

Masterarbeit

# Entwicklung eines zeitgemäßen Behälterpla- nungsprozesses in der Automobilindustrie

eingereicht an der

**Montanuniversität Leoben**

erstellt am

**Lehrstuhl Industriell  
logistik**

**Vorgelegt von:**

Michael WELS, BSc

**Betreuer/Gutachter:**

Univ.-Prof. Dr. Helmut Zsifkovits

Albersdorf, 09.02.15

## **Eidesstattliche Erklärung**

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

[Unterschrift]

Michael Wels

Albersdorf, 09.02.15

## Danksagung

Diese Masterarbeit entstand in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Magna Heavy Stamping in Albersdorf und dem Institut Industrielogistik der Montanuniversität Leoben.

Mein Dank gilt Univ.-Prof. Mag. et Dr. rer. soc. oec. Helmut Zsifkovits für die wissenschaftliche Betreuung dieser Arbeit.

Zudem möchte ich mich bei allen Mitarbeitern der Magna Heavy Stamping recht herzlich für die gute Zusammenarbeit bedanken und dafür, dass sie meinen andauernden Befragungen standgehalten haben. Ganz besonders möchte ich mich bei meinen Firmenbetreuern Dipl.-Ing. Jürgen Seidler und Dipl.-Ing. Robert Strassberger für ihre Ratschläge und den zeitlichen Aufwand bedanken.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern, die während meiner gesamten Ausbildungsdauer immer zu mir gehalten haben.

## Kurzfassung

Der Fokus dieser Masterarbeit liegt einerseits auf der Erstellung eines zeitgemäßen Terminplans für die Beschaffung von Ladungsträgern, welche auch für zukünftige Projekte als Standard verwendet werden sollen und andererseits auf der Erstellung von Dokumenten, die für den Behälterbeschaffungsprozess als Standardwerk herangezogen werden können.

Nachdem zu Beginn die wichtigsten Punkte zum Thema Behälter genau erläutert wurden, wird der Aufbau und Inhalt eines Verpackungshandbuchs beschrieben.

Darauf folgend wird die Vorgehensweise zur Erstellung eines Terminplans beschrieben und das notwendige Wissen zur Behälterplanung in der Automobilindustrie erläutert. Dieses Kapitel wird mit der Beschreibung des Erstellungsvorgangs aller notwendigen Dokumente abgerundet.

Anschließend wird der Aufbau und Inhalt eines Lastenheftes besprochen, welches für zukünftige Projekte als Standardwerk für Ausschreibungsprozesse von Ladungsträgern verwendet werden soll.

Um das für die Kalkulation des Optimierungspotenzials erstellte Berechnungstool erklären zu können, werden nach dem Aufbau und der Funktionsweise auch noch die wichtigsten Rechenschritte näher beschrieben.

Zum Schluss folgt eine persönliche Einschätzung von zukünftigen Innovationen und Trends in der Automobilindustrie, wobei die modularen Ladungsträger und die Nutzung von RFID-Technologien genauer erläutert werden.

## **Abstract**

The focus of this thesis is, on the one hand, on the construction of a contemporary schedule for the procurement of carriers, which are to be used for future projects as a standard. On the other hand, this paper focuses on the creation of documents that can be used for the procurement process for containers as a standard guideline.

First, the most important issues in regard to containers are explained in detail, and then the structure and content of a packaging manual is described.

Further, the procedure for creating a schedule is described, and the necessary knowledge on container design in the automotive industry is explained. The chapter concludes with a description of the creation process of all necessary documents.

Subsequently, the structure and content of a specification sheet are discussed, which is to be used for future projects as a standard for tendering processes of containers.

In order to explain the calculation tool that was created for the calculation of the optimization potential, the structure and function of the main steps are also described in more detail.

Finally, a personal assessment of future trends and innovations in the automotive industry are discussed, where the modular carrier and the use of RFID technologies are explained in detail.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlegendes zu Behältern</b> .....	<b>2</b>
2.1	Verwendung von Ladehilfsmitteln.....	2
2.2	Arten von Ladehilfsmitteln .....	4
2.3	Ladungsträgerklassifikation.....	7
2.4	Ladungsträgersicherung .....	8
<b>3</b>	<b>Erstellung eines Verpackungshandbuchs</b> .....	<b>10</b>
3.1	Inhalt und Aufbau des Verpackungshandbuchs .....	10
3.2	Verpackungsdatenblätter als Zusatz .....	11
<b>4</b>	<b>Entwicklung eines standardisierten Terminplans</b> .....	<b>13</b>
4.1	Vorgehensweise zur Erstellung eines Terminplans .....	15
4.1.1	Aufteilung auf relevante Arbeitspakete.....	15
4.1.2	Zeitliche Abfolge festlegen .....	16
4.1.3	Verantwortungen verteilen.....	17
4.2	Grundlagen zur Behälterplanung .....	17
4.2.1	Rückwärtsterminierte Zeitschiene ab SOP .....	19
4.2.2	Weiterführung der Zeitleiste von SOP bis EOP .....	22
4.2.3	Ablauf des Verpackungsplanungsprozesses .....	22
4.3	Dokumentationsvorlagen .....	23
4.3.1	Ausschreibungspräsentation.....	23
4.3.2	Standardabnahmeprotokoll von Ladungsträgern .....	24
4.3.3	Serienabnahmeprotokoll für Ladungsträger .....	25
4.3.4	Lieververfolgung von Ladungsträgern.....	25
4.3.5	Protokoll für Pack- und Transportversuche .....	26
4.3.6	Verfolgung der Instandhaltungstätigkeiten .....	28
<b>5</b>	<b>Erstellung eines standardisierten Lastenheftes</b> .....	<b>30</b>
5.1	Aufbau des Lastenheftes .....	30
5.1.1	Allgemeine Richtlinien und Normen .....	30
5.1.2	Projektspezifische Anforderungen.....	31
5.1.3	Anforderungen an den Ladungsträger.....	31
5.2	Vorgehensweise bei der Erstellung .....	32
<b>6</b>	<b>Optimierungspotenzial vorhandener Behältertypen</b> .....	<b>35</b>
6.1	Logistikkosten bei Ladungsträgern .....	38
6.1.1	Lagerung.....	39
6.1.2	Interner Transport .....	40
6.1.3	Externer Transport.....	47
6.2	Berechnung der Einsparungspotenziale.....	52
6.2.1	Notwendige Input-Daten für die Berechnung.....	52
6.2.2	Berechnungsverfahren für die Behälteroptimierung.....	57
6.2.3	Output der Berechnung .....	64
<b>7</b>	<b>Zukünftige Trends in der Verpackungsplanung</b> .....	<b>66</b>
7.1	Verwendung von modularen Ladungsträgern .....	66
7.2	Integration von RFID-Anwendungen .....	68
7.2.1	Grundlegendes zur RFID-Technologie .....	69
7.2.2	Aufbau und Funktionsweise von RFID-Systemen .....	70
7.2.3	RFID in der Automobilindustrie.....	72

<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>74</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>76</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bildung von Ladeinheit und Ladung .....	2
Abbildung 2: Verpackungsstufen von Logistikeinheiten .....	4
Abbildung 3: Modularisierung von Kleinladungsträgern nach VDA-Empfehlung .....	6
Abbildung 4: Klassifikation von Ladungsträgern.....	7
Abbildung 5: Aufbau eines Verpackungsdatenblattes .....	11
Abbildung 6: Gantt-Chart zum Terminplan .....	21
Abbildung 7: Flussplan zur Behälterplanung .....	22
Abbildung 8: Datenblatt zur Lieferverfolgung von Ladungsträgern .....	25
Abbildung 9: Protokoll für die Behälterabnahmen .....	27
Abbildung 11: Szenario für die Umlaufzeitberechnung .....	36
Abbildung 12: Lagertypen.....	40
Abbildung 13: Einteilung von Transportmitteln .....	41
Abbildung 14: Quellen-Senken-Beziehungen .....	44
Abbildung 15: Fiktiver Aufbau einer Supply Chain.....	46
Abbildung 16: Aufbau einer Zulieferpyramide.....	47
Abbildung 17: Transportmittel im Straßenverkehr.....	49
Abbildung 18: Input-Daten für das Rechenmodell.....	54
Abbildung 19: Ergebnisse der Behälterberechnung .....	64
Abbildung 20: Grundlegender Aufbau eines MLT .....	67
Abbildung 21: Varianten von modularen Ladungsträgern .....	68
Abbildung 22: Grundsätzlicher Aufbau eines RFID-Systems.....	70
Abbildung 23: Grundlegende Unterscheidungsmerkmale bei RFID-Systemen.....	71

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Standardisierter Projektterminplan .....	19
Tabelle 2: Standardabmessungen von Ladungsträgern .....	32
Tabelle 3: Zeitwerte für die Umlaufzeitberechnung.....	37

## Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung der Umlaufgröße .....	38
Formel 2: Berechnung benötigter Ladungsträger .....	38
Formel 3: Beschränkung der maximal erlaubten Zuglänge .....	51
Formel 4: Berechnung der maximal möglichen Waggonanzahl.....	51
Formel 5: Auflastberechnung .....	53
Formel 6: Durchschnittliche Lagerkosten pro Behälterurm.....	59
Formel 7: Berechnung der Anzahl von Behältertürmen .....	59
Formel 8: Jahreseinsparung der Lagerkosten .....	60
Formel 9: Berechnung der maximalen Stapelbarkeit im Transportmittel .....	61
Formel 10: Berechnung der maximalen Behälteranzahl pro Ebene des Transportmittels .....	61
Formel 11: Berechnung des Behältergewichtes in vollem Zustand.....	62
Formel 12: Berechnung des Gesamtgewichtes je Transporteinheit bei KLTs .....	63

# 1 Einleitung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit einem Unternehmen aus der Automobilindustrie mit dem Namen „Magna Heavy Stamping“, welches für namhafte OEMs<sup>1</sup> die Herstellung von Karosseriebauteilen übernimmt und diese zeitgerecht ausliefert.

Die Aufgabenstellung beinhaltet die Entwicklung und Darstellung eines standardisierten Terminplans zur Behälterplanung, der beginnend mit der Zusage eines Projektauftrages und dem daraus folgenden Beginn des Konzeptes über die einzelnen Phasen eines Projektes bis zum Produktionsstart geht. Des Weiteren werden im Zuge dieser Arbeit alle dafür notwendigen Dokumente und Protokolle erstellt, die ab diesem Zeitpunkt als neuer Standard Anwendung finden werden. Um schon vor Projektbeginn eine Vorschau auf anfallende Kosten geben zu können und die Optimierung von bereits in Serie befindlichen Behältern zu erleichtern, wurde ein Berechnungsprogramm entwickelt, mit dessen Hilfe basierend auf den jeweiligen Bauteil- und Behälterdaten die für das jeweilige Projekt anfallenden Logistikkosten im Bereich Lagerung, sowie interner und externer Transport berechnet werden können.

Abschließend werden zukünftige Trends und Innovationen in der Automobilindustrie aufgezeigt und erörtert.

Auf Basis dieser Aufgabenstellung haben sich folgende Forschungsfragen ergeben:

- Welche Prozesse sind für die Durchführung einer Behälterplanung und -entwicklung notwendig?
- Welche Daten werden für die erfolgreiche Umsetzung der einzelnen Prozesse benötigt und in welchem Verantwortungsbereich liegen sie?
- Was wird für das Aufzeigen von Verbesserungspotenzialen benötigt und wie werden diese Potenziale berechnet?

---

<sup>1</sup> OEM...Original Equipment Manufacturer

<sup>2</sup> Vgl. Martin et al. (2006), S.75

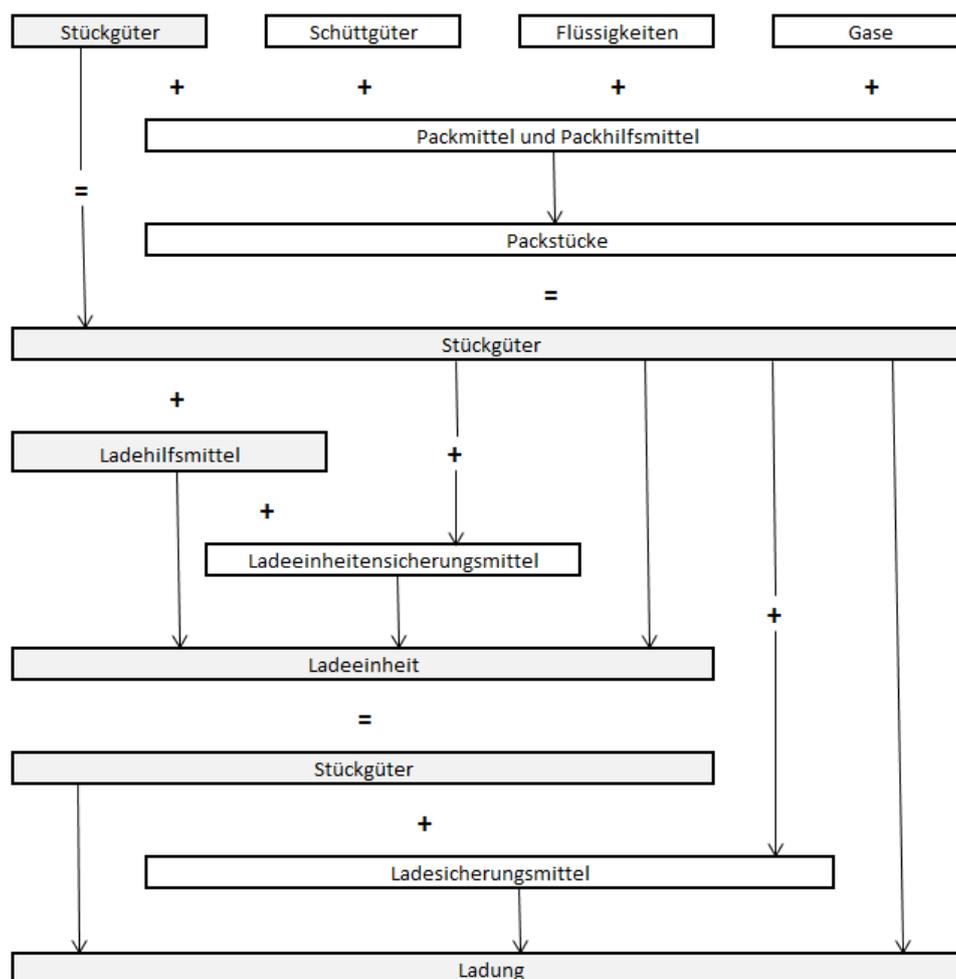
<sup>3</sup> Vgl. Martin et al. (2006), S.63

## 2 Grundlegendes zu Behältern

Um vom Beginn an ein einheitliches Verständnis für den Begriff „Behälter“ zu schaffen, werden nachfolgend einige für die Thematik der Ladungsbildung notwendige Definitionen aufgezeigt und anschließend die in der Automobilindustrie wichtigsten Zusammenhänge näher erläutert. Grundsätzlich ist es jedem bekannt, was ein Behälter bzw. ein Ladungsträger ist, jedoch werden diese Begriffe in der Theorie eher weniger häufig verwendet. Eine weit verbreitete Bezeichnung ist hierfür „Ladehilfsmittel“.

### 2.1 Verwendung von Ladehilfsmitteln

Welche Beziehung ein Ladehilfsmittel mit den zu verpackenden Materialen hat und wie daraus eine transportfähige Ladung zustande kommt, wird in folgender Abbildung grafisch dargestellt:



**Abbildung 1: Bildung von Ladeinheit und Ladung<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> Vgl. Martin et al. (2006), S.75

Die zu verpackenden Materialien werden in folgende vier Gruppen aufgeteilt:

- Stückgüter
- Schüttgüter
- Flüssigkeiten
- Gase

Als Stückgut wird jedes feste Transportgut bezeichnet, das während des Transportvorgangs seine Gestalt nicht verändert und das als Einheit gehandhabt werden kann. Es kann Formen von unterschiedlicher Größe aufweisen und aus verschiedenen oder gleichen Materialien bestehen. Treten die Stückgüter in großen Mengen auf, so werden sie auch als Massenstückgüter bezeichnet.<sup>3</sup>

Da uns die Handhabung von Stückgütern gegenüber von Materialien der anderen Gruppen um einiges einfacher fällt, ist es sinnvoll, sie unter Verwendung von Packmitteln in die Form von Stückgütern zu bringen. Diese Stückgüter werden dann als Packstücke bezeichnet und können je nach Aggregatzustand des Ausgangsmaterials die unterschiedlichsten Formen aufweisen. Beispielsweise kann für Gas ein Druckbehälter, für eine Flüssigkeit jede Art von wasserdichtem Gefäß und für Schüttgut jegliche Art von Säcken und Behältnissen verwendet werden.

Diese Transformation der Güter erleichtert nicht nur die Handhabung und ermöglicht die Mechanisierung und teilweise Automatisierung von Transport-, Umschlags- und Lagerungsprozessen, sondern reduziert auch noch die Kosten für diese sogenannten TUL-Prozesse.<sup>4</sup>

Um die Effizienz bei den TUL-Prozessen zu erhöhen, werden die einzelnen Stückgüter in passenden Ladehilfsmitteln zusammengefasst und, wenn nötig, mit Ladeeinheitensicherungsmitteln wie Bändern, Netzen oder Folien zusammengehalten und gegen das Zerfallen der Einheiten geschützt. Diese Ansammlung von Stückgütern wird als eine Ladeeinheit bezeichnet, die anschließend in das Lager gestellt oder für den Transport in ein passendes Transportmittel gebracht werden kann.

Der Grund für die Bildung solcher Ladeeinheiten liegt in der sogenannten Unifizierung, wodurch versucht wird, eine große Anzahl gleicher oder verschiedenartiger Güter so umzu-

---

<sup>3</sup> Vgl. Martin et al. (2006), S.63

<sup>4</sup> Vgl. Grossmann; Kaßmann (2007), S.17

formen, dass sie in einer möglichst gleichförmigen Verpackung untergebracht werden können.<sup>5</sup>

Einen genaueren Überblick, welchen Zusammenhang die einzelnen Stückgüter (in Abbildung 2 mit Artikeleinheit bezeichnet) in einer Transporteinheit haben, liefert folgende Abbildung. Zur Erläuterung wird der Verpackungsprozess eines täglichen Gebrauchsgegenstands verwendet – die Zahnpasta. Sie ist als Artikeleinheit in ihrem Ausgangszustand in einer annähernd flüssigen Form und wird, um sie leichter handhaben zu können, in die Verpackungseinheit A (Zahnpastatube) gefüllt. Diese Tube wird, um sie im Verkaufsregal stapeln zu können, in die Verpackungseinheit B „Zahnpastapackung“ gelegt, und anschließend in die Verpackungseinheit C, „Karton“ zusammengefasst. Mehrere Kartons können anschließend auf einer Palette zu einer Ladeinheit gestapelt werden.

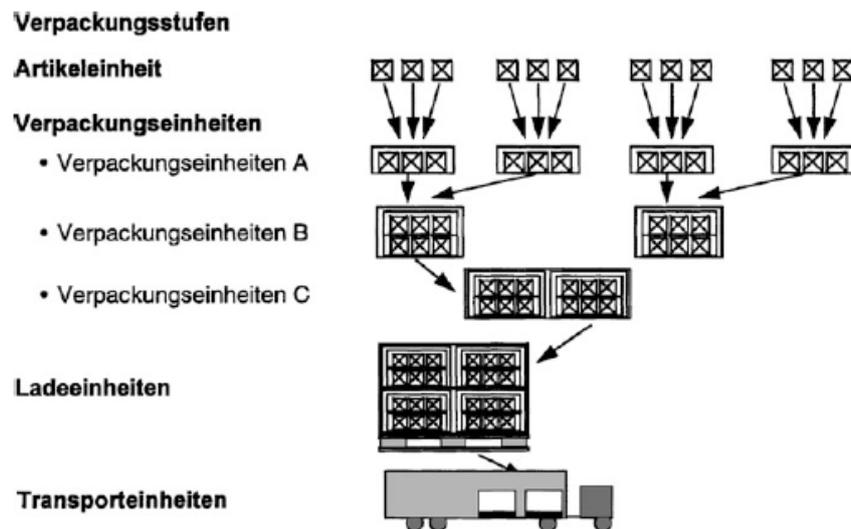


Abbildung 2: Verpackungsstufen von Logistikeinheiten<sup>6</sup>

Das jeweilige Transportmittel mit allen darin befindlichen Ladeeinheiten wird als Transporteinheit bezeichnet. Auf die Vielzahl unterschiedlicher Ladehilfsmitteln wird im nächsten Unterkapitel näher eingegangen.

## 2.2 Arten von Ladehilfsmitteln

Um die Vielzahl von unterschiedlichen Ladehilfsmitteln kategorisieren zu können, werden sie gemäß ihrer Funktion in drei Gruppen unterteilt:

<sup>5</sup> Vgl. Klaus, Krieger, Krupp et al. (2012), S.297

<sup>6</sup> Quelle: Gudehus et al. (2012), S.406

- Tragende Funktion
- Umschließende Funktion
- Abschließende Funktion

Diese Funktionen können einzeln oder in kombinierter Form auftreten. Besitzt ein Ladehilfsmittel rein tragende Funktionen, handelt es sich meistens um Paletten. Besitzt es zusätzlich auch noch eine umschließende Funktion, so handelt es sich vor allem in der Automobilindustrie eher um Gitterboxen oder Vollwandbehälter. Bei der Kombination aller drei Funktionen handelt es sich häufig um Container oder Tankbehältnisse.

Um den Aufwand und dadurch auch die Kosten möglichst gering zu halten, ist immer darauf zu achten, dass keine unterschiedlichen Hilfsmittel für den Transport und die Lagerung verwendet werden, weshalb die Begriffe Transport-, Lager- und Ladehilfsmittel sehr häufig synonym benutzt werden.<sup>7</sup>

Abhängig davon, ob das Ladehilfsmittel eine Unterfahrbarkeit aufweist, wird es noch weiter untergliedert.

### *Nicht unterfahrbare Ladehilfsmittel*

In der Automobilindustrie werden darunter Kleinladungsträger (KLT) verstanden, die häufig genormte Größen aufweisen und meistens aus farbigem Kunststoff bestehen.

