbgang >= 15000 And Beendet <> True Then
181         Lagerwahl = "SD"
182         Range("E2").Value = "Bemerkung: SD weil Abgangsmenge >= 15.000 Kolli/Monat"
183         Beendet = True
184     End If
185 '-----Zuordnung ins SD-----'
186
187 '++++++Zuordnung ins CD++++++'
188 'wenn <= 185 Kolli/Monat'
189     If durchAbgang <= 185 And Beendet <> True Then
190         Lagerwahl = "CD"
191         Range("E2").Value = "Bemerkung: CD da Abgangsmenge <= 185 Kolli/Monat"
192         Beendet = True
193     End If
194 '-----Zuordnung ins CD-----'
195
196 '++++++Ausschluss von Displays++++++'
197 'kommen automatisch ins SD Lager'
198     If BePalFaktor = 1 Then
199         Lagerwahl = "SD"
200         Beendet = True
201         Range("E2").Value = "Bemerkung: BE-PAL-Faktor = 1 --> Displays über SD Lager liefern."
202     End If
203 '-----Ausschluss von Displays-----'
204
205 '-----sofortige Zuordnenkriterien-----'
206
207
208 '++++++Zuordnung sonstiger Artikel++++++'
209     If (durchAbgang > 500) And (KostenLN - KostenSD) > 60 And Beendet <> True Then
210         Lagerwahl = "SD"
211         Beendet = True
212         Range("E2").Value = "Bemerkung: SD da Abgang >500 Kolli/Monat und Einsparung >60 €/Monat"
213     ElseIf (durchAbgang < 500) And (KostenLN - KostenCD) > 30 And Beendet <> True Then
214         Lagerwahl = "CD"
215         Beendet = True
216         Range("E2").Value = "Bemerkung: CD da Abgang <500 Kolli/Monat und Einsparung >30 €/Monat"
217     ElseIf Beendet <> True Then
218         Lagerwahl = "ZL"
219         Beendet = True
220         Range("E2").Value = "Bemerkung: ZL da Einsparung bei SD und CD zu gering sind"
221     End If
222 '-----Zuordnung sonstiger Artikel-----'
223
224 '++++++BIPA only Artikel aus dem SD Lager ausschließen++++++'
225     If (BIPAListung <> 0) And (Lagerwahl = "SD") Then
226         If ((KostenLN - KostenCD) > 0) And durchAbgang < 500 Then
227             Lagerwahl = "CD"
```

```
228 Else
229   If (WGR2 = 52) Or (WGR2 = 53) Or (WGR2 = 54) Or (WGR2 = 55) Or (WGR2 = 98) Then
230     'bei Getränken Aufteilungsschlüssel 3,5%
231     FaktorLN = 0.035
232   Else
233     FaktorLN = 0.33 'sonstige Artikel mit 33%
234   End If
235   If (KostenLN - (KostenLN * FaktorLN + KostenSD * (1 - FaktorLN))) > 300 Then
236     Lagerwahl = "ZL+SD"
237     Range("E2").Value = "Bemerkung: BIPA Artikel müssen aus dem ZL geliefert werden."
238     Range("E3").Value = "Bemerkung: ca." + Str(FaktorLN * 100) + "% der Gesamtmenge werden
aus dem ZL geliefert"
239   Else
240     Lagerwahl = "ZL"
241     Range("E2").Value = "Bemerkung: ZL da BIPA Listung und Einsparung für Splittung (in ZL+SD)
zu gering"
242   End If
243 End If
244 End If
245 '-----BIPA only Artikel aus dem SD Lager ausschließen-----'
246
247 '++++++CD Lager auf Pseudolager prüfen++++++'
248   If Lagerwahl = "CD" And notCDfaehig = "x" Then
249     Lagerwahl = "CDC"
250     Range("E2").Value = "Bemerkung: Lieferant ist nicht Cross-Docking fähig."
251   End If
252 '-----CD Lager auf Pseudolager prüfen-----'
253
254 '++++++Ausgabe++++++'
255   Range("C2").Value = Lagerwahl
256   Range("C4").Value = KostenLN
257   Range("C5").Value = KostenSD
258   Range("C6").Value = KostenCD
259   Range("C7").Value = KostenCDC
260 '-----Ausgabe-----'
261
262 '++++++Mehrkosten berechnen und ausgeben++++++'