Natürlich können es auch andere Gegenstände, beispielsweise Kisten, Schachteln oder ganze Kästen sein, die aus Materialen wie Pappe, Holz oder lackiertem Stahlblech bestehen. Die KLT besitzen häufig die Eigenschaft der Stapelbarkeit und verfügen über eine glatte Oberfläche, welche die Reinigung der Hilfsmittel erleichtert. Des Weiteren kann ein KLT weitere Zusätze wie Tragegriffe, Unterteilungen und Abdeckungen beinhalten.<sup>8</sup>

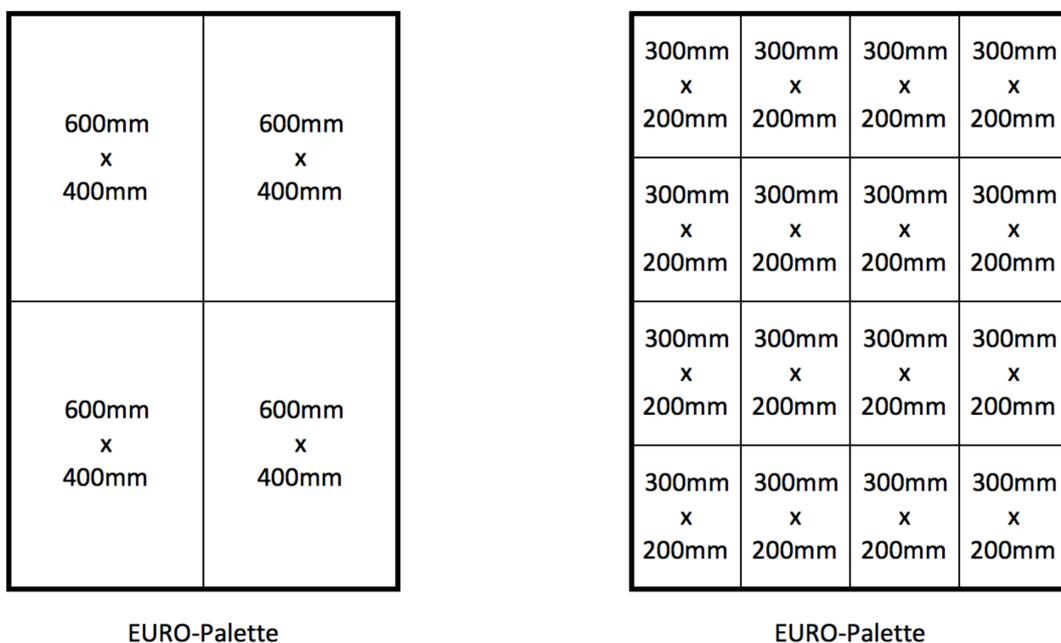
Damit auch der gleichzeitige Transport einer größeren Anzahl von KLTs mittels eines Flurfördermittels, wie beispielsweise eines Hubstaplers, möglich ist, werden sie auf unterfahrbare Paletten gestapelt. Diese können in den unterschiedlichsten Ausführungen vorkommen, wobei das größte Unterscheidungsmerkmal hierbei die Unterfahrbarkeit der Palette ist, welche von nur zwei Seiten oder von allen vier Seiten möglich sein kann. Das zweite Merkmal ist das Material, bei dem es sich in den meisten Fällen um Holz oder Metall handelt. In manchen Fällen werden auch Kunststoffpaletten verwendet, die zwar auf Grund des geringeren Gewichtes einen Vorteil besitzen, deren Nachteile jedoch vor ihrer Nutzung auch genau berücksichtigt werden müssen. Diese sind vor allem die höheren Anschaffungskosten, aufwendigere

---

<sup>7</sup> Vgl. Kummer et al. (2009), S.297

<sup>8</sup> Vgl. Martin et al. (2006), S.63

Wartungstätigkeiten, sowie ein geringerer Verbreitungsgrad. Dadurch kann zudem die Anwendung eines Paletten-Pools nicht umgesetzt werden. Ein solcher Paletten-Pool hat den Vorteil, dass einzelne Paletten sowohl beim Lieferanten als auch beim Kunden einfach ausgetauscht werden können und keine komplizierten Leergutaufzeichnungen zu führen sind. Des Weiteren ist es möglich, dass verschiedene Unternehmen auf einen gemeinsamen Pool an Paletten zugreifen und so die Wartungsarbeiten zentral durchgeführt werden können. Da in der Automobilindustrie die EURO-Palette am häufigsten Anwendung findet, werden in der folgenden Abbildung ihre Abmessungen dargestellt. Dabei wird ersichtlich, dass die Größe der gängigsten Kleinladungsträger in einem geeigneten Verhältnis zu der EURO-Palette gewählt wurde.



**Abbildung 3: Modularisierung von Kleinladungsträgern nach VDA-Empfehlung<sup>9</sup>**

Der kleinste Kleinladungsträger benötigt für die Modularisierung auf einer Palette eine Stellfläche von knapp 300 mm x 200 mm. Alle anderen genormten KLTs besitzen eine Größe, die ein Vielfaches dieser Länge und Breite aufweisen können.

### *Unterfahrbare Ladehilfsmittel*

Da in der Automobilindustrie die Größe der zu transportierenden Bauteile häufig das Ladevolumen eines Kleinladungsträgers überschreitet, werden für größere Bauteile sogenannte GLTs oder Großladungsträger verwendet.

<sup>9</sup> Quelle: Klug et al. (2010), S.152

Diese können jedoch auf Grund ihrer Dimensionen und vor allem ihres Gewichts ausschließlich mit Flurförderfahrzeugen transportiert werden. Großladungsträger gibt es in den unterschiedlichsten Bauweisen und Größen, wobei manche GLTs auf der Vorderseite eine Klappe besitzen, was es dem Personal erleichtert, das Ladegut in dem Ladungsträger zu platzieren und anschließend auch zu entnehmen. Damit der Ladungsträger im leeren Zustand keinen unnötigen Lagerplatz in Anspruch nimmt, besitzen manche GLTs die Eigenschaft, sich zusammenklappen zu lassen. Sie können sowohl aus Kunststoff als auch aus Metall sein, wobei für schwere Transportgüter eher ein GLT aus Metall gewählt wird, da dieser eine höhere Tragkraft aufweist und einen größeren Stapelfaktor besitzt.<sup>10</sup>

Wie auch bei den Kleinladungsträgern gibt es standardisierte Bauformen von GLTs, die vor allem von den großen OEMs entwickelt und teilweise auch für den Gebrauch vorgeschrieben werden.

## 2.3 Ladungsträgerklassifikation

Dass die KLTs eher für Bauteile geringeren Ausmaßes verwendet werden, und größere Bauteile, die wegen ihres Volumens keinen ausreichenden Platz in einem KLT haben würden, in einem Großladungsträger verstaut werden, versteht sich von selbst. Jedoch gibt es für beide Ladungsträger sowohl eine Standardbauweise als auch eine Spezialbauweise, welche in der folgenden Abbildung ersichtlich sind.

	Standardisierung	Spezialisierung
Kleinteile	 <p>Standard-Kleinladungsträger</p>	 <p>Spezial-Kleinladungsträger</p>
Großteile	 <p>Standard-Großladungsträger</p>	 <p>Spezial-Großladungsträger</p>

**Abbildung 4: Klassifikation von Ladungsträgern<sup>11</sup>**

<sup>10</sup> Vgl. Klug et al. (2010), S.152

<sup>11</sup> Quelle: Klug et al. (2010), S.150

Als Standardladungsträger, bzw. – in der Automobilindustrie – „Universalladungsträger“ werden Behälter bezeichnet, die eine vorgegebene bzw. standardisierte Größe aufweisen. Sie werden nicht speziell für eine vorgegebene Bauteilgruppe erstellt, sondern sind vielmehr universell einsetzbar.

Damit bei der zukünftigen Produktion von KLTs ein einheitliches System verwendet werden kann, wurde vom Verband der Automobilindustrie (VDA) in Kooperation mit den berechtigten Produzenten ein Standard zur Herstellung von KLTs entwickelt, durch welchen den Mitarbeitern ein leichteres Hantieren der Behälter ermöglicht wird. Außerdem wurden die KLTs so konzipiert, dass sie bei formschlüssiger Verschachtelung einen selbstsichernden Behälterverbund ergeben. Durch das gegebene Design eignen sich die Behälter des Weiteren für die Automatisierung des Befüllungs- und Entleerungsprozesses und weisen sich durch die herstellerübergreifende Kompatibilität aus.<sup>12</sup>

Werden jedoch spezielle Eigenschaften von einem Ladungsträger gefordert, welche der standardisierte Ladungsträger nicht erfüllen kann, so werden Spezialladungsträger angefertigt, die beispielsweise über spezielle, für das Bauteil benötigte, Haltemechanismen verfügen. Aufgrund der hohen benötigten Positionierungsgenauigkeit bei automatischer Be- und Entnahme werden für diesen Zweck ausschließlich Spezialladungsträger (SLT) verwendet. Unabhängig davon, welcher Ladungsträger schlussendlich transportiert wird, muss während des gesamten Transportvorgangs für ausreichende Sicherung gesorgt werden. Die Möglichkeiten, wie eine solche Sicherung aussehen kann, werden im folgenden Kapitel 2.4 näher erläutert.

## 2.4 Ladungsträgersicherung

Bei der Sicherung ganzer Ladeeinheiten muss in der Praxis zwischen folgenden beiden Arten unterschieden werden.

- Kraftschlüssige Ladungssicherung
- Formschlüssige Ladungssicherung

Bei der Methode der kraftschlüssigen Ladungssicherung wird die Ladung mittels Reibungskraft daran gehindert, auf der Ladefläche zu verrutschen. Dies wird dadurch erreicht, dass die Ladeinheit mit Spanngurten auf die Ladefläche gepresst wird, wodurch die Reibungskraft ausreichend erhöht wird, um die Ladung zu sichern. Dieser Effekt kann auch noch durch eine raue Beschaffenheit der Ladefläche verstärkt werden oder indem zusätzliche Antirutschmatten angebracht werden.<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> Vgl. VDA 4504 et al. (2013), S.5

<sup>13</sup> Vgl. Lagne, Robold et al. (2012), S.184

Ein ganz anderes Prinzip wird bei der formschlüssigen Ladungssicherung angewendet, bei welcher die Ladung bündig verladen wird und zwischen den einzelnen Ladeeinheiten und dem Fahrzeugaufbau des Transportmittels annähernd keine Lücken mehr vorhanden sind. Gegebenenfalls wird die Ladung auch noch mittels Diagonalzurren, Schrägzurren und Horizontalzurren gesichert. Eine formschlüssige Sicherung der Ladung ohne zusätzliche Verzurung ist nur zulässig, wenn der Fahrzeugaufbau eine dafür ausreichende Stabilität aufweist.<sup>14</sup>

Da die formschlüssige Ladungssicherung einen hohen Sicherheitsgrad und gleichzeitig einen relativ geringen Arbeitsaufwand aufweist, wird diese Verladeart bevorzugt in der Automobilindustrie eingesetzt. Nachdem nun eine ausreichende Basis für das Themengebiet geschaffen wurde, wird im Folgekapitel auf den Aufbau und die Erstellung eines Verpackungshandbuchs eingegangen.

---

<sup>14</sup> Vgl. Schlobohm et al. (2011), S.71

### **3 Erstellung eines Verpackungshandbuchs**

Bei einem Verpackungshandbuch handelt es sich um ein Dokument, welches jedes Unternehmen seinen Lieferanten zur Verfügung stellt und das alle technischen Daten sowie die exakte Bezeichnung aller genutzten Ladungsträger fest definiert.

Da im Zuge der Recherchetätigkeiten für diese Arbeit nur Verpackungshandbücher anderer Firmen ausfindig gemacht werden konnten, welche jedoch nur in geringem Ausmaß mit den vom gegenständlichen Unternehmen geforderten Anforderungen übereinstimmten, wurde dieses Verpackungshandbuch auf Basis der wichtigsten Behälterdaten und der Anforderungen des Unternehmens sowie der Projektmitarbeiter erstellt.

#### **3.1 Inhalt und Aufbau des Verpackungshandbuchs**

Nachdem der Nutzen und Zweck dieses Dokumentes in der Einleitung kurz erläutert wurde, werden nun die wichtigsten technischen Daten eines Ladungsträgers beschrieben, bei denen es sich um die Eigenschaften der Traglast, Auflast und des Stapelfaktors handelt. Als Traglast wird, wie schon aus dem Begriff ersichtlich ist, jenes Gewicht definiert, welches der jeweilige Ladungsträger maximal tragen kann bzw. beinhalten darf. Unter dem Begriff der Auflast wird hingegen das Gewicht verstanden, welches durch Stapelung mehrerer gleich großer Behälter auf den untersten Ladungsträger wirkt. Wird diese Gewichtsgrenze überschritten, besteht die Möglichkeit des „Knickens“ von mindestens einem Ecksteher. Dies würde in einem Blocklager zum Umfallen eines ganzen Behälterturms führen, wodurch nicht nur erhebliche Schäden an umliegenden Strukturen entstehen können, sondern sich im schlimmsten Fall auch in der Nähe befindliche Mitarbeiter in Lebensgefahr befinden würden. Unter dem Begriff des Stapelfaktors wird die Verbindung zwischen Auflast, Traglast und dem Eigengewicht des Behälters zusammengefasst, und die maximale Anzahl baugleicher Behälter, die übereinander gestapelt werden dürfen ohne die Statik des Ladungsträgers zu gefährden, erfasst.

Des Weiteren wird die Handhabung von Ladungsträgern detaillierter beschrieben, wodurch eine lange Lebensdauer der Behälter unterstützt werden soll. Dies betrifft vor allem die Lagerung des Leerguts sowie die Lokalität der Umschlagstätigkeiten, wobei diese Orte so gewählt werden sollten, dass die Behälter möglichst vor äußeren Witterungseinflüssen geschützt sind.

Unter dem Punkt der Instandhaltung wird die Zuständigkeit für Instandhaltungstätigkeiten festgelegt, sowie die Verteilung aller dafür anfallenden Kosten geklärt. Außerdem wird die exakte Vorgehensweise beschrieben, welche bei auftretenden Schäden am Ladungsträger einzuhalten ist.

Nachdem die Haftungsfrage für kaputt angelieferte Bauteile geklärt wurde, wird mittels einer Tabelle die Frage der Verantwortung und der Kostenübernahme detailliert behandelt.

Diese Tabelle wurde auf Basis der Unterlagen erstellt, welche seitens MSF<sup>15</sup> zur Verfügung gestellt wurden.

### 3.2 Verpackungsdatenblätter als Zusatz

Zusätzlich zu dem Verpackungshandbuch, werden die zum jeweiligen Projekt vorgesehenen Verpackungsdatenblätter an den Lieferanten mitgeschickt, welche nicht nur technische Spezifikationen und Abmessungen, sondern auch eine Abbildung des Ladungsträgers beinhalten.



MHS - Verpackungshandbuch  
für Lieferanten

MAGNA Heavy Stamping  
Seite: 1 von 48

**Projekt:**  
**Bauteil:**  
**Füllmenge:**

**Kunden-Behälternummer: 3106266**  
**Behälterbezeichnung: Standard-Gittercontainer klappbar groß**

	Länge	Breite	Höhe
Abmaße außen [mm]:	1600	x 1200	x 1450
Abmaße innen [mm]:	1495	x 1100	x 1140
Abmaße geklappt [mm]:	1600	x 1200	x 500
Eigengewicht [kg]:	148		
Tragkraft [kg]:	300		
Auflast [kg]:	448		
Stapelfaktor:	2		



**Abbildung 5: Aufbau eines Verpackungsdatenblattes<sup>16</sup>**

<sup>15</sup> Vgl. MSF...Magna Steyr Fahrzeugtechnik et al. (2014)

Ein solches Verpackungsdatenblatt wurde für alle im Unternehmen verwendeten Universalladungsträgern erstellt, wobei das jeweilige Dokument automatisch alle dargestellten Daten in ein neu erstelltes Datenblatt einträgt, sofern die Behälterdatenbank mit den notwendigen Behälterdaten erweitert wurde.

Da diese Universalladungsträger für verschiedene Bauteile aus den unterschiedlichsten Projekten gleichermaßen verwendet werden können, ist vor dem Verschicken der Datenblätter darauf zu achten, dass die Projektbezeichnung, die Bauteilbezeichnung und dessen vorgesehene Füllmenge richtig in das Datenblatt eingetragen wurden.

Im Folgekapitel wird nicht nur der Prozess dargestellt, in dem ein Verpackungshandbuch benötigt wird, sondern es wird die Erstellung und der Aufbau eines kompletten Terminplans näher erläutert, welcher aus der Summe aller relevanten Prozessschritte besteht, die für die erfolgreiche Durchführung einer Behälterplanung notwendig sind.

---

<sup>16</sup> Vgl. MHS...Magna Heavy Stamping et al. (2014)

## 4 Entwicklung eines standardisierten Terminplans

Da heutzutage die Einhaltung von vertraglich festgelegten Terminen immer strenger geahndet und der Spielraum für eventuelle Fehler immer geringer wird, ist es erforderlich, die vorhandene Zeit möglichst effektiv zu nutzen und dabei auch noch ein Maximum an Effizienz vorzuweisen. Nur dadurch ist es möglich, einerseits den Termindruck von Seiten des Kunden zu bewältigen und andererseits durch die erhöhte Produktivität und geringere Fehlerrate eine Maximierung des Gewinnes zu erzielen, was in den meisten Unternehmen zumindest eines der zu erreichenden Ziele sein wird. Aus diesem Grund werden immer häufiger Terminpläne für die unterschiedlichen Prozesse erstellt, welche in Größe und Umfang stark variieren können und von einer kleinen Liste bis zu einem gesamten Projekt reichen können.

Die in der Automobilindustrie von der Logistikplanung erstellten Terminpläne beinhalten alle Maßnahmen, die beginnend mit dem Projektstart bis SOP (Start of production) bzw. Fahrzeugproduktionsbeginn durchzuführen sind. Sie können, abgesehen von der Darstellung der einzelnen Prozesse, auch die dafür notwendigen Informationsflüsse sowie die einzelnen Materialflusstrome und vorgeschriebene Termine beinhalten.<sup>17</sup>

Der im Zuge dieser Arbeit erstellte Terminplan bezieht sich nicht direkt auf die erstellten Produkte des Unternehmens, sondern auf die Ladungsträger bzw. Ladeträgerhilfsmittel, welche für den Transport und Lagerung innerhalb des Betriebs, sowie für den externen Transport vom Lieferanten zum Unternehmen und von dort weg zum Kunden benötigt werden.

Der Sinn hinter der Standardisierung eines Terminplans liegt darin, dass schon vor Beginn eines Projektes alle durchzuführenden Aktivitäten chronologisch dargestellt werden, damit bei zeitlichen Abweichungen, welche durch unvorhersehbare externe Einflüsse immer entstehen können, rechtzeitig reagiert werden kann. Falls es zwingend notwendig ist, kann der zeitliche Rückstand durch eine kurzfristige Erhöhung der eingesetzten Ressourcen wieder aufgeholt werden, was jedoch schlussendlich immer mit steigenden Kosten verbunden ist. Um beim Gegensteuern solcher Abweichungen nicht unnötig Zeit zu vergeuden, ist es ebenfalls sinnvoll, für alle im Terminplan vorhandenen Prozesse nicht nur die Verantwortlichkeit festzuhalten und alle für die einwandfreie Umsetzung notwendigen Informationen bereitzustellen, sondern auch, den wahrscheinlichen Prozessaufwand zeitlich zu fixieren.

Das Vorhandensein eines aktuellen Terminplans ist für die weitere Planung der Kapazitäten in allen Logistikbereichen eine Grundvoraussetzung um eventuelle Wechselwirkungen mit anderen Projekten schon rechtzeitig erkennen zu können. Deshalb muss sie schon möglichst

---

<sup>17</sup> Vgl. Klug et al. (2010), S.149-152

zu Beginn eines Projektes, zumindest als grobes Konstrukt, existieren. Als Terminplan wird die Darstellung von projektspezifischen Prozessen verstanden, welche die Dauer und die genaue Abfolge der einzelnen Arbeitspakete sowie die Prozessverantwortlichkeit betriebsintern und unternehmensübergreifend darstellt. Um einen besseren Überblick über den Fortschritt des Gesamtprojektes zu erhalten und nicht nach jedem erledigten Prozess ein Resümee über die erbrachten Tätigkeiten durchführen zu müssen, ist es sinnvoll, am Anfang eines Projektes sogenannte Meilensteine zu definieren, welche mehrere Arbeitspakete zu einem größeren Block zusammenfassen und die Frist zur Beendigung dieses Prozessblocks zeitlich festlegen. Hierbei ist es äußerst wichtig, dass die Meilensteine des Kunden mit den eigenen Meilensteinen synchronisiert werden, wodurch die Fertigstellung des Prozesses zum Kundenwunschtermin gewährleistet werden kann. Existiert in einem Unternehmen kein standardisierter Terminplan für neue Projekte, muss der Projektleiter den kompletten Ablauf des Terminplans mit seinem Kernteam, welches meistens aus leitenden Personen aus den involvierten Parteien der vorhandenen Prozesse zusammengestellt wird, von Grund auf neu erstellen, damit der Terminplan auch den Anforderungen des neuen Projekts gerecht wird. Bei der Darstellungsform hat sich in der Automobilindustrie der Balkenterminplan durchgesetzt, in dem alle durchzuführenden Prozesse aufgereiht und die Zeitachse entlang der x-Achse dargestellt wird (siehe Abbildung 5). Anschließend kann den einzelnen Arbeitspaketen der Start- bzw. Endtermin, die Durchlaufzeit sowie der Prozessverantwortliche zugewiesen werden. Werden nun voneinander abhängige Prozesse miteinander verknüpft, erhält man die Möglichkeit alternative Szenarien zu simulieren, wodurch schon vorab projektrelevante Entscheidungen getroffen werden können und das Potenzial von Fehlentscheidungen, denen Unwissenheit von zeitlichen Abläufen zugrunde liegen, minimiert wird.

Diese Darstellungen werden dann als vernetzte Balkenterminpläne bezeichnet, welche auch im Praxisbeispiel angewendet wurden und in den folgenden Kapiteln zu finden sind.<sup>18</sup>

Handelt es sich um ein komplexes und über einen längeren Zeitraum andauerndes Projekt, ist ein einzelner Terminplan meist nicht mehr ausreichend, weshalb die zu absolvierenden Arbeitspakete für jede Abteilung separat in einen eigenen Terminplan eingetragen werden, wobei die wichtigen Meilensteine auf allen Terminplänen synchronisiert werden müssen. Die schrittweise Vorgehensweise zur Erstellung eines Terminplans wird im folgenden Kapitel genauer erörtert. Im Anschluss wird der Aufbau des rückwärtsterminierten Terminplans besprochen und alle für die Umsetzung notwendigen und im Zuge dieser Arbeit erstellten Dokumente erläutert.

---

<sup>18</sup> Vgl. Hab, Wagner et al. (2013), S.118-121

## 4.1 Vorgehensweise zur Erstellung eines Terminplans

Es ist zwar von Größe und Komplexität eines Projektes abhängig, ob für die Erstellung eines Terminplans eine kurze Liste mit den wichtigsten Eckdaten verwendet wird oder unterschiedliche Softwarepakete für die Darstellung der komplexen und umfangreichen Zusammenhänge zum Einsatz kommen, jedoch ist die grundsätzliche Vorgehensweise und der Inhalt der einzelnen Bausteine für einen Terminplan immer gleich.

Ein solcher Terminplan wird auch als Projektstrukturplan PSP bezeichnet, wobei der Sinn in der Zerlegung eines Systems in dessen Elemente liegt, damit deren interelementare Beziehungen festgehalten werden können.<sup>19</sup>

Die einzelnen Schritte für die Erstellung eines Terminplans werden in den folgenden Unterkapiteln besprochen.

### 4.1.1 Aufteilung auf relevante Arbeitspakete

Um bei der Komplexität eines umfangreichen Projektes den Überblick behalten zu können, ist es sinnvoll, die Aktivitäten, die zum Erreichen des Projektzieles notwendig sind, in passende Arbeitspakete aufzugliedern.

Bei einem Arbeitspaket handelt es sich um das kleinste Kernelement eines PSP, welches notwendig ist, um die Haupt- und Teilaufgaben eines Projektes zu lösen, welche sich wiederum an dem eigentlichen Ziel des Projektes orientieren. Das Arbeitspaket ist also jene durchzuführende Aktivität innerhalb eines Projektes, deren weitere Unterteilung nicht mehr sinnvoll ist.<sup>20</sup>

Für ein besseres Verständnis dieser Thematik soll das folgende Beispiel sorgen, welches sich an einen kleinen Ausschnitt des gesamten Behälterbeschaffungsprozesses anlehnt. Als Hauptaufgabe wird die Beschaffung von notwendigen Ladungsträgern bezeichnet, welche für ein neues Projekt benötigt werden. Ein paar der dafür zu erledigenden Teilaufgaben wären dann zum Beispiel die Angebotseinholung sowie der Bau neuer Behälter und deren Abnahme, wobei für die Abnahme des Ladungsträgers wiederum ein Abnahmeprotokoll erstellt werden muss, sofern dieses nicht bereits als standardisiertes Werk im Unternehmen aufliegt. Die Erstellung dieses Protokolls wird als Arbeitspaket bezeichnet, da eine detailliertere Auflistung dieses Vorgangs nicht sinnvoll wäre. Bei der Findung aller Arbeitspakete ist es wichtig, sich nicht sofort im Detail zu vertiefen, sondern vorerst einen groben Überblick über alle

---

<sup>19</sup> Vgl. Litke, Kunow et al. (2007), S.45

<sup>20</sup> Vgl. Boy, Dudek, Kuschel et al. (1994), S.73

Haupt- und Teilaufgaben darzustellen, und sich erst im Anschluss über darin vorhandene Arbeitspakete Gedanken zu machen.

Es ist empfehlenswert, ein Projekt zuerst in die Breite zu planen und im Anschluss vom Groben weiter ins Detail zu gehen, da man bei der Planung anderenfalls Gefahr läuft, sich zu schnell auf die Arbeitspakete zu konzentrieren, und wichtige Teilaufgaben zu vernachlässigen oder gar zu vergessen.<sup>21</sup>

Wurden alle Aufgaben, welche für die Erreichung des Projektzieles zu erledigen sind, identifiziert, und eventuelle Abhängigkeiten untereinander aufgezeigt, kann mit dem nächsten Schritt fortgefahren werden.

### **4.1.2 Zeitliche Abfolge festlegen**

Bei der weiteren Vorgehensweise werden alle eruierten Arbeitspakete chronologisch untereinander angeordnet und entsprechend ihren Zusammenhängen miteinander in Verbindung gebracht. Kann ein Arbeitspaket beispielsweise erst nach Beendigung seines Vorgängers gestartet werden, muss dieser Zusammenhang im Terminplan festgehalten werden. In manchen Fällen besitzen Arbeitspakete keine Vorbedingung, weshalb sie theoretisch auch schon zu Beginn eines Projektes, jedoch spätestens bevor sie benötigt werden, abgeschlossen werden können. Auf diese Weise bildet sich eine Abfolge von Prozessen, deren logischer Zusammenhang grob sichtbar wird. Um einen detaillierteren Überblick über die Zeitspannen der einzelnen Projektphasen und eine Prognose für die Dauer des gesamten Projektes zu erhalten, ist es im nächsten Schritt erforderlich, den einzelnen Arbeitspaketen die passenden Arbeitsumfänge zuzuweisen. Um den exakten Start- und Endtermin jedes Arbeitspaketes ermitteln zu können, müssen im Anschluss die Durchlaufzeiten für die einzelnen Arbeitspakete definiert werden, wobei es dabei sehr zu empfehlen ist, diese mit den involvierten Parteien abzustimmen, um nicht während des Projektes auf Komplikationen zu stoßen, die aufgrund falsch prognostizierter Durchlaufzeiten entstanden sind.

Da in einem realen Projekt immer wieder Schwierigkeiten auftreten können, die im Voraus nicht bedacht wurden, empfiehlt es sich, kleine Zeitpuffer mit einzuplanen, um nicht durch allfällige Zusatzaufgaben in Verzug zu kommen und eine Verspätung des gesamten Projektes zu riskieren.<sup>22</sup>

Es ist jedoch darauf zu achten, dass der Zeitpuffer nicht zu groß gewählt wird, da anderenfalls eine lasche Haltung des Projektteams auftreten und dadurch eine ineffiziente Arbeitsmo-

---

<sup>21</sup> Vgl. Kraus, Westermann et al. (2010), S.93

<sup>22</sup> Vgl. Probst, Haunerding et al. (2007), S.121

ral entstehen kann. Auf Basis der nun zur Verfügung stehenden Daten kann ein Gantt-Chart bzw. Balkendiagramm erstellt werden, welches dem Projektleiter als Grundlage für die Kontrolle des aktuellen Projektfortschrittes dient (siehe Abbildung 6).

### **4.1.3 Verantwortungen verteilen**

Grundsätzlich ist der Projektleiter für den erfolgreichen Abschluss eines Projektes verantwortlich, jedoch wird von Seiten des Projektleiters die Verantwortung einzelner Arbeitspakete an seine Projektmitarbeiter weiterverteilt. Die Verteilung der Zuständigkeiten einzelner Arbeitspakete hat den Zweck, dass einerseits eine Vielzahl von Mitarbeitern bzw. Abteilungen in ein komplexes Projekt involviert sein kann und andererseits die Zuständigkeit klar festgelegt ist. Dadurch steigt wiederum die Effizienz bei der Bearbeitung der einzelnen Prozesse, da jede Partei darauf bedacht ist, die ihr übertragene Arbeit zur vollsten Zufriedenheit des Projektleiters abzuschließen. Mit dem nun vorhandenen Wissen wird im nächsten Kapitel auf die Erstellung des standardisierten Terminplans für die Behälterplanung eingegangen.

## **4.2 Grundlagen zur Behälterplanung**

Zu Beginn eines neuen Projektes wird in der Automobilindustrie festgelegt, welche Partei für die Beschaffung bzw. Bereitstellung von Ladungsträgern über den kompletten Lebenszyklus verantwortlich sein wird, wobei diese Verantwortung stark variieren kann. Die Variante, welche für das Unternehmen den geringsten Arbeitsaufwand beinhaltet, ist wenn alle für die reibungslose Produktion und Lieferung notwendigen Ladungsträger seitens des Kunden oder Lieferanten zur Verfügung gestellt werden müssen. Anderenfalls muss der Logistikplaner gleich zu Beginn des Projektes feststellen, welche Ladungsträger für die verschiedenen Bauteile benötigt werden. Mittels der Umlaufzeitberechnung, welche im Kapitel 6 beschrieben wird, kann der Umfang der benötigten Ladungsträger berechnet werden. Auf Basis dieser Kalkulation wird aus den Unternehmensdaten eruiert, ob die benötigten Ladungsträger in vollem Umfang vorhanden und auch verfügbar sind. Stehen die Behälter in ausreichender Menge zur Verfügung, müssen sie nur noch für die vorgesehene Projektdauer reserviert werden, und die Behälterplanung wäre damit abgeschlossen. Da jedoch öfters der Fall eintritt, dass entweder zu wenige Universalladungsträger vorhanden sind oder sogar Spezialladungsträger benötigt werden, muss bis zu dem vom Kunden gewünschten Termin eine Vielzahl an Arbeitspaketen in einer bestimmten Reihenfolge bearbeitet werden. Das weniger aufwendige und zeitlich viel kürzer ausfallende Szenario ist, dass nur eine bestimmte Menge schon bekannter Universalladungsträger von einem Ladungsträgerhersteller bestellt werden muss. Ist es allerdings wegen der Teilgeometrie oder Beschaffenheit notwendig, dass die

produzierten Bauteile in einem Spezialladungsträger transportiert werden, hat der Logistikplaner die Aufgabe, sich im ersten Schritt eine passende Möglichkeit zu überlegen, wie der Behälter auszusehen hat, und auf Basis dieses Entwurfes eine Preisanfrage an mehrere Behälterproduzenten auszusenden. Jene Produzenten, die sich in der Lage fühlen, den Ladungsträger zu konstruieren, geben im Anschluss den zu erwartenden Preis inklusive ihrem Konzept an den Logistiker weiter, der sie aufgrund der Ausschreibungsunterlagen begutachtet und klassifiziert. Wurden alle Unstimmigkeiten beseitigt und ein Behälterproduzent mit der Herstellung beauftragt, wird mit der Entwicklung und Erstellung eines Prototypen begonnen, der nach Fertigstellung bei der Prototypenabnahme gründlich kontrolliert wird. Bis alle Mängel beseitigt und eventuell kleine Änderungen von Seiten des Kunden umgesetzt wurden, werden sogenannte Änderungsschleifen durchgeführt, wobei der Produzent den Ladungsträger noch solange den letzten Feinschliff verpasst, bis alle Parteien zufrieden sind. Wird der Prototyp zur vollen Zufriedenheit abgenommen, kann auf dessen Basis mit der Herstellung einer größeren Menge begonnen werden, welche in der Vorserienphase benötigt werden. Nach deren Fertigstellung müssen auch diese Ladungsträger erneut abgenommen werden, wobei es bis zum Ende der Vorserie noch immer zu geringen Änderungen des Bauteils kommen kann, wodurch auch die bereits erstellten Behälter daraufhin adaptiert werden müssen. Steht schlussendlich das Design des Ladungsträgers endgültig fest, wird mit der gesamten Produktion aller Behälter begonnen, die für den Serienbetrieb benötigt werden. Diese soeben erläuterte Vorgehensweise muss mit jedem neu erstellten Behälter durchgeführt werden, ehe der reibungslose Ablauf im Serienbetrieb gewährleistet werden kann.

Um sicherzustellen, dass zu den vom Kunden gewünschten Terminen auch alle Aufgaben erfüllt sind, welche für die Bereitstellung der Ladungsträger erforderlich sind, müssen viele Arbeitsschritte zu zuvor vereinbarten Zeitpunkten umgesetzt werden. Damit im Zuge des Projektes alle Arbeitspakete rechtzeitig begonnen werden und sämtliche dafür notwendigen Unterlagen vorhanden sind, wurde im Zuge dieser Arbeit eine Tabelle erstellt, welche als standardisierter Terminplan für zukünftige Projekte verwendet werden kann, und alle Projektphasen, sowie die in jeder Phase vorkommenden Schritte beinhaltet. Darüber hinaus ist für jedes Arbeitspaket die für die Umsetzung vorgeschriebene Dauer inklusive aller dafür benötigten Daten und zu erreichende Ziele sowie der Prozessverantwortliche hinterlegt.

Da sich in der Automobilindustrie der Bauteilzulieferer eines Kunden immer auf dessen SOP (Start of Production bzw. Serienproduktionsstart) einstellen muss, wurde das erstellte Dokument so aufgebaut, dass nur der jeweilige SOP-Termin für ein Projekt in die Maske eingetragen werden muss und das Programm über die Prozesszusammenhänge und deren prognosti-

zierte Bearbeitungsdauer eine Rückwärtsterminierung aller vorhandenen Arbeitsschritte vornimmt, wodurch alle Starttermine der Prozesse inklusive deren vorgesehenen Endzeitpunkte berechnet und anschließend in einem Gantt-Chart dargestellt werden.

Der Aufbau dieses beschriebenen Terminplans sowie dessen Zusammenhänge und bei der Erstellung eingeflossene Gedankengänge werden im folgenden Kapitel besprochen.

### 4.2.1 Rückwärtsterminierte Zeitschiene ab SOP

Grund für die Erstellung einer sich rückwärtsterminierenden Zeitschiene ist wie schon erwähnt jener, dass auf Basis eines vorgegebenen Endtermins alle zuvor notwendigen Starttermine von jedem einzelnen Arbeitsschritt ermittelt werden müssen, um ein Projekt auch rechtzeitig zu beginnen.

Phase	Prozesse	Startet vor SOP	Dauer (Arbeitstage)	Dauer (Tage)	Endet vor SOP	Input	Output	Verantwortlicher	
Konzept	Entwicklung des MHS-Konzeptes	18.06.10	51,0	73,0	30.08.10	Bauteil CAD-Daten, Stückliste	Gebindekonzept, Anliefersequenzen der Behälter	Projektteam	
Prototyp	Prototypenphase	30.08.10	146,0	204,0	22.03.11				
	Vorbereitung der auszusendenden Unterlagen	30.08.10	5,0	7,0	06.09.10	Gebindekonzept	Tech. Lastenheft, Verpackungshandbuch, Anliefersequenzen der Behälter	Logistik	
	Preisfrage Prototyp und Richtpreis für Serie	06.09.10	1,0	1,0	07.09.10	Tech. Lastenheft, Verpackungshandbuch, Anliefersequenzen, Bauteil CAD-Daten, Gebindekonzept	Anfrage an Lieferanten	Einkauf	
	Lieferant erstellt Angebot	07.09.10	10,0	14,0	21.09.10	Anfrage aller Lieferanten	Angebot vom Lieferanten	Lieferant	
	Nachverhandlung der Angebote	21.09.10	5,0	7,0	28.09.10	Nachverhandelte Konditionen	Fixierung des PT-Lieferanten	Einkauf & Projektleiter	
	Auswahl des PT-Lieferanten	28.09.10	5,0	7,0	05.10.10	Fixierung des PT-Lieferanten	BAHF ausgelöst	Projektleiter	
	Auslösen der BANF	05.10.10	5,0	7,0	12.10.10	Nachverhandelte Konditionen, Ausgelöste BANF, Anliefersequenz der Behälter	Bestellung durchgeführt	Einkauf	
	Bestellung des Prototypen	12.10.10	2,0	2,0	14.10.10	Durchgeführte Bestellung	Konzeptvorschlag	Lieferant	
	Entwicklung CAD-Konzept extern	14.10.10	15,0	21,0	04.11.10	Konzeptvorschlag, Abnahmeprotokoll, Änderungsprotokoll	Auftrag zum Prototypenbau bzw. Änderungen im Abnahmeprotokoll	Logistik	
	Freigabe CAD-Konzept	04.11.10	1,0	1,0	05.11.10	Prototyp im Haus		Lieferant	
	Bau des Prototypen extern	05.11.10	20,0	28,0	03.12.10	Abnahmeprotokoll, Prototyp im Haus	Abnahmeprotokoll, Abgenommener Prototyp	Logistik	
	Lieferung des Prototypen	03.12.10	2,0	4,0	07.12.10				
	1. Abnahme des Prototypen	07.12.10	5,0	7,0	14.12.10				
	Vorserie	Änderungsschleife	14.12.10	33,0	45,0	28.01.11			
		Abstimmungsgespräch mit Definition der Änderung	14.12.10	1,0	1,0	15.12.10			
Definition der Änderungen		15.12.10	2,0	2,0	17.12.10				
Abholung Prototyp vom Lieferanten		17.12.10	5,0	7,0	24.12.10				
Änderungen am Prototypen durchführen		24.12.10	20,0	28,0	21.01.11				
Anlieferung des geänderten Prototypen		21.01.11	5,0	7,0	28.01.11				
2. Abnahme des Prototypen		28.01.11	5,0	7,0	04.02.11				
Änderungsschleife		04.02.11	36,0	38,0	14.03.11				
Abstimmungsgespräch mit Definition der Änderung		04.02.11	1,0	3,0	07.02.11				
Definition der Änderungen		07.02.11	1,0	1,0	08.02.11				
Abholung Prototyp vom Lieferanten		08.02.11	3,0	3,0	10.02.11				
Änderungen am Prototypen durchführen		11.02.11	19,0	27,0	10.03.11				
Anlieferung des geänderten Prototypen		10.03.11	2,0	4,0	14.03.11				
3. Abnahme des Prototypen		14.03.11	5,0	7,0	21.03.11				
Freigabe Prototyp		21.03.11	1,0	1,0	22.03.11				
Serienphase	Vorserienphase	22.03.11	94,0	132,0	01.08.11				
	Bei ausreichender Teilanzahl Pack- und Transportversuch durchführen	22.03.11	5,0	7,0	29.03.11	Prototyp, Bauteile, Protokoll für Pack- und Transportversuch	aktualisierte Verpackungsvorschriften, Bestätigung Teile-ID	Logistik	
	Vorbereitung der auszusendenden Unterlagen (falls unterschiedliche Behälterlieferanten)	29.03.11	5,0	7,0	05.04.11	Prototyp	Tech. Lastenheft, Verpackungshandbuch, Anliefersequenzen, Bauteil CAD-Daten	Logistik	
	Preisfrage VS (falls unterschiedliche Behälterlieferanten gewählt wurden)	05.04.11	1,0	1,0	06.04.11	Tech. Lastenheft, Verpackungshandbuch, Ausschreibungspräsentation, Prototyp, Prototypenpreis, Bauteil CAD-Daten	Anfrage an Lieferanten	Einkauf	
	Angebote vom Lieferanten (falls unterschiedliche Behälterlieferanten gewählt wurden)	06.04.11	10,0	14,0	20.04.11	Anfrage aller Lieferanten	Angebot vom Lieferanten	Lieferant	
	Nachverhandlung der Angebote (falls unterschiedliche Behälterlieferanten gewählt wurden)	20.04.11	5,0	7,0	27.04.11	Nachverhandelte Konditionen	Fixierung des VS-Lieferanten	Einkauf	
	Auswahl VS-Lieferanten (falls unterschiedliche Behälterlieferanten gewählt wurden)	27.04.11	5,0	7,0	04.05.11	Nachverhandelte Konditionen	Fixierung des VS-Lieferanten	Einkauf & Projektleiter	
	Auslösen der BANF	04.05.11	5,0	7,0	11.05.11	Fixierung des VS-Lieferanten	BAHF ausgelöst	Projektleiter	
	Bestellung Vorserie	11.05.11	5,0	7,0	18.05.11	Angebot, Fixierung des VS-Lieferanten, Anliefersequenz der Behälter	Bestellung der VS	Einkauf	
	Bau Vorserie ext.	18.05.11	20,0	28,0	15.06.11	Bestellung der VS, Prototypen	Fertige VS	Lieferant	
	Lieferung der VS	15.06.11	2,0	2,0	17.06.11	Fertige VS	VS im Haus	Lieferant	
	1. Abnahme der Vorserie	17.06.11	5,0	7,0	24.06.11	Abnahmeprotokoll, VS im Haus	Information zu empfohlene Wartungszyklen vom Lieferanten	Logistik	
	Änderungsschleife	24.06.11	30,0	28,0	22.07.11				
	Abstimmungsgespräch mit Definition der Änderung	24.06.11	1,0	3,0	27.06.11				
	Definition der Änderungen	27.06.11	1,0	1,0	28.06.11				
Abholung der Vorserie vom Lieferanten	28.06.11	2,0	2,0	30.06.11					
Änderungen an der Vorserie durchführen	30.06.11	15,0	21,0	21.07.11					
Anlieferung der geänderten Vorserie	21.07.11	1,0	1,0	22.07.11					
2. Abnahme der Vorserie	22.07.11	5,0	7,0	29.07.11					
Freigabe Vorserie	29.07.11	1,0	3,0	01.08.11					
Serie	Serienphase	01.08.11	116,0	162,0	10.01.12				
	Vorbereitung der auszusendenden Unterlagen	01.08.11	5,0	7,0	08.08.11	Vorserie	Tech. Lastenheft, Verpackungshandbuch, Anliefersequenzen, Bauteil CAD-Daten	Logistik	
	Preisfrage Serie (falls unterschiedliche Behälterlieferanten)	08.08.11	1,0	1,0	09.08.11	Tech. Lastenheft, Verpackungshandbuch, Ausschreibungspräsentation, Vorserie, VS-Preis, Bauteil CAD-Daten	Anfrage an Lieferanten	Einkauf	
	Angebote vom Lieferanten	09.08.11	10,0	14,0	23.08.11	Anfrage an Lieferanten	Angebot vom Lieferanten	Lieferant	
	Nachverhandlung der Angebote	23.08.11	5,0	7,0	30.08.11	Angebote aller Lieferanten	Nachverhandelte Konditionen	Einkauf	
	Auswahl des Serien-Lieferanten	30.08.11	10,0	14,0	13.09.11	Nachverhandelte Konditionen	Fixierung des Serienlieferanten	Einkauf & Projektleiter	
	Auslösen der BANF	13.09.11	5,0	7,0	20.09.11	Fixierung des Serienlieferanten	BAHF ausgelöst	Projektleiter	
	Bestellung der Serie	20.09.11	5,0	7,0	27.09.11	Angebot, Fixierung des Serienlieferanten, Anliefersequenz	Bestellung der Serie	Einkauf	
	Bei baulichen Veränderungen der Teile -> Bau Serienmuster ext.	27.09.11	10,0	14,0	11.10.11	Auftrag für die Änderung, Daten der Bauteiländerung, VS	Fertiges Serienmuster	Lieferant	
	Lieferung Serienmuster	11.10.11	2,0	2,0	13.10.11	Fert. Serienmuster	Fert. Serienmuster im Haus	Lieferant	
	Abnahme Serienmuster	13.10.11	5,0	7,0	20.10.11	Abnahmeprotokoll, Fert. Serienmuster im Haus	Abnahmeprotokoll, Abgen. Serienmuster	Logistik	
	Freigabe der Serienmuster	20.10.11	1,0	1,0	21.10.11	Abgenommene Serienmuster, Abnahmeprotokoll	Unterschriften auf makellosen Abnahmeprotokoll	Logistik	
	Bau Serie ext.	21.10.11	38,0	39,0	30.11.11	Bestellung der Serie, VS bzw. Serienmuster	Fertige Serie	Lieferant	
	Lieferung der Serie	30.11.11	2,0	2,0	02.12.11	Fertige Serie	Fertige Serie im Haus	Lieferant	
	Abnahme der Serie	02.12.11	5,0	7,0	09.12.11	Abnahmeprotokoll, Fert. Serie im Haus	Abnahmeprotokoll, Abgenommene Serie	Logistik	
Freigabe der Serie	09.12.11	1,0	3,0	12.12.11	Abgenommene Serie, Abnahmeprotokoll	Unterschriften auf makellosen Abnahmeprotokoll	Logistik		
Production TryOut	12.12.11	21,0	29,0	10.01.12					
SOP	10.01.12	0,0	0,0	10.01.12					

Tabelle 1: Standardisierter Projekterminplan<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Quelle: Eigene Konstruktion

Um den kompletten Umfang eines Behälterplanungsprozesses darstellen zu können, mussten Abbildung 6 und Tabelle 1 derartig verkleinert werden, dass das einwandfreie Lesen nicht mehr möglich ist. Da es jedoch wenig Sinn macht, nur einen kleinen Ausschnitt darzustellen, werden diese Abbildungen nachfolgend genau beschrieben.