263   Mehrkosten_Kapitalbindungskosten_SD = fiktiverLgs_SD * EK_MehrkostenSD * Kapitalbindung
264   If EK_MehrkostenSD <> "" Then
265     MehrkostenSD = ((EK_MehrkostenSD - EK_Kolli) * durchAbgang) + Transportkosten_SD +
Lagerumschlagskosten_SD + Mehrkosten_Kapitalbindungskosten_SD
266   Else
267     MehrkostenSD = KostenSD
268   End If
269
270   If EK_MehrkostenCD <> "" Then
271     MehrkostenCD = ((EK_MehrkostenCD - EK_Kolli) * durchAbgang) + KostenCD
272   Else
273     MehrkostenCD = KostenCD
274   End If
275
276   If ((EK_MehrkostenSD = "") Or (EK_MehrkostenSD = EK_Kolli)) And ((EK_MehrkostenCD = "") Or
(EK_MehrkostenCD = EK_Kolli)) Then
277     Range("E4").Value = "Bemerkung: Keine Mehrkosten angegeben."
278   Else
279     Range("D4").Value = KostenLN
280     Range("D7").Value = KostenCDC
```

```
281 Range("D5").Value = MehrkostenSD
282 Range("D6").Value = MehrkostenCD
283
284 If EK_MehrkostenSD = "" Then 'wenn keine Mehrkosten angegeben wurden
285     Range("D5").Value = KostenSD
286 End If
287 If EK_MehrkostenCD = "" Then 'wenn keine Mehrkosten angegeben wurden
288     Range("D6").Value = KostenCD
289 End If
290