Der strukturelle Aufbau des standardisierten Terminplan weist grundsätzlich vier Hauptspalten auf, wobei die erste Spalte alle Projektphasen beinhaltet, welche für die Behälterplanung essentiell sind, und die wie folgt bezeichnet werden:

- Konzeptphase
- Prototypenphase
- Vorserienphase
- Serienphase

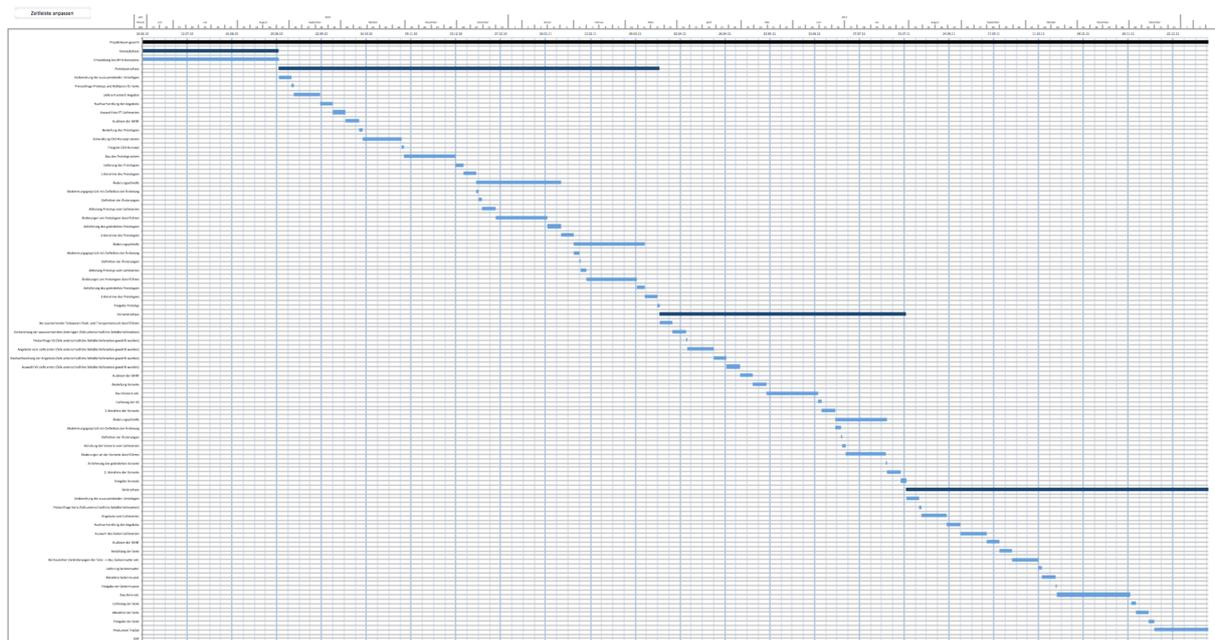
In der zweiten Spalte werden alle durchzuführenden Arbeitspakete passend zu der jeweils vorhandenen Phase dargestellt. Die dritte Hauptspalte setzt sich aus den Zeitbausteinen zusammen, welche für die einzelnen Arbeitspakete relevant sind. Diese beinhalten nicht nur die vorgeschriebenen Start- und Endtermine jedes Prozesses, sondern auch die dafür notwendigen Arbeitstage, wobei das Programm etwaige Feiertage und Wochenenden automatisch erkennt und die Termine in Abhängigkeit vom vorhandenen Datum abändert. Dadurch kann ein Arbeitsschritt, welcher am Freitag in der Früh beginnt und zwei ganze Tage in Anspruch nimmt, erst am Montagnachmittag abgeschlossen werden. Die vierte und letzte Hauptspalte beinhaltet neben den für die Durchführung eines Prozesses notwendigen Input-Daten auch die zu erreichenden Ziele sowie die jeweiligen Prozessverantwortlichen.

Ein weiteres Hauptmerkmal dieser Liste ist die Farbgebung der Zeilen, wobei die verschiedenen Farben die prozessverantwortlichen Abteilungen widerspiegeln und dadurch eine bessere Übersicht ermöglichen sollen. Die bei einem Behälterplanungsprozess involvierten Parteien setzen sich wie folgt zusammen:

- Projektleiter
- Logistik
- Einkauf
- Lieferant

Die grauen Felder in der Spalte der Zeitbausteine beinhalten den prognostizierten Arbeitsaufwand, welcher für zukünftige Änderungen als variables Feld deklariert wurde und aus diesem Grund abgeändert werden kann.

Die wohl wichtigste Zeile in diesem Dokument ist die gelbe Zeile am Ende, in die für jedes neue Projekt das Datum für den vorgegeben SOP eingetragen werden muss. Auf Basis dieses Datums werden automatisch alle Zeitpunkte des Projektes berechnet und im Anschluss im nachfolgend abgebildeten Gantt-Chart dargestellt.



**Abbildung 6: Gantt-Chart zum Terminplan<sup>24</sup>**

Die schon zuvor in der Liste dargestellten Prozesse werden in Abbildung 6 auf der y-Achse aufgelistet, wobei die dem Prozess zugehörigen Balken die berechneten Zeitspannen wiedergeben, welche in Kalendertagen rechts versetzt dargestellt werden. Hierbei spiegeln die dunklen Balken die Dauer der einzelnen Projektphasen und die hellen Balken die dazugehörigen Arbeitspakete wider. Auf der x-Achse wurde eine dreizeilige Zeitachse eingefügt, welche die zuvor berechnete Projektdauer passend in den Einheiten Jahr, Monat und Kalenderwoche wiedergibt.

<sup>24</sup> Quelle: Eigene Konstruktion

## 4.2.2 Weiterführung der Zeitleiste von SOP bis EOP

Mit dem Überschreiten des SOP beginnt die Serienproduktion, welche nach einer vorgegebenen Zeit mit dem EOP (End of Production bzw. Produktionsende der Serie) endet. Da sich dieser Zeitraum in einer Größenordnung von bis zu 7 Jahren bewegt, ist es zur Vorbeugung von Behälterschwächen empfehlenswert, zyklische Wartungsarbeiten am Behälter durchzuführen. Die für den jeweiligen Behälter vorgeschriebenen Wartungszeitpunkte berechnet das erstellte Programm automatisch auf Basis des Zeitpunktes SOP und der vom Behälterproduzenten vorgeschlagenen Wartungsintervalle.

## 4.2.3 Ablauf des Verpackungsplanungsprozesses

Wie schon zuvor erwähnt sind die einzelnen durchzuführenden Arbeitspakete bei der Behälterplanung davon abhängig, ob es sich um einen Universalladungsträger oder einen Spezialladungsträger handelt. Das folgende Flussdiagramm zeigt den Unterschied zwischen der Bearbeitung eines Spezialladungsträgers auf der linken Seite gegenüber jener eines Universalladungsträgers auf der rechten Seite.

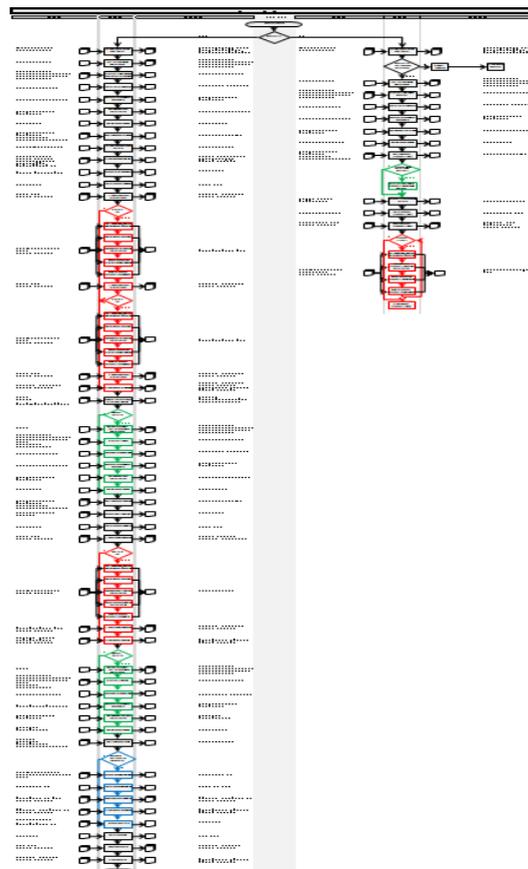


Abbildung 7: Flussplan zur Behälterplanung<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Quelle: Eigene Konstruktion

Die schwarzen Felder am Beginn des Diagramms beinhalten den Konzeptionierungs- und Ausschreibungsprozess, während alle roten Felder die möglichen Änderungsschleifen widerspiegeln, welche im Zuge eines Behälterplanungsprozesses anfallen können. Der Grund, warum die roten Felder nur bei den Spezialladungsträgern vorkommen, liegt in der Tatsache, dass der Universalladungsträger eine Massenware ist, welche schon festgelegte Eigenschaften besitzt, die vom Produzenten nur noch nachgebaut werden müssen. In der Automobilindustrie ist es nicht unüblich, dass für den Bau von Prototypen-, Vorserien- und Serienbehältern unterschiedliche Produzenten verwendet werden. Die Abfrage zwischen den Projektphasen dahingehend, ob der Behälterproduzent gewechselt wird und die damit zusätzlichen Prozessschritte durchzuführen sind, werden in den grünen Feldern dargestellt. Bei den blauen Feldern kurz vor SOP wird vor dem Beginn des Baus aller Seriengebinde nochmals kontrolliert, ob es zu minimalen Bauteiländerungen gekommen ist, was eine Adaptierung der Behälter nach sich ziehen würde.

### 4.3 Dokumentationsvorlagen

Um nicht bei jedem neuen Projekt alle benötigten Dokumente von Grund auf neu erstellen zu müssen, ist es sinnvoll, einmalige Dokumentationsvorlagen zu erstellen, welche auch auf zukünftige Projekte angewendet werden können, und bei Bedarf mit nur geringem Adaptierungsarbeiten einsatzbereit sind. Wie schon zuvor bei der Erstellung des Terminplans (Kapitel 4.2.1) erwähnt, werden für die einzelnen Arbeitspakete bestimmte Inputfaktoren benötigt, um das vorgegebene Ziel erreichen zu können. Diese Faktoren beinhalten ebenfalls Schriftstücke, welche im Zuge dieser Arbeit unter Absprache mit den involvierten Abteilungen erstellt und in Zukunft für Folgeprojekt angewendet werden können. Alle erstellten Dokumente sind im vollen Umfang im Anhang zu finden.

#### 4.3.1 Ausschreibungspräsentation

Hierbei handelt es sich um eine Präsentationsvorlage, welche die wichtigsten Eckdaten für zukünftige Ausschreibungen von Spezialladungsträgern beinhaltet und für die Entwicklung relevant sein können. Am Deckblatt werden alle notwendigen Daten angegeben, um die Ausschreibung einem eindeutigen Projekt und Bauteil zuordnen zu können. Im Anschluss werden die wichtigsten Prämissen angeführt, welche für die Entwicklung und Konstruktion eines neuen Spezialladungsträgers von Interesse sein können. Dies beinhaltet nicht nur Menge, Gewicht und Lage der Bauteile, die in dem Ladungsträger untergebracht werden sollten, sondern auch die Art und Menge an Einbauten, welche vom Unternehmen präferiert werden. Des Weiteren wird die Höhe der gewünschten Stabilität festgehalten, die der Ladungsträger

während des Transports und der Lagerung aufweisen muss. Abgesehen davon ist es schon zu diesem Zeitpunkt erforderlich die gewünschten Abmessungen und Manipulationsfähigkeiten des Ladungsträgers zu definieren, da sowohl die Beladung als auch die Entladung mittels Robotern durchgeführt werden kann, welche für die Automatisierung spezielle Mechanismen benötigen. Außerdem ist es für die Konstruktion eines Ladungsträgers essentiell, ob die Manipulation längs- oder querseitig vonstattengehen wird. Um dem Behälterproduzenten die Entwicklung eines passgenauen Behälters zu ermöglichen, werden zu diesem Zeitpunkt auch schon die CAD-Zeichnungen zum Bauteil mitgeschickt, aus denen die Größe sowie Form des Bauteils ersichtlich ist. Die letzte noch zu erwähnende Information, die in den Ausschreibungsunterlagen nicht fehlen darf, beinhaltet den Umfang sowie den gewünschten Fertigstellungstermin der einzelnen Ladungsträger.

### **4.3.2 Standardabnahmeprotokoll von Ladungsträgern**

Als Abnahmeprotokoll wird ein Schriftstück bezeichnet, das bei Anlieferung neuer Ladungsträger verwendet wird, um den Ladungsträger auf alle relevanten Eigenschaften zu kontrollieren und diesen Vorgang als Protokoll für zukünftige Vorgehensweisen dokumentieren zu können. Als Grundlage eines solchen Schriftstücks muss dieses Protokoll nicht nur die Projekt- und Bauteilbezeichnung, sondern auch die Kontaktdaten des Behälterproduzenten beinhalten, um im Falle von nachträglichen Fragen oder Änderungswünschen immer die richtige Kontaktperson für diese Angelegenheit erreichen zu können. Da das erstellte Dokument als Standard für alle zukünftigen Ladungsträgerabnahmen verwendet werden soll, wurde bei der Erstellung darauf geachtet, dass dieses Schriftstück alle möglichen Daten beinhaltet, die während der verschiedenen Abnahmen von Relevanz sein können. Deshalb beinhaltet dieses Dokument schon anfangs die Möglichkeit, den jeweilig abzunehmenden Ladungsträgertyp inklusive dessen Bezeichnung sowie die Art der Abnahme zu definieren. Nachdem alle Basisdaten zum vorhandenen Ladungsträger in das Abnahmeprotokoll eingetragen wurden, kann der Behälter auf eventuelle Mängel kontrolliert werden. Bei der zu Beginn durchzuführenden Sichtprüfung werden die Farbe des Lacks, die Lage und Größe der Beschriftung sowie die Abmessungen und die Qualität bei der Verarbeitung optisch begutachtet. Wurde das Vorhandensein geforderter Ladungsträgermerkmale durchgeführt, wird die Handhabung sowie die Manipulationsfähigkeit des Ladungsträgers gründlich kontrolliert. Um im Zuge des Abnahmeprozesses einen Überblick über die markanten Anforderungen zum Behälter zu behalten, werden diesem Protokoll schon vorweg mehrere Abbildungen der wichtigsten Merkmale beigefügt. Wurden alle gewünschten Änderungen dokumentiert sowie der Verantwortliche für deren Umsetzung bestimmt, müssen alle Personen ihre Anwesenheit sowie die Zufrie-

denheit über den Ladungsträger bzw. die noch umzusetzenden Änderungswünsche mittels ihrer Unterschrift belegen, um zukünftige Probleme zu vermeiden.

### 4.3.3 Serienabnahmeprotokoll für Ladungsträger

Anders als bei dem zuvor erläuterten Standardabnahmeprotokoll, in dem alle relevanten Eigenschaften eines Behälters kontrolliert werden, müssen beim Serienabnahmeprotokoll nur noch die wichtigsten Anforderungen begutachtet werden. Diese Kontrolle wird bei Spezialladungsträgern zu 100 % durchgeführt, wohingegen bei Universalladungsträgern eine Stichprobe von 10 % als ausreichend erachtet wird. Um alle kontrollierten Ladungsträger auch nachträglich identifizieren zu können, werden die laufende Nummer des begutachteten Behälters sowie dessen eventuelle Mängel in einer Liste festgehalten. Im Gegensatz zu den anderen Abnahmen ist es bei der Serienabnahme ausreichend, die Ladungsträger von einer einzelnen Person auf Korrektheit begutachten zu lassen.

### 4.3.4 Lieferverfolgung von Ladungsträgern

Um bei den umfangreichen Projekten, in denen eine Vielzahl verschiedener Ladungsträger zu beschaffen ist und deren rechtzeitige Anlieferung kontrolliert werden muss, den Überblick zu erhalten und bei auftretendem Anlieferungsverzug gegebenenfalls rechtzeitig gegensteuern zu können, wurde dieses Dokument zur Lieferverfolgung von Ladungsträgern erstellt.

Lieferant: \_\_\_\_\_

Heutiges Datum: 06.04.2014

Datum der Erstanlieferung	Behälterbezeichnung	MHS-Bestellnummer beim	SAP-Nr. (laut MHS Bestellun	Bestellmenge gesamt	Gelieferte Menge gesamt	Noch offene Liefermenge	KW														
							Lieferlos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
					0	0	SOLL														
							IST														
							Differenz														
							Rückstan	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0
	Behälterbezeichnung	MHS-Bestellnummer beim	SAP-Nr. (laut MHS Bestellun	Bestellmenge gesamt	Gelieferte Menge gesamt	Noch offene Liefermenge	KW														
					0	0	Lieferlos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
							SOLL														
							IST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Differenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Rückstan	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0
Datum der Erstanlieferung	Behälterbezeichnung	MHS-Bestellnummer beim	SAP-Nr. (laut MHS Bestellun	Bestellmenge gesamt	Gelieferte Menge gesamt	Noch offene Liefermenge	KW														
					0	0	Lieferlos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
							SOLL														
							IST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Differenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Rückstan	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0
Datum der Erstanlieferung	Behälterbezeichnung	MHS-Bestellnummer beim	SAP-Nr. (laut MHS Bestellun	Bestellmenge gesamt	Gelieferte Menge gesamt	Noch offene Liefermenge	KW														
					0	0	Lieferlos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
							SOLL														
							IST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Differenz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Rückstan	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0	→0

Abbildung 8: Datenblatt zur Lieferverfolgung von Ladungsträgern<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Quelle: Eigene Konstruktion

In diese Tabelle werden alle zu erwartenden Ladungsträger mit ihren vorgeschriebenen Anliefersequenzen eingetragen, wobei das Programm alle Abweichungen automatisch erkennt und diese in einer farblich hervorgehobenen Pfeildarstellung markiert. Dadurch soll dem Projektmitarbeiter effiziente Kontrolle, sowie das Behalten einer optimalen Übersicht ermöglicht werden.

### **4.3.5 Protokoll für Pack- und Transportversuche**

Bevor auf den Aufbau und auf die Erstellung dieses Protokolls näher eingegangen wird, muss zunächst die Theorie zu den genannten Begriffen erläutert werden.

Um Bauteile möglichst effizient lagern und transportieren zu können, ist eine Maximierung der Bauteile in einem Behälter unumgänglich. Hierfür muss schon in der Planungsphase eines Projektes festgelegt werden, in welcher Teilelage die Bauteile in einem Ladungsträger platziert werden müssen, um einen möglichst hohen Füllgrad zu erzielen.

Unter Füllgrad wird die Menge an Bauteilen bezeichnet, die in einem Behälter untergebracht werden können.<sup>27</sup>

Nachdem die passende Teilelage gefunden ist und es von Seiten der Beladbarkeit sowie der Entnahme von Bauteilen keine Beanstandungen mehr gibt, muss im Anschluss ein Transportversuch durchgeführt werden. Dabei wird ein voll bestückter Ladungsträger unter den gleichen Bedingungen wie während des Serienprozesses von der Quelle zur Senke transportiert. Wird die Qualität der transportierten Bauteile in der darauf folgenden Kontrolle als in Ordnung (i. O.) angesehen, spricht nichts gegen eine Umsetzung des Packversuchs.

Bei der Erstellung dieses Protokolls wurde darauf geachtet, dass der Umfang kompakt und trotzdem universell einsetzbar bleibt. Damit ist nicht nur die interne Nutzung, sondern auch die firmenübergreifende, externe Nutzung des Dokuments gewährleistet. Um dies bewerkstelligen zu können, wurde im ersten Schritt ein Brainstorming durchgeführt, in welchem alle während eines Pack- und Transportversuchs durchzuführenden Aktivitäten dargestellt wurden. Damit das Kriterium der Kompaktheit umgesetzt werden konnte, wurden im nächsten Schritt die vorhandenen Daten auf ein Minimum reduziert und wie in Abbildung 9 auf einer einzigen A4-Seite dargestellt.

Um den Pack- und Transportversuch tatsächlich nur einem speziellen Bauteil und dessen Ladungsträger zuordnen zu können, mussten sowohl die Bezeichnungen als auch die jeweilig zugeordneten Nummern für das Bauteil und den Behälter im Protokoll erwähnt werden. Um

---

<sup>27</sup> Vgl. Hasse et al. (2008), S.459

sicherzustellen, dass bei einer Vielzahl an durchgeführten Versuchen das Protokoll richtig zugewiesen werden kann, musste auch noch der Faktor „Zeit“ abgebildet werden. Hierfür wurde der Ersteller des Packversuchs mit dem jeweiligen Erstellungsdatum in das Dokument eingefügt, wobei durch die Identifizierung des Erstellers immer die richtige Ansprechperson bei eventuellen Fragen oder Komplikationen gefunden werden kann.

## Pack- und Transportversuch

<b>Behälterdaten:</b>	
Behälterbezeichnung:	_____
SAP-Nummer:	_____
<b>Teiledaten:</b>	
Kundenmaterialnummer:	_____
Herstellort:	_____
Bauteilbezeichnung:	_____
Verbauort:	_____
<b>Transportmittel:</b>	
Rütteltest: <input type="checkbox"/>	LKW <input type="checkbox"/> Bahn <input type="checkbox"/>
<b>Ersteller des Packversuchs:</b>	
Unternehmen:	_____
Erstellungsdatum:	_____
Abteilung:	_____
Name:	_____
Anmerkung:	_____
<b>Hersteller der Teile:</b>	
Unternehmen:	_____
Datum:	_____
Abteilung:	_____
Name:	_____
Anmerkung:	_____
<b>Qualitätsabteilung:</b>	
Unternehmen:	_____
Datum:	_____
Abteilung:	_____
Name:	_____
Anmerkung:	_____
<b>Empfänger der Teile:</b>	
Unternehmen:	_____
Datum:	_____
Abteilung:	_____
Name:	_____
Anmerkung:	_____
<b>Logistikabteilung:</b>	
Unternehmen:	_____
Eingangsdatum:	_____
Abteilung:	_____
Umsetzungsdatum:	_____
Name:	_____
Umgesetzt:	Ja: <input type="checkbox"/> Nein: <input type="checkbox"/>
Anmerkung:	_____

Abbildung 9: Protokoll für die Behälterabnahmen<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Quelle: Eigene Konstruktion

Unter der Kategorie „Transportmittel“ muss ausgewählt werden, auf welchem Transportweg dieser Versuch stattgefunden hat, um eventuelle Rückschlüsse ziehen zu können. Beim Rütteltest handelt es sich um ein Verfahren, in welchem die auf einen Ladungsträger wirkenden Kräfte mittels einer Maschine simuliert werden. Bei dieser Simulation können Straßenverhältnisse unterschiedlichster Qualität simuliert und die Bewegung der Bauteile im Ladungsträger mithilfe einer Kamera festgehalten werden. Dieses Verfahren hat zwar den Vorteil, auf zuvor unerklärliche Schäden aufmerksam zu werden und das Verhalten der Bauteile im Ladungsträger vor Ort zu begutachten, jedoch müssen hierfür die Kosten für die Anschaffung, Erhaltung und Nutzung einer solchen Anlage berücksichtigt werden.

Um dieses Protokoll sowohl intern wie auch extern nutzen zu können, wurden die Begriffe für die jeweilige interne Senke und den externen Lieferanten zu „Hersteller der Teile“ zusammengefasst. Analog hierzu wurden die internen Quellen und der Kunde als Empfänger der Teile bezeichnet. Wird nun im Zuge des Versuchs von keiner der involvierten Parteien eine Beanstandung bezüglich Qualität oder Handhabbarkeit geäußert, kann der dafür verantwortliche Logistikmitarbeiter für die Umsetzung des Packversuchs sorgen.

Durch die Zusammenfassung der Bestätigungen aller involvierter Entscheidungsträger kann mittels dieses Protokolls bei zukünftigen Problemen nachhaltig bewiesen werden, wer für die Umsetzung dieses Versuchs seine Zustimmung gegeben hat.

### 4.3.6 Verfolgung der Instandhaltungstätigkeiten

Da es nach der Ladungsträgerabnahme und während der Nutzung im Serienprozess immer wieder zu Beschädigungen am Ladungsträger bzw. zu qualitativen Mängeln an den Bauteilen kommt, welche wiederum auf den Ladungsträger zurückzuführen sind, ist eine permanente Instandhaltung unverzichtbar. Diese Wartungstätigkeiten werden anschließend schriftlich festgehalten, was trotz des digitalen Zeitalters in vielen Firmen immer noch per Hand durchgeführt wird.



MHS-IH von Ladungsträgern

MAGNA Heavy Stamping  
Seite: 1 von 1

<b>Instandhaltung von Ladungsträgern</b>				
Projekt	Behälterbezeichnung	Lauf. Nr.	Datum	Information

**Abbildung 10: Kontrolle der Instandhaltungstätigkeiten<sup>29</sup>**

<sup>29</sup> Quelle: Eigene Konstruktion

Weil in einem Unternehmen meistens Teile für unterschiedliche Projekte simultan produziert werden und die Ladungsträger, welche instand zu halten sind, ebenfalls aus verschiedenen Projekten stammen, verliert man durch die Dokumentation aller Instandhaltungstätigkeiten auf einer einzigen Liste schnell den Überblick. Um einerseits eine rasche Übersicht über die projektrelevanten Instandhaltungstätigkeiten zu erhalten und andererseits Ladungsträger, die immer wieder kaputt werden, leichter identifizieren zu können, wurde das in Abbildung 10 dargestellte Dokument entwickelt, mit dem alle Daten nach Belieben gefiltert und sortiert werden können.

## 5 Erstellung eines standardisierten Lastenheftes

Bei einem Lastenheft handelt es sich um ein Dokument, das von einem Auftraggeber erstellt wird und welches die Anforderungen an das geforderte Produkt oder Dienstleistung genau beschreibt. Nachdem potenzielle Lieferanten bzw. Dienstleister das Lastenheft erhalten haben, fertigen sie ein projektspezifisches Pflichtenheft an. In diesem Pflichtenheft wird festgehalten, auf welche Weise der Lieferant beabsichtigt, den Forderungen des Auftraggebers nachzukommen. Für die Auftraggeber gehören solche Pflichtenhefte zur Basis für die Entscheidungsfindung des passenden Lieferanten des jeweiligen Projekts. Da bei den verschiedenen Projekten unterschiedliche Anforderungen an ein Lastenheft gestellt werden können, ist es bei der Erstellung des Lastenheftes wichtig, dass man die geforderten Anforderungen genau kennt und diese im Anschluss so allgemein wie möglich, jedoch zugleich so detailliert wie nötig formuliert.

### 5.1 Aufbau des Lastenheftes<sup>30</sup>

Da sich in dieser Arbeit alles um das Thema „Behälter“ dreht, wird auch ein Lastenheft erstellt, dessen Kriterien ausschließlich die Anforderungen des Ladungsträgers widerspiegeln. Obwohl das für das Unternehmen erstellte Dokument den Titel „Fertigungs- und Konstruktionsvorschriften“ trägt, handelt es sich um ein Lastenheft, in welchem die Anforderungen an den Ladungsträger detailliert dargestellt werden. Der Inhalt des Lastenheftes kann grundsätzlich in drei Hauptkategorien untergliedert werden, wobei im folgenden Abschnitt dieser Arbeit jeder Kategorie ein eigenes Unterkapitel gewidmet wird.

#### 5.1.1 Allgemeine Richtlinien und Normen

Gleich zu Beginn wird festgehalten, dass der Lieferant sich verpflichtet alle Anforderungen zur Erstellung gemäß der angegebenen Normen und Toleranzen einzuhalten und keine dem Unternehmen möglicherweise schadenden Aktivitäten durchzuführen, ohne den Kunden vorab darüber in Kenntnis zu setzen.

Bei der Anwendung etwaiger Verbindungsmethoden verpflichtet sich der Lieferant zudem, alle beschriebenen Vorschriften einzuhalten und nur vorgeschriebene Werkstoffe für die Konstruktion zu verwenden.

Des Weiteren muss eine Vielzahl von Richtlinien akzeptiert werden, welche das Recycling und die Einhaltung der vom Umweltmanagement vorgeschriebenen Regeln beinhalten. Schlussendlich muss auch noch eine Geheimhaltungserklärung akzeptiert werden.

---

<sup>30</sup> Vgl. MSF...Magna Steyr Fahrzeugtechnik et al. (2014)

## **5.1.2 Projektspezifische Anforderungen**

Hier wird umfangreich erörtert, in welchem Ausmaß der Behälterlieferant für den Ladungsträger verantwortlich ist, wobei er für qualitative Mängel, welche durch die von ihm erhaltenen Zukaufteile verursacht wurden, auch noch nach der Abnahme verantwortlich gemacht werden kann. Außerdem müssen Ladungsträger so konzipiert sein, dass eine Stapelung auf bis zu 6 m möglich ist, ohne dass eine dauerhafte Verformung am Material messbar wird.

Des Weiteren muss der Lieferant dafür Sorge tragen, dass alle gesetzlichen Auflagen zur Arbeitssicherheit am Nutzungsort des Ladungsträgers eingehalten werden.

Bei der Entwicklung des Behälters muss der Lieferant außerdem auf eine leichte und vor allem kostengünstige Wartbarkeit sorgen. Besteht ein Ladungsträger aus Hohlprofilen, und besteht die Möglichkeit von Wasseransammlungen, ist der Lieferant zudem verpflichtet, für Wasserablaflöcher zu sorgen.

Zusätzlich verpflichtet er sich, die Ersatzteilversorgung über die gesamte Projektlaufzeit zu gewährleisten. Bei der Behälterabnahme muss vom Behälterproduzenten nachgewiesen werden, dass die geforderte Lackdicke auf einem zuvor reinen Ladungsträger angebracht worden ist.

Hier muss außerdem festgehalten werden, wie der genaue Ablauf nach Auftragserteilung ablaufen soll, und welche Verpflichtungen es nachzukommen gilt. Alle weiteren Abläufe von den einzelnen Abnahmen und Freigaben der Ladungsträger werden detailliert beschrieben.

## **5.1.3 Anforderungen an den Ladungsträger**

Die zur Identifikation des Ladungsträgers essentiellste Anforderung betrifft die Beschriftung des Ladungsträgers, welche auch in allen relevanten Dokumenten im Tagesgeschäft vorhanden sein muss. Hierbei wird festgelegt, in welcher Farbe, Schriftgröße und an welchem Ort die Beschriftung zu platzieren ist. Des Weiteren müssen Ladungsträger mit einem zusätzlichen Typenschild versehen werden, welches die technischen Kerndaten sowie die Produktionsdaten angibt.

Bezüglich der Abmessungen des Behälters ist festzuhalten, dass sie möglichst so auszulegen sind, dass eine hohe Volumenausnutzung des Transportmittels erzielt werden kann. Eine dafür vorgeschriebene Tabelle an vorgeschriebenen Länge- und Breitenverhältnissen ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

Länge in mm	Breite in mm	Höhe in mm
400	300	580 725 965 oder 1450
600	400	
800	600	
1200	1000	
1200	800 1200 oder 2400	
1500		
1680		
1920		
2240		
2400		
2700		

**Tabelle 2: Standardabmessungen von Ladungsträgern<sup>31</sup>**

Eine Änderung der ausgeschriebenen Abmessungen ist nur nach Einwilligung des verantwortlichen Logistikplaners zulässig. Zusätzlich zu den Abmessungen muss zur Ausschreibung die Farbe festgelegt werden, mit der der gesamte Ladungsträger zu lackieren ist, wobei zur Unterscheidung zwischen den linken und rechten Behältern die Ecksteher in den vorgegebenen Farben Grün und Schwarz gekennzeichnet werden müssen.

Für die einzelnen Bestandteile der Unterbauten, welche aus Bodengruppe, Trittelementen, Staplertunnel und Staplerdorne bestehen, werden für die Erstellung nicht nur die Abmessungen, sondern auch die zu verwendeten Materialien vorgegeben.

Bei den beweglichen Einbauten eines Ladungsträgers muss ebenfalls von Anfang an festgehalten werden, welche technischen Spezifikationen gewünscht und in welchem Umfang der Lieferant für die Sicherstellung der Funktionalität verantwortlich ist. Unter den Begriff „Einbauten“ fallen beispielsweise die Verriegelungen, Dämpfer und Klinkentürme. Sogar bei dem zu montierenden Kartenhalter muss vorweg die gewünschte Größe und der Befestigungsort definiert werden.

## 5.2 Vorgehensweise bei der Erstellung

Grundsätzlich existiert keine exakte Vorgehensweise zur Erstellung eines Lastenheftes, allerdings gibt es einige Aktivitäten, welche zur Strukturierung des Lastenheftes beitragen können und die wie folgt zusammengesetzt sind:

<sup>31</sup> Quelle: MSF...Magna Steyr Fahrzeugtechnik et al. (2014)

- Ermittlung der Produkthanforderung
- Ermittlung der kaufentscheidenden Faktoren
- Ermittlung der Anforderungen aus der Umwelt
- Ermittlung der unternehmensinternen Anforderungen

Um alle für das Unternehmen wichtigen Anforderungen identifizieren zu können, empfiehlt es sich, dies unter Einsatz von abteilungsübergreifendem Brainstorming anzustreben. Dabei können diese Meetings je nach Umfang des Projektes sogar mehrere Runden in Anspruch nehmen, bis alle zu erreichenden Ziele klar definiert und für alle involvierten Parteien akzeptabel sind.<sup>32</sup>

Da allerdings schon zu Beginn der hier beschriebenen Arbeit ein neues Kundenprojekt im Unternehmen angestoßen wurde, für dessen Ausschreibung dringend ein funktionierendes und umfangreiches Lastenheft benötigt wurde, wurde dem Verfasser dieser Arbeit von Seiten der Magna Steyr Fahrzeugtechnik ihr eigenes Lastenheft zur Verfügung gestellt, auf dessen Basis das Lastenheft für die Magna Heavy Stamping zu entwickeln war. Im ersten Schritt wurde das Dokument im Zuge eines Gruppenmeetings bis ins kleinste Detail zerlegt, wobei alle Punkte, welche für das Unternehmen nicht von Interesse waren, identifiziert wurden. Darauf folgend wurden alle nicht benötigten Segmente aus der Arbeit entfernt und die grundlegend identischen Punkte soweit umformuliert, dass sie an die Unternehmensrichtlinien der MHS angepasst waren.

Diese nun existierende Basis wurde mit den Unterlagen, welche im Unternehmen teilweise schon für vergangene Projekte verwendet worden sind, abgeglichen, wobei in der Basis fehlende Bausteine ergänzt und auf den aktuellen Stand gebracht wurden. In anschließenden weiteren Meetings mit den Projektmitarbeitern, und Befragungen der mit dem Ladungsträger arbeitenden Parteien konnten alle noch nicht vorhandenen Gesichtspunkte identifiziert und das Lastenheft dahingehend adaptiert werden. In einem Abschlussgespräch mit dem Einkauf konnten noch vorhandene Änderungswünsche erfasst und in der Endfassung festgehalten werden.

In den darauf folgenden Wochen, in welchen das erste Projekt schon mitten in der Prototypenphase bis Ende der Vorserienphase war, wurden immer neue Aspekte aufgezeigt, welchen doch noch weitere Änderungswünschen unterlagen, weshalb bis zum endgültigen Abschluss des Lastenheftes mehrere Wochen vergingen.

---

<sup>32</sup> Vgl. Sperber et al. (2008), S.62

Auf Grund der Erfahrung dieser immer wieder vorkommenden kleinen Änderungswünsche, die auch in weiterer Zukunft immer wieder auftreten können, kann davon ausgegangen werden, dass ein dauerhaft perfektes Lastenheft nicht existieren kann.

## 6 Optimierungspotenzial vorhandener Behältertypen

In diesem Kapitel wird besprochen, welche Optimierungspotenziale bei der Verwendung von Behältern vorhanden sein können und wie diese Potenziale berechnet werden. Da hier ausschließlich Behälter betrachtet werden, die im Unternehmen schon Anwendung finden, wird nicht auf die konstruktiven Optimierungspotenziale von Behältern eingegangen, sondern vielmehr auf die Potenziale im Bereich der Kapazitätsauslastung. Unter Kapazitätsauslastung wird in Bezug auf Behälter eine Füllmengenerhöhung beziehungsweise ein Behälterwechsel verstanden, wodurch die Menge an Freiraum im Behälter verringert werden soll. Durch die Reduktion von Freiräumen kann die potenzielle Stückzahl von Teilen pro Volumen erhöht werden, wodurch sich die auf einen Behälter anfallenden Logistikkosten automatisch verringern. Um das Ausmaß der potenziellen Optimierung überhaupt messen zu können, gilt es im ersten Schritt herauszufinden, in welchem Umfang die Ladungsträger für ein Projekt benötigt werden. Für diese Berechnung wird eine Rechenmethode angewandt, die als Umlaufstagekalkulation bekannt ist und die im Folgenden beschrieben wird.

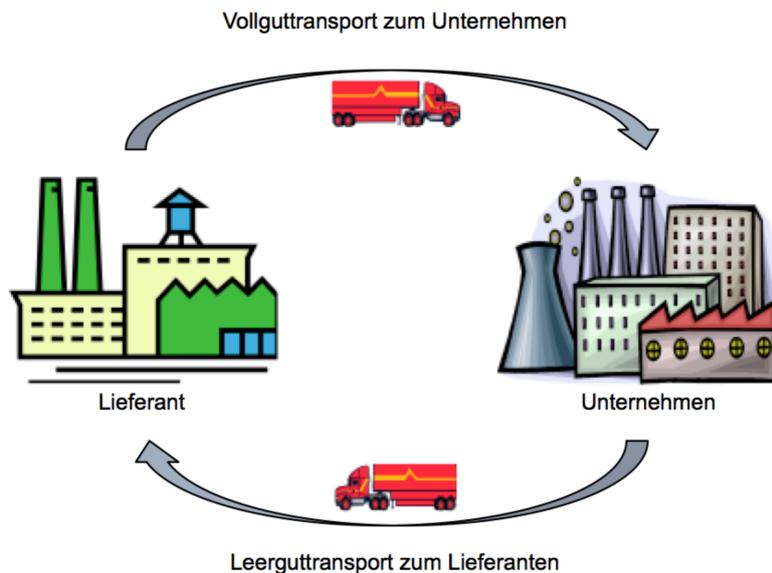
### *Umlaufstagekalkulation*

Die Umlaufstagekalkulation wird in der Automobilindustrie schon vor dem Beginn eines neuen Projektes durchgeführt, um die Anzahl an Ladungsträgern für das jeweilige Projekt schon vorweg zu berechnen und gegebenenfalls rechtzeitig den Bau bzw. Neukauf in Auftrag zu geben. Ein Rechenbeispiel, in welchem diese Rechenmethode detailliert besprochen wird, wird am Ende des nun folgenden Theorieteils präsentiert.

Unter dem Begriff „Umlaufstage wird“ in der Industrie jene Zeitdauer verstanden, die ein Ladungsträger innerhalb des betrachteten Systems benötigen wird, um wieder an der Ausgangsposition anzukommen und für eine erneute Nutzung zur Verfügung zu stehen. Hierbei ist es essentiell, das System genau abzustecken und alle darin vorkommenden Aktivitäten aufzulisten, um den jeweiligen Prozessen die wahrscheinliche Durchlaufzeit zuordnen zu können. Wird die Summe aus den einzelnen Prozessdurchlaufzeiten gebildet, so erhält man die Umlaufstage für den betrachteten Ladungsträger. Anhand des folgenden Beispiels wird diese Vorgehensweise genau erläutert.

Im ersten Schritt muss das betrachtete System genau abgegrenzt werden. In diesem Fall betrachten wir den Ladungsträgerverlauf beginnend bei einem Lieferanten, der den für die Umlaufstagekalkulation relevanten Ladungsträger mit den dafür bestimmten Bauteilen befüllt, über den Transport zum Unternehmen sowie den Verbrauch der Bauteile aus dem Ladungsträger und dem anschließenden Rücktransport der Behälter, welche im unbefüllten Zustand als Leergut bezeichnet werden, zum Lieferanten. Analog zu diesem Behälterkreislauf gibt es

auch einen internen Kreislauf, der für die Sicherstellung der eigenen Produktion notwendig ist, sowie einen Kreislauf vom Unternehmen zu dessen Kunden. Auf diese beiden Betrachtungen wird hier nicht weiter explizit eingegangen. In diesem Beispiel wird nur die Beziehung zwischen dem Unternehmen und einem seiner Lieferanten betrachtet, wie es die folgende Abbildung verdeutlicht:



**Abbildung 11: Szenario für die Umlaufzeitberechnung<sup>33</sup>**

Durch Betrachtung des Beispielszenarios in Abbildung 11 können einige Prozesse identifiziert werden, welche die Umlaufdauer der Ladungsträger signifikant beeinflussen können und die deshalb mit einkalkuliert werden müssen. Sie werden grob in Prozesse des Lieferanten und des Unternehmens sowie dessen beidseitig vorhandenen Transporten unterteilt. Im nächsten Schritt müssen sich alle involvierten Parteien über die Dauer der einzelnen Prozesse einig werden, welche anschließend mit der Einheit „Umlaufzeit“ in die Tabelle eingetragen werden. Die Dauer von einem Umlaufzeit gibt wieder, wie viele Werkzeuge ein Behälter bei den jeweiligen Parteien unter normalen Arbeitsbedingungen in dem betrachteten Prozess verweilen wird. Die Begründung in der Wahl einer solchen Zeiteinheit liegt darin, dass einmalig eine Zeiteinheit für ein Projekt gewählt wird und sich die aktuell benötigte Behältermenge aufgrund von Füllmengenveränderungen und Absatzschwankungen auf genau diesen einen Wert referenzieren lässt. Durch das nachfolgende Rechenbeispiel sollten alle noch vorhandenen Unklarheiten beseitigt und die Zusammenhänge zwischen der Bedarfsmenge, Losgröße, Füllmenge und den Umlaufzeiten ersichtlich werden. Bevor nun die Rechnung detailliert be-

<sup>33</sup> Vgl. MHS...Magna Heavy Stamping et al. (2014)

sprochen wird, müssen die soeben erwähnten Begriffe vorweg erklärt werden, um das problemlose Folgen der einzelnen Rechenschritte zu gewährleisten. Bei der Bedarfsmenge handelt es sich um jene Teilemenge, die vom Kunden des Unternehmens meistens schon über einen längeren Zeitraum im Voraus gefordert wird. Um sich auf mögliche Bedarfsschwankungen einstellen zu können, wird das Unternehmen von Seiten des Kunden in regelmäßigen Abständen mit Forecasts für die kommenden Monate versorgt. Um diese Bedarfsmengen dem Kunden zeitgemäß zur Verfügung stellen zu können, muss das Unternehmen immer darauf achten, dass die geforderten Teilmengen im Lager zur Verfügung stehen. Bei der Produktion werden die gleichen Bauteile immer in einer zuvor festgelegten Menge gefertigt, welche als Losgröße bezeichnet wird. Vor allem bei produzierenden Anlagen, bei denen eventuelle Rüstvorgänge viel Zeit in Anspruch nehmen können, werden relativ hohe Losgrößen durchgehend produziert, um eine möglichst hohe Auslastung der Anlage zu erhalten. Im Gegenzug darf diese Losgröße jedoch die maximal erlaubte Lagerfläche, welche für dieses Bauteil reserviert wurde, nicht überschreiten. Die für die Einlagerung der produzierten Bauteile notwendigen Lagerflächen sind einerseits von der produzierten Losgröße, aber auch von der Füllmenge der Ladungsträger abhängig. Als Füllmenge wird die Anzahl baugleicher Teile in einem Ladungsträger bezeichnet, welche natürlich nicht nur von der Größe und Stabilität des Behälters, sondern auch von der Geometrie, Festigkeit und Stapelfähigkeit der Bauteile abhängig ist.