291 Kostenminimum = WorksheetFunction.Min(KostenCDC, KostenLN, MehrkostenSD,
292 MehrkostenCD)
293 Select Case Kostenminimum
294     Case KostenCDC
295         Range("E7").Value = "<-- niedrigste Kosten unter Berücksichtigung des neuen EK-Preis"
296     Case KostenLN
297         Range("E4").Value = "<-- niedrigste Kosten unter Berücksichtigung des neuen EK-Preis"
298     Case MehrkostenSD
299         Range("E5").Value = "<-- niedrigste Kosten unter Berücksichtigung des neuen EK-Preis"
300     Case MehrkostenCD
301         Range("E6").Value = "<-- niedrigste Kosten unter Berücksichtigung des neuen EK-Preis"
302 End Select
303 End If
304 '-----Mehrkosten berechnen und ausgeben-----
305 End Sub
```

6.3 Detaillierte Artikelbewegung der Umlagerungsvorschläge

Umlagerungen mit Einsparungen >100€:

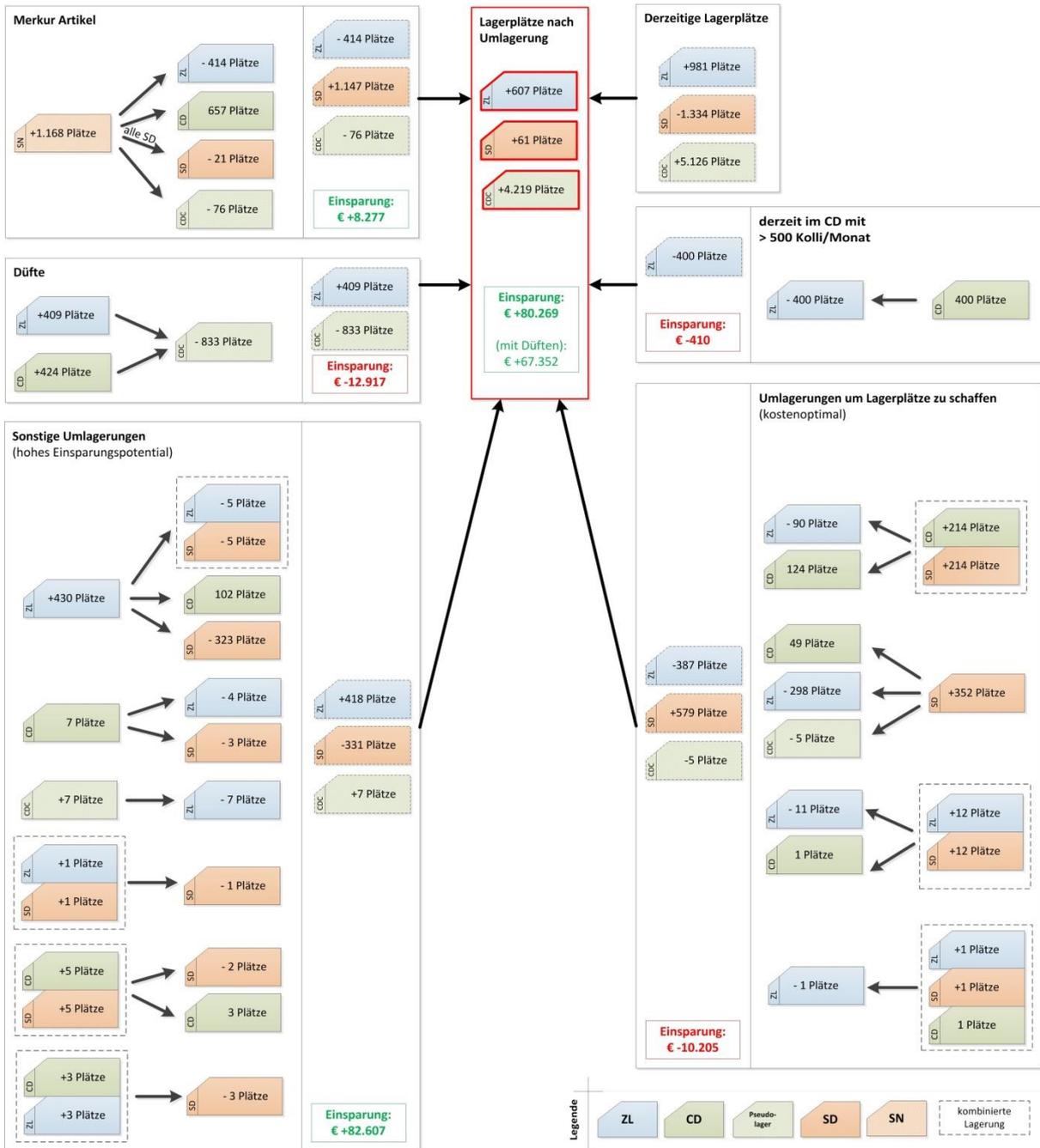


Abbildung 62: Detaillierte Darstellung aller Artikelbewegungen auf Grund der Umlagerungen der Basisvariante

Umlagerungen mit Einsparungen >250€:

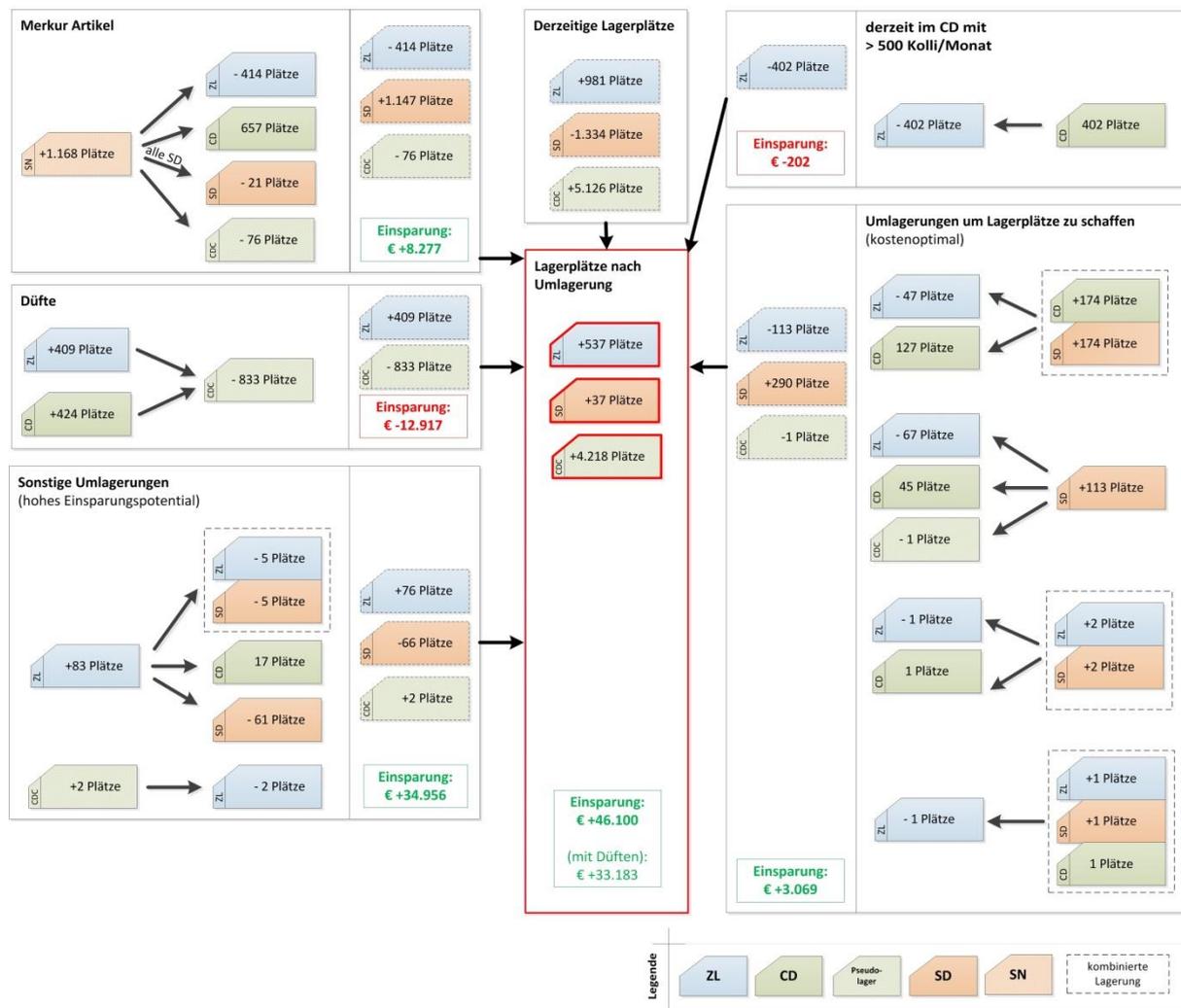


Abbildung 63: Detaillierte Darstellung aller Artikelbewegungen auf Grund der Umlagerungen der Variante 1