Lieferant		Transport		Unternehmen		Umlaufzeit
Produktionslosgröße beim Lieferanten	Sicherheitsbestand beim Lieferanten	Transportdauer vom Lieferanten zum Unternehmen	Transportdauer vom Unternehmen zum Lieferanten	Produktionslosgröße im Unternehmen	Sicherheitsbestand inkl. Instandhaltung	SUMME
5	1	0,5	0,5	5	2	14

**Tabelle 3: Zeitwerte für die Umlaufzeitberechnung<sup>34</sup>**

In dem nun folgenden Rechenbeispiel ist aus Tabelle 3 die Anzahl der Umlaufzeit für die einzelnen Prozesse sowie die Gesamtanzahl der Umlaufzeit als Summe zu entnehmen. Sind nun die Anzahl an potenziellen Arbeitstagen für das kommende Jahr, der prognostizierte Bauteiljahresbedarf des Kunden sowie die Umlaufzeit für die Behälter bekannt, kann mithilfe der folgenden Formel die durchschnittliche Anzahl an Bauteilen berechnet werden, welche im Umlauf sein werden. Da die prognostizierten Jahresmengen nicht zu 100 % korrekt sind, sondern es zu unvorhersehbaren Schwankungen kommen kann, wird aus Sicherheitsgründen

<sup>34</sup> Vgl. MHS...Magna Heavy Stamping et al. (2014)

zusätzlich zum jährlichen Kundenvolumen ein Aufschlag von 10 % mit einkalkuliert, was als FLEX bezeichnet wird.

$$Umlaufgröße = \frac{\text{Kundenvolumen pro Jahr} + \text{FLEX}}{\text{Arbeitstage pro Jahr}} * \sum \text{Umlaufstage}$$

**Formel 1: Berechnung der Umlaufgröße<sup>35</sup>**

Da nun die Anzahl der sich im Umlauf befindlichen Teile für das betrachtete Projekt bekannt sind, müssen diese Bauteile noch in Ladungsträger verpackt werden, wodurch nicht nur die Handhabbarkeit wesentlich erleichtert, sondern auch die Sicherheit gegen Beschädigungen enorm erhöht wird. Um die Anzahl notwendiger Ladungsträger zu ermitteln, muss die schon zuvor erwähnte Füllmenge in Betracht gezogen und in folgender Formel angewendet werden:

$$\text{Anzahl benötigter Ladungsträger} = \frac{\text{Umlaufgröße}}{\text{Füllmenge}} * 1,05$$

**Formel 2: Berechnung benötigter Ladungsträger<sup>36</sup>**

Durch die Division der Umlaufgröße mit der Füllmenge könnte nun schon die Anzahl benötigter Ladungsträger ermittelt werden, jedoch wird dieser Wert noch mit einem geringen Prozentsatz multipliziert, um einen geringen Pufferbestand für ungeplante Situationen zur Verfügung zu haben. Dieser Prozentsatz ist im Unternehmen mit 5 % festgelegt, was jedoch nicht bedeutet, dass Firmen anderer Branchen den selben Prozentsatz verwenden. Nachdem jetzt der Behälterumfang bekannt ist, wird nun näher auf die anfallenden Logistikkosten bei Ladungsträgern eingegangen.

## 6.1 Logistikkosten bei Ladungsträgern

Abgesehen von den Investitionskosten, die bei der Beschaffung eines Ladungsträgers anfallen, entstehen im Laufe der Behälterlebensdauer auch noch andere Kosten, die je nach Anwendungsgebiet in der Bezeichnung und der Höhe entstehender Kosten variieren. In der Automobilindustrie werden Ladungsträger hauptsächlich für drei unterschiedliche Prozesse verwendet, welche wie folgt lauten:

<sup>35</sup> Vgl. MHS...Magna Heavy Stamping et al. (2014)

<sup>36</sup> Vgl. MHS...Magna Heavy Stamping et al. (2014)

- Lagerung
- Interner Transport
- Externer Transport

Jeder dieser Prozesse gehört zwar den nichtwertschöpfenden Prozessen an, jedoch sind sie im Automobilsektor nicht wegzudenken. Aus diesem Grund wird auch hart daran gearbeitet, die einzelnen Logistikkosten so gering wie möglich zu halten.

### **6.1.1 Lagerung**

Im Laufe der Zeit wurde eine Vielzahl von unterschiedlichen Lagertypen entwickelt, welche aufgrund ihrer verschiedenen Vor- und Nachteile immer wieder gerne von den jeweiligen Industriesparten verwendet werden. Grundsätzlich werden die Lagertypen in die Bodenlagerung und in die Lagerung in Regalen unterteilt, so wie es in Abbildung 12 dargestellt ist. In der Automobilindustrie werden je nach Bedarf unterschiedliche Lagertypen eingesetzt. Zu den am häufigsten genutzten Lagertypen zählen das Blocklager, das Zeilenlager sowie auch das Fachregallager.

Bei dem Blocklager bzw. Zeilenlager handelt es sich um die einfachste Form eines Lagers, für dessen erfolgreiche Anwendung so gut wie keine zusätzlichen Einrichtungen benötigt werden. Hierzu werden die Lagergüter einfach über- und oder nebeneinander gestapelt. Bei dieser Lagerform ist jedoch zu beachten, dass ein direkter Zugriff nur auf eine geringe Anzahl an Lagergüter möglich ist, ohne eine zusätzliche Umlagerung der anderen Güter durchführen zu müssen.<sup>37</sup>

Aus diesem Grund wird diese Lagerform hauptsächlich bei gleichartigen Gütern oder bei sehr hohen Stückzahlen verwendet. Der einzige Unterschied zwischen der Blocklagerung und der Zeilenlagerung ist der, dass bei der Zeilenlagerung zwischen den einzelnen Behältertürmen genügend Freiraum vorhanden ist, damit ein geeignetes Flurförderfahrzeug, wie beispielsweise ein Gabelstapler, den Ladungsträger aus dem Lager holen bzw. in das Lager stellen kann. Aus der Vogelperspektive sieht es so aus, als wären mehrere Zeilen nebeneinander gereiht, weshalb auch dieser Name entstanden ist.

---

<sup>37</sup> Vgl. Tiedtke et al. (2007), S.328

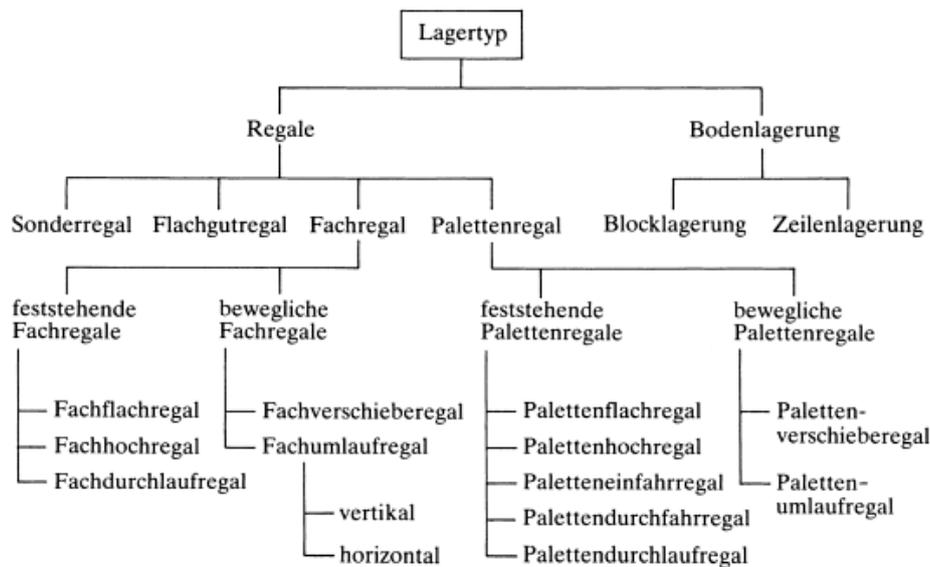


Abbildung 12: Lagertypen<sup>38</sup>

Für die Lagerung von Kleinladungsträgern, welche auf Paletten gestapelt werden, wird das feststehende Fachregal bevorzugt, das nicht nur den Vorteil hat, dass eine gute Übersicht gegeben ist, welche unter anderem die Bestandskontrolle vereinfacht, sondern das trotz der gering bis mittel ausfallenden Investitionskosten ein hohes Maß an Flexibilität ermöglicht.<sup>39</sup>

Diese Art der Lagerung wird auch sehr häufig bei jenen GLTs verwendet, die nur eine sehr geringe Stückzahl aufweisen und bei denen deshalb eine Stapelung in einem Blocklager nicht sinnvoll ist, sowie bei Zukaufteilen, bei denen schon im Voraus bekannt ist, dass sie über einen längeren Zeitraum im Lager verweilen werden.

## 6.1.2 Interner Transport

Unter dem Begriff „interner Transport“ werden alle Transportvorgänge zusammengefasst, die innerhalb eines Unternehmens durchgeführt werden. Diese Vorgänge reichen von dem Entladen von Waren aus einem Transportmittel beim Wareneingang über den Einlagerungsprozess und den Transport zwischen den einzelnen Produktionspunkten und bis zur Verladung des Endproduktes auf dem externen Transportmittel.

Allgemein handelt es sich beim Transport um einen Vorgang, bei dem Güter vom Transportursprung der sogenannten Quelle zu einem Transportziel bzw. einer Senke transportiert werden.<sup>40</sup> Auf diese Thematik wird später noch genauer eingegangen.

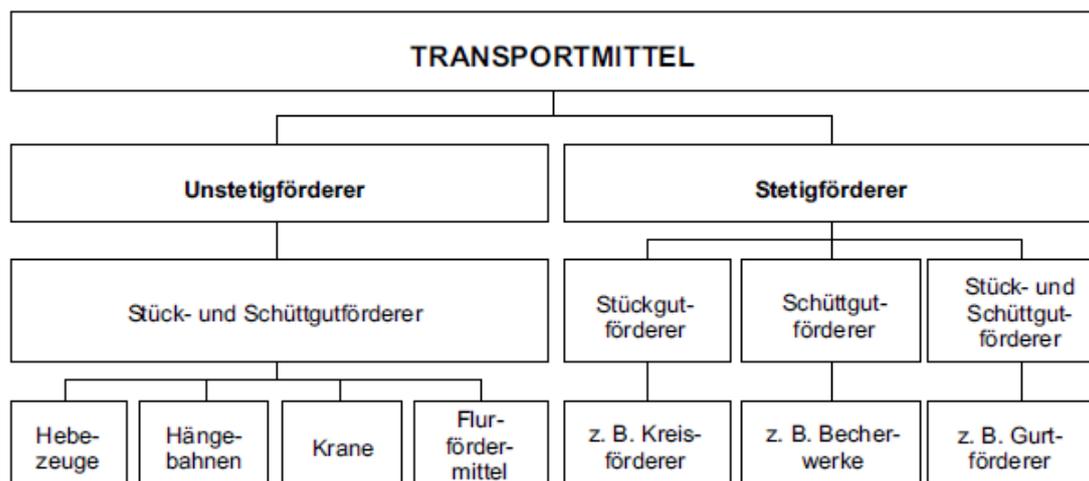
<sup>38</sup> Quelle: Schulte et al. (2001), S.273

<sup>39</sup> Vgl. Schulte et al. (2001), S.267

<sup>40</sup> Vgl. Heinrich et al. (2006), S.94

Da es sich bei den internen Transportvorgängen um nicht-wertschöpfende Prozesse handelt, wird versucht, diese so gering wie möglich zu halten und sie, falls möglich, sogar ganz zu vermeiden. Unter nicht-wertschöpfenden Prozessen werden alle Aktivitäten zusammengefasst, die zwar einen Ressourcenverbrauch aufweisen, jedoch keinen Nutzen für den Endkunden darstellen.<sup>41</sup>

Hierbei ist es nicht primär wichtig, welches Transportmittel verwendet wird und ob dieses von einer Person bedient wird oder ob alles automatisiert vonstattengeht, sondern vielmehr wie hoch die anfallenden Kosten je Transportmenge sein werden. Da jedoch für jedes Transportmittel unterschiedlich hohe Kosten anfallen können, muss für jedes Transportmittel eine eigene Berechnung der anfallenden Kosten durchgeführt werden. Darstellung in Abbildung 13 gibt einen Überblick über die Einteilung von Transportmitteln:



**Abbildung 13: Einteilung von Transportmitteln<sup>42</sup>**

Daraus wird ersichtlich, dass Transportmittel in zwei Hauptkategorien eingeteilt werden, wobei in der Automobilindustrie für den internen Transport beide Hauptkategorien verwendet werden. Beide Transportmittel können dafür eingesetzt werden, Güter von einer oder mehreren Quellen zu einer beliebigen Anzahl von Senken zu liefern. Als Quelle wird in der Logistik jener Ort bezeichnet, von wo aus der Transportprozess eines bestimmten Gutes gestartet wird, und als Senke wird der Ankunftsort des Transportprozesses bezeichnet. Um ein besseres Verständnis von den unterschiedlichen Quellen-Senken-Beziehungen zu ermöglichen, wird diese Thematik im Anschluss kurz erläutert.

<sup>41</sup> Vgl. Friedl et al. (2009), S.207

<sup>42</sup> Quelle: Heinrich et al. (2006), S.97

Für die Zuführung der Ressourcen in den Produktionsprozess und für den Abtransport der gefertigten Bauteile am Ende einer Fertigungsstraße werden größtenteils Unstetigförderer verwendet. Hingegen werden während des Herstellungsprozesses der einzelnen Bauteile, vor allem bei voluminösen Gütern, Stetigförderer genutzt.

Unter Verwendung der innerbetrieblichen Transportmittel werden die logistischen Funktionen, wie das Stapeln und Einlagern von Gütern sowie der anschließende Transport- und Kommissionierprozess realisiert. Diese können nicht nur nach ihrem jeweiligen Arbeitsprinzip in Stetig- und Unstetigförderer eingeteilt werden, sondern lassen sich durch eine Vielzahl von Kriterien und Merkmalen gliedern. In Abhängigkeit vom jeweiligen Technisierungsgrad der Produktionsanlagen muss zwischen manuell, mechanisiert und automatisiert unterschieden werden. Die Differenzierung zwischen den beiden ersten Begriffen liegt einzig darin, dass bei einem mechanisierten Transportmittel nicht mehr die reine Muskelkraft des Arbeiters notwendig ist, um das Gut bewegen zu können, sondern der Arbeiter das jeweilige Hilfsmittel nur noch steuern muss. Ist im Gegenzug ein automatisierter Technisierungsgrad vorhanden, so wird die Bedienung und Kontrolle der einzelnen Prozesse nicht mehr durch einen Menschen durchgeführt, sondern durch eine Maschine. Hierdurch nimmt der Arbeiter zwar nicht mehr direkt am jeweiligen Prozess teil, jedoch wird er für Veränderungen am Produktionsprozess weiterhin benötigt. Die unterschiedlichen Transportmittel werden auf Basis der folgenden Hauptkriterien unterteilt:

In Abhängigkeit von dem jeweiligen Transportbereich muss zwischen Linie, Fläche und Raum unterschieden werden. Werden die Güter nur entlang einer Linie befördert, so wird es sich meistens um kurze Transportstrecken handeln, welche beispielsweise mit einem Förderband oder Kettenförderern zurückgelegt werden. Müssen zusätzlich auch noch Höhendifferenzen überwunden werden oder muss die Transportstrecke auch über ein oder mehrere Kurven geleitet werden, um die gewünschte Senke zu erreichen, so fällt es unter die Kategorie „Fläche“. Die erwähnte Höhendifferenz tritt beispielsweise bei der Befuerung eines Hochofens mit Kohle ein. Auch in diese Kategorie fällt der Transport von Ladeeinheiten mithilfe von Flurfördermitteln, welche nur auf einer Ebene funktionieren können. Als bekanntestes Beispiel fungiert hier der Hubwagen, welcher wegen seiner Fähigkeit, relativ schwere Lasten tragen zu können, und dabei immer noch sehr manövrierbar zu bleiben, umgangssprachlich besser als „Ameise“ bekannt ist. Wird zusätzlich zu den zwei Ebenen auch noch eine dritte Ebene während des Transportes überwunden, muss das Transportmittel unter der Kategorie „Raum“ eingeordnet werden. Die hier wohl bekanntesten Beispiele sind ein Hochregallager, das Verteilerzentrum eines Paketdienstes, sowie die Transportstrecke von Reisekoffern auf

einem Flughafengelände. Ein weiterer Punkt zur Kategorisierung betrifft die Transportrichtung, welche in die folgenden Unterpunkte gegliedert werden kann.

- Waagrechte Transportrichtung
- Senkrechte Transportrichtung
- Geneigte Transportrichtung

Hierbei wird, wie die Begriffe es vermuten lassen, nur unterschieden, ob die Transportrichtung auf einer Ebene stattfindet, eine reine Überwindung von Höhendifferenzen notwendig ist oder ob eine Mischung beider Transportrichtungen auftritt.

Die letzte Hauptkategorie, die hier erwähnt wird, betrifft die Beweglichkeit von Transportmitteln, welche in die Unterpunkte ortsfest, geführt und frei aufgeteilt wird. Das einfachste Transportmittel, das als transportfest angesehen werden kann, ist der Greifarm eines Industrieroboters, der am Boden niedergeschraubt sein muss, um während der Bewegung ein Höchstmaß an Präzession zu erzielen und ausreichende Sicherheit gegen Kippen des Arms zu gewährleisten. Wird ein Transportmittel als geführt eingestuft, muss zumindest in einer Bewegungsrichtung eine Führung vorhanden sein, was häufig in Form von Schienen auftritt. Als perfektes Beispiel dient hier der Portalkran, welcher zwar relativ flexible Einsatzmöglichkeiten bietet, jedoch wegen der Führungsschienen nur innerhalb eines vorhandenen Bewegungsareals agieren kann. Ein Transportmittel wird hinsichtlich der Beweglichkeit als frei klassifiziert, wenn es sich ohne Einschränkungen innerhalb der befahrbaren Fläche bewegen kann. Hierzu gehören der schon zuvor erwähnte Hubwagen sowie jegliche andere Transportmittel, welche sich auf dem Boden ohne Einschränkungen bewegen können, sowie die meisten Transportmittel, die am Wasser oder in der Luft ihren Dienst vollrichten.<sup>43</sup>

Welche Art von Kategorisierung gewählt wird, ist jedem selbst überlassen, jedoch muss durch die gewählten Angaben eine eindeutige Zuordnung zum Transportmittel möglich sein. Da nicht nur bei Transportprozessen die Quellen-Senken-Beziehungen Anwendung finden, wird, um das Verständnis für diese Thematik zu steigern, kurz darauf eingegangen.

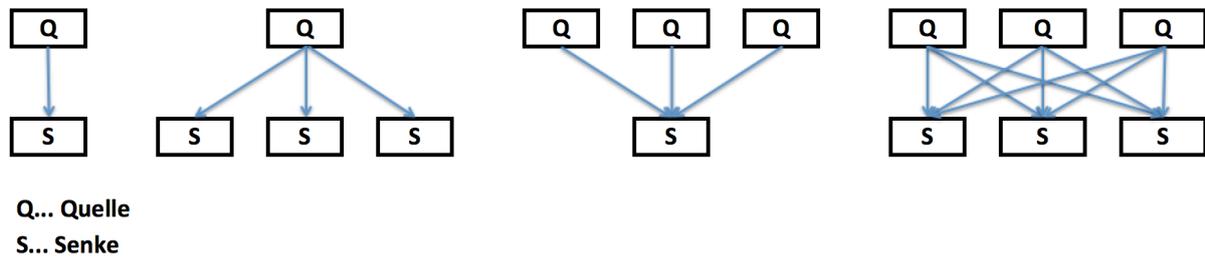
### *Quellen-Senken-Beziehung in der Logistik*

Da es mehrere unterschiedliche Beziehungen gibt, die in der heutigen Zeit immer komplexer ausfallen können, werden folgend die gängigsten Beziehungen näher besprochen. Diese Beziehungen können ausschließlich intern vorhanden sein oder sich sogar unternehmensübergreifend ausweiten. Die einfachste Form ist die 1:1-Beziehung, bei der es nur eine Quelle gibt, von wo aus die Ressourcen abtransportiert werden, und eine Senke, wo diese Ressour-

---

<sup>43</sup> Quelle: Heinrich et al. (2006), S.96

cen ankommen können. Diese Art von Beziehung kommt auch schon bei sehr simplen Prozessen vor und ist in Abbildung 14 ganz links zu sehen.



**Abbildung 14: Quellen-Senken-Beziehungen<sup>44</sup>**

Die zweite Darstellung von links zeigt eine 1:n-Beziehung, welche sehr häufig bei Warenlagern auftritt, in denen von einem Lagerplatz (Quelle) aus mehrere unterschiedliche Senken beliefert werden. Vor allem bei Schüttgütern mit hohen Stückzahlen findet diese Beziehung oft Anwendung. Im Gegenzug zur gerade erwähnten divergenten Darstellung einer möglichen Beziehung zeigt das dritte Schema eine konvergente Beziehung zwischen Quelle und Senke, welche schon bei meist sehr einfachen Produktionsprozessen auftreten kann. Aus ihr ist ersichtlich, dass für die Herstellung eines Endproduktes viele verschiedene Ausgangsmaterialien benötigt werden können, welche ebenfalls von unterschiedlichen Quellen zur gewünschten Senke transportiert werden müssen. Das hier als letztes beschriebene Schema ist die sogenannte m:n-Beziehung, welche als das komplexeste Schema mehrere Quellen besitzt, die wiederum eine Vielzahl von Senken mit den benötigten Ressourcen beliefern müssen. Eine solche Beziehung findet beispielsweise in der Distribution von Gütern statt, wobei mehrere Kunden mit teilweise gleichen Produkten von mehreren unterschiedlichen Lieferanten beliefert werden. Die Anzahl an Quellen und Senken ist in Abbildung 14 immer nur mit maximal drei Stück angegeben was jedoch nicht bedeutet, dass solche Beziehungen auf diese Größe limitiert sind. Die soeben besprochenen Beziehungen können nicht nur innerhalb eines Unternehmens auftreten, sondern auch unternehmensübergreifend. Um sowohl die Quellen als auch die Senken mit allen benötigten Ressourcen versorgen zu können, ist ein Zusammenarbeiten der einzelnen Parteien und ein damit vorhandener gegenseitiger Informationsfluss unverzichtbar. Ein solcher Austausch von Materialien und Informationen wird auch als Versorgungskette bezeichnet, ein Begriff, auf den nun näher eingegangen wird.

<sup>44</sup> Quelle: Eigene Abbildung

### *Beziehungen in einer Versorgungskette*

Bei dem Begriff Versorgungskette handelt es sich um die Übersetzung des englischen Begriffs „Supply Chain“, und es ist damit das Zusammenwirken von internen und unternehmensübergreifenden Flüssen gemeint. Genauer ausgedrückt werden alle Materialflüsse, die für die Erstellung eines Produktes benötigt werden, erfasst und es wird mittels einer Analyse und anschließender Ausarbeitung festgehalten, welche Informationsflüsse zwischen den einzelnen Prozessen und Parteien ausgetauscht werden müssen, damit ein einwandfreier Materialfluss gewährleistet werden kann. Außerdem werden bei dieser Darstellung alle vorhandenen monetären Ausgaben ihren jeweiligen Prozessen verursachungsgerecht zugeteilt. Die Planung, Aufbereitung und Koordination dieser erwähnten Prozesse werden als Supply Chain Management zusammengefasst und umfassen folgende Tätigkeitsfelder:

- Beschaffung (Materialien von Lieferanten)
- Lagerung (Haupt- und Pufferlager)
- Produktion (Wertsteigerung im Unternehmen)
- Distribution (Endprodukt an Kunde)
- Transport (intern und extern)
- Planung (Vorbereitung der oberen Punkte)

Der im Jahr 1963 gegründete Unternehmensverband Council of Supply Chain Management Professionals, welcher sich um die Verbesserung und Verbreitung von SCM bemüht, fasst diese Tätigkeiten wie folgt zusammen:

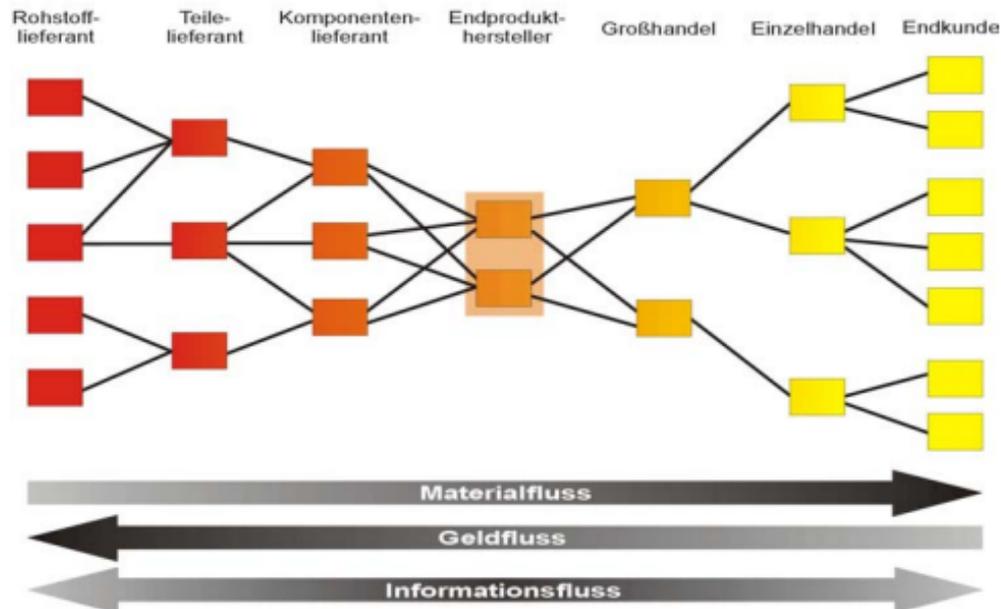
Supply chain management encompasses the planning and management of all activities involved in sourcing and procurement, conversion, and all logistics management activities. Importantly, it also includes coordination and collaboration with channel partners, which can be suppliers, intermediaries, third party service providers, and customers. In essence, supply chain management integrates supply and demand management within and across companies.<sup>45</sup>

Die in Abbildung 15 dargestellte Grafik zeigt einen möglichen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Parteien innerhalb einer Supply Chain und soll dem Verständnis der gerade besprochenen Thematik dienen. Die Pfeilrichtungen der einzelnen Flüsse können anhand der Automobilindustrie simpel erläutert werden. Der Materialfluss verläuft vom Rohstofflieferanten bis zum OEM, wobei eine Wertsteigerung durch eine Materialveredelung oder durch den Zusammenbau zu einem komplexeren Bauteil erreicht wird. Um eine möglichst hohe Markterreichbarkeit zu erhalten, werden vom Endprodukthersteller die voll funktionsfähigen

---

<sup>45</sup> Zit. Council of Supply Chain Management Professionals:  
URL: <http://cscmp.org/about-us/supply-chain-management-definitions> (Zugriff: 04.10.2014)

Automobile über Großhändler und Einzelhändler zum Endkunden transportiert. Im Gegenzug zu der erbrachten Leistung muss jede involvierte Partei eine Entlohnung erhalten, weshalb sich der Geldfluss auch vom Endkunden in Richtung des Rohstofflieferanten bewegt. Letztendlich müssen für den problemlosen Ablauf von Material- und Geldfluss ausreichend Informationen ausgetauscht werden, weshalb dieser Pfeil auch in beide Richtungen deutet.

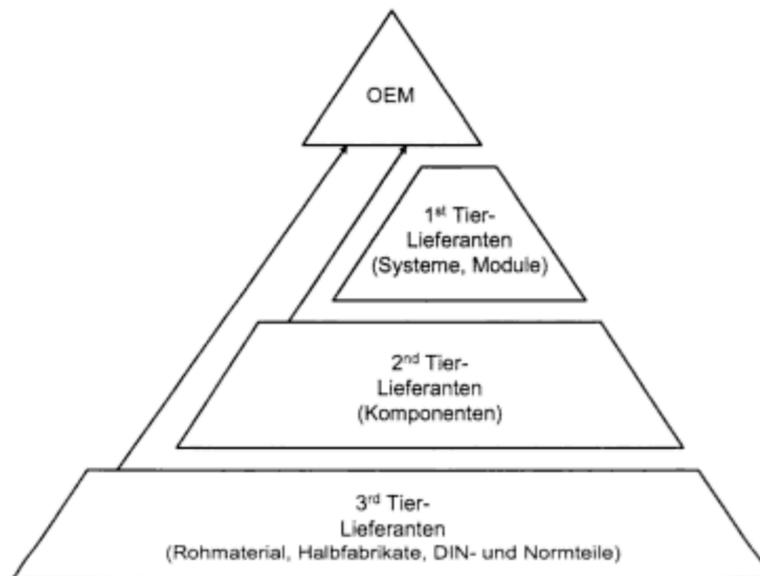


**Abbildung 15: Fiktiver Aufbau einer Supply Chain<sup>46</sup>**

Abbildung 15 zeigt sieben Parteien, deren Beziehung untereinander linear, konvergent oder divergent sind, und deren Aufgabe es ist, aus verschiedenen Rohstoffen bestimmte Kleinteile zu fertigen, die daraufhin zu Komponenten und zu einem Endprodukt zusammengebaut und anschließend über Groß- und Einzelhändler an den Kunden vertrieben werden. In der Regel kommt es vor, dass alle Beziehungen vor dem Endprodukthersteller eher konvergierend sind und die Nachfolgenden eher divergent ausfallen. Der Grund für die konvergenten Beziehungen vor dem OEM liegt einzig in der Tatsache, dass für die Erstellung eines Endproduktes eine Vielzahl von unterschiedlichen Bauteilen benötigt wird, welche so gut wie nie von nur einem einzigen Lieferanten geliefert werden können. Deshalb sind die Parteien vor dem Endprodukthersteller bzw. OEM, was die Kurzform für den englischen Begriff „Original Equipment Manufacturer“ ist, meistens darauf angewiesen, ihre Ressourcen von mehreren Lieferanten zu beziehen. Bezieht nun ein OEM seine Bauteile vom selben Teilelieferanten wie

<sup>46</sup> Quelle: Bartels et al. (2013), S.11

sein Komponentenlieferant, wird umgangssprachlich vom Lieferanten des Lieferanten gesprochen. Da bei sehr komplexen Endprodukten viele solcher Sublieferanten vorkommen können, werden diese Beziehungen in einer Grafik festgehalten, welche als Zulieferpyramide bezeichnet wird.



**Abbildung 16: Aufbau einer Zulieferpyramide<sup>47</sup>**

Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass der OEM von mehreren verschiedenen Lieferantenebenen seine Ressourcen bezieht, wobei hier diese Subebenen als Rang bzw. im Englischen als „tier“ bezeichnet werden. Je höher die Bezeichnung des Ranges eines Lieferanten ist, desto weiter entfernt liegt er vom Endprodukthersteller. Analog zu den einzelnen Rängen der Lieferanten werden auch die einzelnen Kunden des OEM bezeichnet, wobei der Kunde einen höheren Rang erhält, je weiter er vom Endprodukthersteller entfernt ist. Wird beispielsweise ein Auto von einem Endkunden bei einem Einzelhändler gekauft, der sein Wagenkontingent von Großhändlern bezieht, so wird der Endkunde von Seiten des Endproduktherstellers als 3<sup>rd</sup>-Tier-Kunde (Kunde der dritten Ebene) bezeichnet.

### **6.1.3 Externer Transport**

Müssen Rohstoffe oder die Endprodukte über die Grenze des Firmengrundstücks hinweg befördert werden, so wird diese Beförderungsart als externer Transport bezeichnet. Je nachdem, welche geografischen Gegebenheiten rund um das Unternehmen vorhanden sind, können eine oder mehrere der folgenden Transportmöglichkeiten am Firmenstandort existieren:

---

<sup>47</sup> Quelle: Czaja et al. (2009), S.30

- Straße
- Bahn
- Seeweg
- Luftweg

Die in der gesamten europäischen Union am meisten genutzte Transportart ist die Beförderung von Gütern über die Straße und mit der Bahn, wobei der Güterverkehr auf der Straße den Großteil ausmacht.<sup>48</sup>

Diesen beiden Hauptpunkten wird nachfolgend ein eigenes Unterkapitel gewidmet. Bei der Nutzung von Transportmitteln, die den Luftraum einnehmen, gilt wegen der hohen anfallenden Kosten, dass sie nur dann zum Einsatz kommen, wenn keine weiteren Optionen zur Verfügung stehen oder die Senke der Güter an einem nur schwer erreichbaren Ort liegt. Obwohl hierbei das Flugzeug und der Helikopter am häufigsten Anwendung finden, wird weiterhin an neuen revolutionären Transportmöglichkeiten geforscht.

Das kalifornische Produktionsunternehmen Aeroscraft ist aktuell führend in der Entwicklung von innovativen Transportmitteln, welche zukünftig unseren Luftraum revolutionieren sollen. Ihr aktuellstes Projekt ist der Bau eines Luftschiffes, welches eine Nutzlast von bis zu 250 Tonnen transportieren kann.<sup>49</sup>

In Abhängigkeit von geografischen Gegebenheiten kann ein solch innovatives Transportmittel dazu führen, dass sogar an entlegenen Orten auf dieser Welt gearbeitet werden kann, ohne zuvor Transportwege zu bauen, welche für den Schwerlastbetrieb konzipiert sind.

Im Gegensatz zu den gerade erläuterten Transportmitteln sind Schiffe bei der Fahrt auf dem Seeweg darauf angewiesen, dass auf der Transportroute ausreichend Wasser zum Manövrieren vorhanden ist. Einerseits muss darauf geachtet werden, dass das Gewässer eine ausreichende Breite aufweist um auch dem Gegenverkehr genügend Raum zu bieten und andererseits muss über die komplette Transportroute hinweg sichergestellt werden, dass das Gewässer ausreichend Tief ist, um ein mögliches Auf-Grund-laufen zu verhindern. Hierfür muss der Tiefgang des Schiffes betrachtet werden, wobei es unbedingt notwendig ist, den Tiefgang unter Vollast zu betrachten. Grund hierfür ist die Differenz der Eintauchtiefe des Schiffes, welche vor allem bei großen Containerschiffen einige Meter betragen kann.

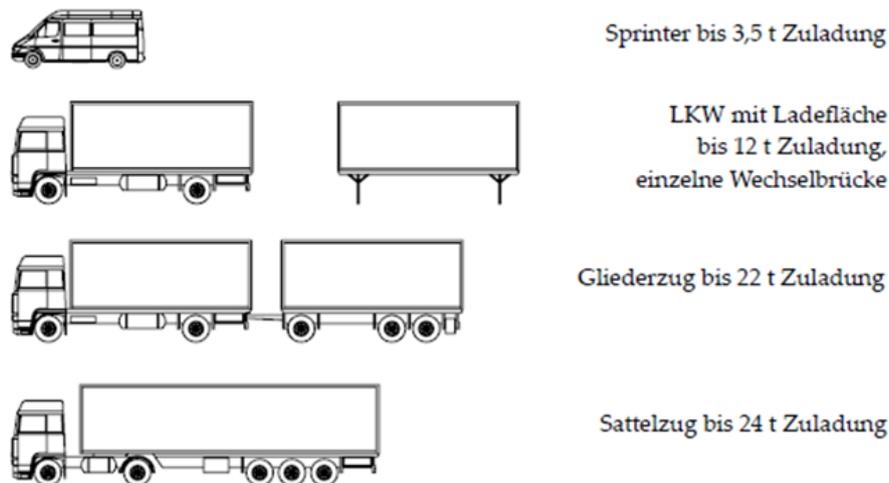
---

<sup>48</sup> Vgl. Klug et al. (2010), S.213

<sup>49</sup> Aeroscraft: Quelle von Internetquelle:  
URL: <http://aeroscraft.com> (Zugriff: 17.11.2014)

### 6.1.3.1 Transport über Straße

Je nach den gestellten Anforderungen, welche meistens das Volumen und Gewicht der Zuladung betreffen, werden beim kommerziellen Transport von Gütern über Straße unterschiedliche Transportmittel verwendet. Die am meisten verbreiteten werden in der folgenden Abbildung 17 dargestellt.



**Abbildung 17: Transportmittel im Straßenverkehr<sup>50</sup>**

Sprinter werden eingesetzt, wenn Ladungsträger in geringer Stückzahl dringend beim Kunden ankommen müssen oder die zu befördernde Menge an Ladungsträgern nur in kleinem Umfang benötigt werden. Solche meistens als Sonderfahrten getätigten Aufträge werden nur in Ausnahmefällen durchgeführt, da die anfallenden Kosten je transportierter Einheit relativ hoch sind. Für den regulären Transport über Straße werden in Abhängigkeit von Lieferumfang und zur Verfügung stehenden Transportmitteln entweder ein LKW, ein Gliederzug oder ein Sattelzug verwendet, wobei letzterer in der Automobilindustrie eher als Mega-Trailer bekannt geworden ist.

Einer der Gründe, warum meistens der Transport über Straße gewählt wird, liegt in unserem gut ausgebauten Straßennetz, wodurch die meisten Senken sehr schnell erreichbar sind. Außerdem steht dem Kunden ein großer Pool an Dienstleistern zur Verfügung, welche teilweise sehr flexibel in ihrer Fahrplangestaltung sind, wodurch der Kunde auch die Möglichkeit hat, relativ kurzfristig Änderungen in der Lieferung durchzuführen. Trotz der Reduzierung der maximal erlaubten durchgehenden Lenkzeit von LKW-Fahrern und der damit einhergehenden Verringerung der Durchschnittsgeschwindigkeit auf Langstrecken, sowie der weiter anstei-

<sup>50</sup> Quelle: Gleißner, Femerling et al. (2008), S.71

genden Verkehrsdichte, wird der LKW auch noch in Zukunft ein unverzichtbares Transportmittel bleiben. Der größte Nachteil, welcher vor allem in der Winterzeit sehr störende Ausmaße annehmen kann, ist die Abhängigkeit von der aktuellen Witterung und damit zusammenhängenden Verkehrsstörungen, welche im Voraus kaum zu kalkulieren sind. Aufgrund politischer Restriktionen, die von Land zu Land unterschiedlich sind, ist es vor allem bei länderübergreifenden Transport wichtig, sich schon im Vorfeld rechtzeitig über eventuelle Fahrverbote und Geschwindigkeitsbeschränkungen zu informieren.<sup>51</sup>

### 6.1.3.2 Transport mittels Bahn

Nach dem Transport über Straße zählt die Bahn zum zweithäufigsten verwendeten Transportmittel bei Gütern.

Beim Gütertransport mittels Bahn muss zwischen Einzelwagenverkehr und Ganzzugverkehr unterschieden werden. Beim Ganzzugverkehr wird die gesamte Waggongarnitur an einer einzigen Quelle beladen, bevor sie ohne weiteren Zwischenstopp bis zur Senke durchfährt. Dadurch sind keine weiteren Rangiervorgänge notwendig, bei denen die Reihenfolge oder die Anzahl der Waggons verändert werden müssen. Um diese Transportart möglichst wirtschaftlich zu gestalten, ist es sinnvoll, eine möglichst große Anzahl an Waggons auf einmal zu befördern.<sup>52</sup>

Eine offiziell festgelegte Höchstanzahl an Waggons gibt es nicht, da sie von unterschiedlichen Faktoren abhängig ist.

In erster Linie muss darauf geachtet werden, dass die maximal erlaubte Zuglast nicht überschritten wird, da bei Überschreitung das einwandfreie Anfahren und die Überwindung von vorhandenen Steigungen nicht gewährleistet werden kann. Um eine Beschädigung der Radachse zu vermeiden, ist es des Weiteren erforderlich, die Achslast bei keinem der an der Lokomotive befestigten Waggons zu überschreiten. Als letzter Hauptfaktor ist die Länge der Ausweichgleise zu beachten, welche auf der Transportroute vorhanden sind. Die Gesamtlänge des Zuges darf auf keinen Fall größer sein als das kürzeste Ausweichgleis, da anderenfalls ein problemloses Kreuzen von entgegenkommenden Zügen nicht möglich ist.<sup>53</sup>

Auf Basis dieser Faktoren und unter Berücksichtigung der Restriktion der maximal erlaubten Zuglänge wurde folgende Formel entwickelt.

---

<sup>51</sup> Vgl. Klug et al. (2010), S.213

<sup>52</sup> Vgl. Geiger, Clausen et al. (2013), S.169

<sup>53</sup> Vgl. Fendrich, Fengler et al. (2013), S.456

$$\frac{\text{maximale Zuglast}}{\emptyset \text{ Waggongewicht}} * \emptyset \text{ Waggonlänge} + \text{Länge der Lokomotive} \leq \text{Länge des Ausweichgleises}$$

**Formel 3: Beschränkung der maximal erlaubten Zuglänge<sup>54</sup>**

Ist der Wahrheitsgehalt der Formel 3 gegeben, darf die Route mit der vorhandenen Konfiguration befahren werden. Zudem wird die dafür zu verwendende maximale Waggonanzahl durch Division der maximalen Zuglast mit dem durchschnittlichen Waggongewicht berechnet. Sollte die Aussage der Formel jedoch falsch sein, so wird bestätigt, dass die Länge des Ausweichgleises der limitierende Faktor ist. Tritt dieser Fall ein, muss für die Berechnung der maximal möglichen Waggonanzahl Formel 4 verwendet werden.

$$\frac{\text{Länge des Ausweichgleises} - \text{Länge der Lokomotive}}{\emptyset \text{ Waggonlänge}} = \text{maximale Waggonanzahl}$$

**Formel 4: Berechnung der maximal möglichen Waggonanzahl<sup>55</sup>**

Ist von Seiten der Quellstation eine annähernd vollständige Beladung des Ganzzuges nicht möglich, muss die Wirtschaftlichkeit einer teilweisen Beladung berechnet, und wenn nötig auf eine andere Dienstleistung umgestellt werden. In diesem Fall bietet sich der Einzelwagenverkehr als Alternative an, wobei nicht wie zuvor die gesamte Wagenanzahl eines kompletten Zuges von einer einzigen Quelle kommen muss, sondern je nach Versandvolumen zwischen einem oder mehreren zu transportierenden Waggons gewählt werden kann. Um einen möglichst hohen Wirtschaftlichkeitsfaktor zu erzielen, werden einzelne Waggongruppen, die auf dem Schienennetz die gleiche Route haben, zuerst nach Zielort sortiert und anschließend zusammengekoppelt. Solche Vorgänge, bei denen sich die Anzahl zusammenhängender Waggons verändert, nennt man Rangierprozess, was üblicherweise in sogenannten Zugbildungsanlagen durchgeführt wird. Durch diese Rangiervorgänge entstehen gegenüber dem Ganzzugverkehr zwar die Nachteile von erhöhten Transportzeiten und längerer Wartezeit bei der Bildung der Zugeinheit, jedoch werden diese akzeptiert, um wirtschaftlich arbeiten zu können.<sup>56</sup>

Dieses Wissen über den Transport über Straße und Bahn kann nun angewendet werden, um die Einsparungspotenziale des externen Transports zu berechnen, was einen kleinen Anteil des folgenden Kapitels ausmacht.

<sup>54</sup> Quelle: Eigene Herleitung

<sup>55</sup> Quelle: Eigene Herleitung

<sup>56</sup> Vgl. Geiger et al. (2013), S.170

## 6.2 Berechnung der Einsparungspotenziale

Da schon kleine Änderungen der Füllmenge oder der Behältermaße relativ große Auswirkungen auf anfallende Logistikkosten haben können, ist es heutzutage immer öfter erforderlich potenzielle Änderungen zu berechnen, bevor man sie tatsächlich umsetzt. Dies ist erforderlich, damit eine mögliche Fehlentscheidung und dadurch verbundene Mehrkosten gar nicht entstehen können bzw. die Wahrscheinlichkeit von solchen Fehlentscheidungen stark reduziert werden kann. Bisher mussten sämtliche Berechnungen meist manuell durchgeführt werden, was vor allem bei einer großen Anzahl an unterschiedlichen Bauteilen zu umfangreichen Berechnungen und daraus folgend zu einer hohen Berechnungsdauer führen konnte. Um die zukünftigen Berechnungsvorgänge zeitlich noch effizienter zu gestalten, wurde im Zuge der Arbeit ein Berechnungsformular entwickelt, mit dessen Hilfe durch Eingabe der wichtigsten Parameter, das vorhandene Einsparungspotenzial sofort dargestellt werden kann. Um nicht bei jeder Berechnung alle Parameter der Universalladungsträger mühevoll von Hand eingeben zu müssen, wurde Behälterdatenbank erstellt, aus welcher nach Auswahl des gewünschten Ladungsträgers alle relevanten Parameter in das Berechnungsformular eingetragen werden. Welche Daten für die Berechnung tatsächlich benötigt werden und welche Berechnungsschritte durchgeführt werden, wird aus den folgenden Subkapiteln ersichtlich.

### 6.2.1 Notwendige Input-Daten für die Berechnung

Grundsätzlich ist zu dem Datenblatt, in das alle Inputdaten eingetragen werden müssen, zu sagen, dass alle gelb hinterlegten Felder variabel sind und bei jeder Berechnung neu eingestellt werden müssen. Hingegen sind die grünen Felder größtenteils statische Felder, die sich nur verändern, wenn es zu einer Veränderung in der Lagerhaltung oder dem verwendeten Transportmitteltyp kommt.

Einer der umfangreichsten und essenziellsten Punkte für die Berechnung der Behälteroptimierung sind die Parameter der verwendeten Behälter. Wie schon vorweg erwähnt, wurde eine Behälterdatenbank angelegt, welche folgende Punkte beinhaltet:

- Abmessungen (sowohl innen als auch außen)
- Eigengewicht (Tara)
- Traglast
- Auflast
- Stapelfaktor

Mit dem Begriff „Tara“ ist das Eigengewicht des Behälters gemeint, welches der Ladungsträger inklusive aller Einbauten auf die Waage bringt. Die Traglast gibt Auskunft über die maximal zulässige Höchstlast, welche durch Bauteile in dem Behälter untergebracht werden dürfen. Als Auflast wird das Gesamtgewicht aller Behälter inklusive deren Inhalt bezeichnet, welches auf den untersten Behälter wirken darf. Die Behälteraumlast wird häufig nicht auf dem Behälter abgebildet und kann wie folgt berechnet werden.

$$\text{Auflast} = (\text{Traglast} + \text{Tara}) * (\text{Stapelfaktor} - 1)$$

### **Formel 5: Auflastberechnung<sup>57</sup>**

Der Stapelfaktor sagt aus, wie viele Behälter desselben Typs übereinander gestapelt werden dürfen, ohne dass die Sicherheit hinsichtlich des Kippens eines Behälters unterschritten oder die Auflast überschritten wird. Hierbei ist zu beachten, dass einige Behälterproduzenten bei der Beschriftung der Ladungsträger zwei verschiedene Schreibweisen verwenden. Bei der ersten wird beispielsweise für einen Stapelfaktor von „Fünf“ die abgekürzte Schreibweise „SF 5“ verwendet und für die zweite Schreibweise „SF 1+4“. Beide weisen auf denselben Sachverhalt hin und zwar auf jenen, dass fünf Ladungsträger desselben Typs übereinander gestapelt werden dürfen. Weitere wichtige Parameter, welche als Input eingegeben werden müssen, sind die Teiledaten in Bezug auf Teilegewicht und Füllmenge, wobei hier zwischen der IST-Teileanzahl und der SOLL-Teileanzahl unterschieden wird. Diese Daten sind vor allem bei der Maximierung der Packdichte essentiell.

---

<sup>57</sup> Quelle: Eigene Herleitung

## Optimierungspotenzial vorhandener Behältertypen

Allgemein			
Behälterdaten		Teiledaten	
Behälternummer:	3103708	Gewicht pro Teil:	2,10 kg
Behälterbezeichnung:	Schwergutbehälter mit Klappe	IST - Teileanzahl:	70 Teile
Länge (außen) des Behälters	840 mm	SOLL - Teileanzahl:	104 Teile
Breite (außen) des Behälters	840 mm	Transportkosten	
Höhe (außen) des Behälters	615 mm	Bahn:	
Fläche pro Behälter	,54 m <sup>2</sup>	Transportkosten pro m <sup>2</sup> :	5,13
Volumen pro Behälter	,331 m <sup>3</sup>	LKW:	
Volumen Behälter gestapelt <=3m	1,610 m <sup>3</sup>	Transportkosten pro LKW:	500,00
Eigengewicht des Behälters	50,00 kg	Interner Transport:	
Traglast des Behälters	1.000,00 kg	Stapler pro h:	6,00
Auflast des Behälters	4.200,00 kg	Staplerfahrer pro h:	36,00
Stapelfaktor des Behälters	5 fach	Lagerungskosten	
Bahn-Daten		Kosten pro Jahr und m <sup>2</sup> :	104,00
Waggonanzahl pro Zug	43 Stk	Ø-Lagerdauer der Produktionslosgröß	2,5 Tage
Maximales Beladegewicht pro Waggon	8.451,00 kg	Durchschnittliche Kosten pro m <sup>2</sup> :	0,712
Maximales Beladegewicht pro Zug	363.393,00 kg	Hochregallager	
Beladbare Waggonlänge	12,70 m	Anzahl der Ebenen	5
Beladbare Waggonbreite	2,40 m	Felder je Ebene	3 Felder
Beladbare Waggonhöhe	3,00 m	Maximale Feldlast	1.000 kg
Maximal beladbares Volumen pro Waggon	90,00 m <sup>3</sup>	Feldbreite	0,90 m
Maximal beladbares Volumen pro Zug	3.870 m <sup>3</sup>	Feldtiefe	1,20 m
LKW-Daten		Feldhöhe	1,10 m
Beladbare Länge	13,60 m	Maximale Regallast	16.230 kg
Beladbare Breite	2,40 m		
Beladbare Höhe	3,00 m		
Maximales Beladegewicht pro LKW	24.000,00 kg		
Maximal beladbares Volumen pro LKW	97,92 m <sup>3</sup>		
Interner Transport			
Prozess	Anzahl	TMU	
Aufnehmen vom Boden --> Plazieren auf Boden			
Aufnehmen vom Boden --> Plazieren auf 1,20m			
Aufnehmen vom Boden --> Plazieren auf 2,50m			
Aufnehmen vom Boden --> Plazieren auf 4,00m			
Aufnehmen von 1,2m --> Plazieren auf Boden			
Aufnehmen von 2,5m --> Plazieren auf Boden			
Aufnehmen von 4,0m --> Plazieren auf Boden			
Scannen von Behältern			
Behälterbeschilderung			
Platinen wenden und verpacken (pro Behälter)			
Platinen wenden (pro Behälter)			
Zuschläge			
Aufnehmen und Plazieren bei Hubhöhe von 5m			
Aufnehmen und Plazieren bei Hubhöhe von 6m			
Aufnehmen und Plazieren mit labiler Ladung			
Aufnehmen und Plazieren mit langer Gabel			
Fahrstrecke gesamt		Distanz [m]	TMU
Fahren ohne Ladung			
Fahren mit Ladung		75	1.275 TMU
Kurven gesamt		Anzahl	TMU
90° Kurve ohne Ladung			
90° Kurve mit Ladung		2	112 TMU
Gesamtdauer aller durchgeführten Prozesse in Sekunden		50 Sekunden	
Gesamtdauer aller durchgeführten Prozesse in Minuten		,83 Minuten	
Gesamtdauer aller durchgeführten Prozesse in Stunden		,014 Stunden	
Gleichzeitig transportierte Behälter:		1 Behälter	

**Abbildung 18: Input-Daten für das Rechenmodell<sup>58</sup>**

Die sich nach aktuellem Sachverhalt in einem Behälter befindende Füllmenge wird als IST-Stückzahl bezeichnet, wohingegen die SOLL-Stückzahl die durch die Optimierung zu erreichende Füllmenge widerspiegelt.

Weitere variable Parameter sind die Transportkosten für den externen Transport vom Lieferanten zum Unternehmen bzw. vom Unternehmen zum Kunden. Dieser Punkt wird jedoch erst relevant, wenn das Unternehmen transportverantwortlich ist und die Kosten aller durchgeführten externen Transporte zahlen muss. Hier ist zu erwähnen, dass beim externen

<sup>58</sup> Quelle: Eigene Abbildung

Transport mittels Bahn der Preis in Euro pro Kubikmeter einzugeben ist. Grund für die Verwendung dieser Einheit ist wie folgt: Zwischen dem Unternehmen und dem Distributions-Center fährt in regelmäßigen Zeitintervallen eine Lokomotive, mit einer zuvor festgelegten Anzahl an Waggons für welche pro absolvierter Fahrt eine Gebühr an das Transportunternehmen zu zahlen ist. Ob die einzelnen Güterwaggons im leeren oder vollen Zustand transportiert werden, ist für die Höhe der anfallenden Kosten irrelevant, solange die maximale Zuglast der Lokomotive bzw. die Höchstlast der einzelnen Waggons nicht überschritten wird. Aus diesem Grund werden die Gesamtkosten je Fahrt auf das Gesamttransportvolumen heruntergebrochen, wodurch es ermöglicht wird, jedem mit der Bahn transportierten Gut die jeweiligen Transportkosten zuzurechnen. Um die Kosten je transportierter Einheit so gering wie möglich zu halten, wird unter Berücksichtigung der maximalen Achslast jedes Waggons darauf geachtet, dass bei der Beladung möglichst jeder Waggon voll beladen wird.

Anders als beim Transport mit der Bahn werden bei der Verwendung von LKWs die gesamten Transportkosten eingetragen, da die für den Transport anfallenden Kosten mit der Entfernung zum jeweiligen Ziel und dem verwendeten Transportunternehmen variieren. Um die anfallenden Kosten genau auf die einzelnen Transporteinheiten herunterbrechen zu können, werden die Transportkosten durch die Ladefläche dividiert, wodurch die Kosten pro genutzten Quadratmetern berechnet werden. In Abhängigkeit vom gewählten Transportmittel und der damit zusammenhängenden Ladefläche erhält man den Transportpreis je verbrauchter Fläche der transportierten Güter. Um die für den LKW erlaubte Höchstlast für den Transport nicht zu überschreiten, ist diese ebenfalls bei den Inputdaten unter LKW-Daten einzugeben. Diese Daten werden benötigt, um die maximale Anzahl an Behältern zu berechnen, die in den jeweiligen LKW passen, ohne dabei die Höchstlast zu überschreiten. Eine Überschreitung ist zwar bei großen und sperrigen Bauteilen eher unwahrscheinlich, kann jedoch sehr schnell bei Behältern mit hoher Ladungsdichte, vor allem mit schweren Bauteilen, erreicht werden. Auf die Berechnung der einzelnen Werte wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

Der aufwendigste Teil, den der Benutzer des Berechnungsformulars auszufüllen hat, betrifft den internen Transport. Hier muss schon im Voraus eruiert werden, auf welchen Routen der Behälter durch das Unternehmen transportiert wird und welche Distanzen während des Transportes zurückgelegt werden. Sind diese Daten bekannt, so muss nur noch bei den einzelnen Prozessen die Häufigkeit des Auftretens der unterschiedlichen Teilprozesse eingetragen werden, wodurch im Hintergrund alle Prozesse in die Einheit TMU und anschließend in Sekunden umgewandelt und aufsummiert werden. Die Abkürzung TMU steht für den englischen Begriff „Time Measured Unit“ und spiegelt die durchschnittliche Dauer der einzelnen

Prozesse wider, welche zuvor vom Fraunhofer Institut eigens für MHS erstellt worden sind. Der Punkt „Gleichzeitig transportierte Behälter“ unter dem internen Transport wird nur dann zu einem tragenden Faktor, wenn mehr als ein Behälter auf einmal transportiert wird. Andernfalls bleibt er mit dem Wert „1“ neutral in der Berechnung. Um die anfallenden Kosten für den internen Transport berechnen zu können, sind lediglich zwei Werte einzutragen, die in der Regel nur einmal im Jahr adaptiert werden müssen. Hierbei handelt es sich um die Kosten, die der Stapler pro Stunde kostet, sowie der Stundensatz für den Staplerfahrer. Bei den Kosten für den Stapler fließen sowohl die Anschaffungskosten als auch die Betriebs- und Wartungskosten mit ein. Da sich die Betriebskosten in der Regel nicht stark ändern, wird dieser Wert ebenfalls einmal im Jahr auf den neuesten Stand gebracht, um beispielsweise bei Berechnungen für zukünftige Angebote einen möglichst präzisen Wert zu erzielen.

Zum letzten Block, der in der Logistikkostenrechnung betrachtet wird, gehören die Lagerkosten, welche bei der Verwendung von Blocklagern sowie für Hochregallager simultan berechnet werden und die vom Nutzer des Berechnungsformulars richtig herausgelesen werden müssen. So wie bei den zuvor erläuterten Feldern, welche eine grüne Hintergrundfarbe aufweisen, müssen auch diese Felder in der Regel einmal eingegeben und nur bei Abweichungen adaptiert werden. Diese relativ statischen Parameter sind die spezifischen Lagerkosten pro Jahr und Fläche sowie die durchschnittliche Lagerungsdauer der betrachteten Bauteile. Werden die Behälter jedoch nicht in einem Blocklager untergebracht, sondern in einem Hochregallager verstaut, müssen auch noch folgende Parameter berücksichtigt werden.

- Anzahl der Ebenen pro Hochregal
- Anzahl der Felder pro Ebene
- Maximale Regallast (komplettes Regal)
- Maximale Feldlast (ganze Ebene)
- Abmaß der einzelnen Felder (Stellplatz)

Die Lagerungskosten werden vom verantwortlichen Mitarbeiter der Materialwirtschaft bzw. MaWi-Mitarbeiter in regelmäßigen Abständen auf den aktuellen Wert geändert. Da das Unternehmen die Kosten zwischen Block- und Hochregallager nicht differenziert betrachtet, sondern für jede verbrauchte Lagerfläche ein fixer Kostensatz gegenübergestellt wird, werden im Berechnungsformular beide Lagertypen auf unterschiedliche Weise berechnet. Dies soll eine weitere Lagerkostenoptimierung ermöglichen, weshalb im folgenden Kapitel die exakte Berechnung aufgezeigt wird. Ein im Unternehmen vorhandener Richtwert besagt, dass jedes produzierte Bauteil nach etwa fünf Werktagen das Firmengelände wieder verlässt.

Aus diesem Grund wurde der Parameter für die durchschnittliche Lagerdauer mit 2 ½ Tagen festgelegt. Durch diese Annahme ist es möglich, die durchschnittlichen Lagerkosten pro eingelagertem Bauteil zu ermitteln, was noch in Kapitel 6.2.2 genauer erläutert wird. Der einzige variable Parameter bei den Lagerkosten, welcher bei jeder Neuberechnung individuell eingestellt werden muss ist, die Losgröße, welche im Berechnungsformular als „wöchentliche Produktion“ bezeichnet wird und für die Berechnung der benötigten Lagerflächen herangezogen wird. Da der Großteil der eingelagerten Bauteile binnen einer Woche wieder verbaut wird, gibt dieser Parameter durch Division mit der jeweiligen Behälterfüllmenge die Anzahl an potenziellen Behältern wieder, welche für die Lagerung einer Wochenlosgröße benötigt werden. Auf die genauen Rechenvorgänge wird im nächsten Kapitel jedoch detaillierter eingegangen.

### **6.2.2 Berechnungsverfahren für die Behälteroptimierung**

Um die Optimierung von Behältern monetär darstellen zu können, müssen die anfallenden Kosten berechnet und auf ein einziges Bauteil reduziert werden. Durch diese Vorgehensweise wird nicht nur die Fixkostendegression sichtbar, die durch eine Erhöhung der Füllmenge entsteht, sondern es wird ebenfalls ermöglicht, die Ersparnisse zu berechnen, obwohl sich durch die Verwendung eines anderen Transportmittels viele Faktoren verändern können.

Unter der Fixkostendegression versteht man in der Kostenlehre die Verhaltensweise von beschäftigungsunabhängigen Kosten. Da sich die gesamten anfallenden Fixkosten immer nach dem Durchschnittskostenprinzip gleichmäßig auf alle vorhandenen Bezugsgrößeneinheiten aufteilen müssen, zeigt sich bei einer Erhöhung der Bezugsgröße eine Reduzierung der Fixkosten pro Bezugsgröße. Daraus wird ersichtlich, dass eine Minimierung der Fixkosten pro Bezugsgrößeneinheit nur durch eine maximale Auslastung des Leistungsvermögens der betrachteten Betriebsmittel ermöglicht wird.<sup>59</sup>

Wird diese Aussage analog auf den Ladungsträger umgelegt, so kann eine Minimierung der anfallenden Logistikkosten, die auf Grund der Nutzung des Ladungsträgers entstehen, nur durch eine maximale Auslastung der behälterspezifischen Spezifikationen erreicht werden. Ist bei dem Ladungsträger das Optimum des Füllgrades erreicht, können weitere Verbesserungspotenziale nur bei den Logistikprozessen Lagerung und Transport erreicht werden.

---

<sup>59</sup> Vgl. Freidank et al. (2012), S.40

### *Berechnung der Lagerkosten*

Bei jedem Einlagerungsprozess, in dem Bauteile in einem Block- oder Hochregallager zwischengelagert werden, entsteht aufgrund des monetären Wertes des Bauteils eine Kapitalbindung, welche jedes Unternehmen so gering wie möglich halten möchte. Grund für zu hohe Kapitalbindungskosten ist beispielsweise die ineffiziente Pufferung von Waren von Seiten des Unternehmens, für die Kapital ausgegeben werden musste, um diese überhaupt zu erhalten, und eine durch die Lagerung nicht vorhandene Wertsteigerung des Bauteils bzw. des Endproduktes. Wird bei einem Bauteil von einer Wertsteigerung gesprochen, so handelt es sich um jeden einzelnen Prozessschritt, der die einzelnen Ausgangsmaterialien bzw. Rohstoffe mehr in Richtung Endprodukt umwandelt, wofür schlussendlich der Kunde gewillt ist, zu bezahlen.

Da im Unternehmen sowohl Hochregallager als auch Blocklager verwendet werden, müssen für beide Lagertypen die anfallenden Lagerungskosten getrennt voneinander berechnet werden. Grund für diese Separierung ist die unterschiedliche Ladungsträgerdichte, die pro Stellfläche im Lager anfallen kann. Besitzt ein Ladungsträger beispielsweise eine Stellfläche von genau  $1 \text{ m}^2$  und hat er wegen seiner Spezifikationen einen Stapelfaktor von nur 2, so dürften je Quadratmeter nur zwei Ladungsträger stehen. Werden dieselben Behälter jedoch in einem Hochregallager platziert, welches pro Regalebene einen Behälter aufnehmen kann und aus sechs Ebenen besteht, können pro Quadratmeter Stellfläche sechs Ladungsträger untergebracht werden. Das bedeutet eine Erhöhung der Behälterstückzahl pro Stellfläche um den Faktor 3 und daraus folgend spezifische Lagerkosten je Bauteil von nur einem Drittel der Blocklagerkosten. Um diesen Unterschied genau aufzeigen zu können, wird die exakte Berechnung für ein Blocklager und anschließend für ein Hochregallager besprochen. Unabhängig davon, welcher Lagertyp gewählt wird, muss am Anfang eines Projektes die benötigte Lagerfläche für die jeweiligen Bauteile bestimmt und auf Dauer des Projektes reserviert werden, um die Lagerbarkeit von neuen Lieferungen bzw. produzierten Bauteilen über die gesamte Projektdauer gewährleisten zu können. Im ersten Schritt wird auf Basis der Behälterspezifikationen und der firmeninternen Lagerkosten berechnet, wie hoch die anfallenden Kosten je Behälterturm sein werden, wobei hier als Behälterturm das Gebilde gemeint ist, welches aus den übereinander gestapelten Behältern besteht. Die durchschnittlichen Lagerkosten der verbrauchten Lagerfläche je Behälterturm werden mit folgender Formel berechnet:

$$\frac{\text{\textit{\textcircled{O}}Lagerkosten}}{\text{\textit{Behälterturn}} = \frac{\text{\textit{Lagerjahreskosten}}}{\text{\textit{Lagerfläche}}} * \frac{\text{\textit{\textcircled{O}Lagerdauer der Losgröße}}}{365 \text{\textit{Tage}}} * \text{\textit{Behälterstellfläche}}$$

**Formel 6: Durchschnittliche Lagerkosten pro Behälterturn<sup>60</sup>**

Anschließend wird mittels der wöchentlichen Losgröße, der jeweiligen Füllmenge im IST- und SOLL-Zustand, sowie dem vorhandenen Stapelfaktor des gewählten Behälters die Anzahl an Behältertürmen berechnet, die für das jeweilige Bauteil benötigt werden. Als IST-Zustand wird die aktuelle Füllmenge mit dem im Moment verwendeten Ladungsträger bezeichnet und als SOLL-Zustand wird jener Zustand bezeichnet, der nach der Umstellung vorhanden sein wird. Für die Berechnung der anfallenden Behältertürme und der damit zusammenhängenden Lagerfläche wird folgende Formel verwendet:

$$\text{\textit{Anzahl an Behältertürmen}} = \frac{\text{\textit{Produktionslosgröße}}}{\text{\textit{Teileanzahl im Behälter}}} * \frac{1}{\text{\textit{Stapelfaktor des Behälters}}}$$

**Formel 7: Berechnung der Anzahl von Behältertürmen<sup>61</sup>**

Diese Formel muss für beide Zustände verwendet und das Ergebnis auf Gleichheit kontrolliert werden. Falls das Ergebnis sowohl für den IST-Zustand als auch für den SOLL-Zustand ident ist, kommt es zu keiner Einsparung der Lagerkosten. Erst wenn durch die Erhöhung der Füllmenge eine so hohe Behälteranzahl eingespart werden kann, dass mindestens ein Behälterturn weniger anfällt, kann diese Lagerfläche für andere Verwendungen herangezogen werden, wodurch sich die Lagerkosten bezüglich dieses Bauteils reduzieren. Werden jetzt die Lagerkosten für alle Behältertürme eines Bauteils durch die Losgröße dividiert, so erhält man die spezifischen Lagerkosten für diesen Bauteil im jeweilig betrachteten Zustand. Da in Unternehmen sehr häufig von Jahreseinsparung gesprochen wird, muss die Differenz dieser spezifischen Lagerkosten gebildet und mit der prognostizierten Jahresstückzahl des folgenden Jahres multipliziert werden. Daraus erhält man die Jahreseinsparung auf Seiten der Lagerung für das betrachtete Bauteil, wobei die zu verwendende Formel wie folgt aussieht:

---

<sup>60</sup> Quelle: Eigene Herleitung

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

$$\frac{\text{Lagerkosteneinsparung}}{\text{Jahr}} = \frac{\text{Lagerkosten IST} - \text{Lagerkosten SOLL}}{\text{Losgröße}} * \text{Jahresstückzahl}$$

**Formel 8: Jahreseinsparung der Lagerkosten<sup>62</sup>**

Wird statt eines Großladungsträgers (GLT) jedoch ein Kleinladungsträger (KLT) verwendet, welcher für die Lagerung und Transport zusätzlich eine Palette und einen Deckel benötigt, muss nur darauf geachtet werden, dass die Behälter bei der Schichtung auf dieser Palette nicht über deren Rand reichen. Der Berechnungsvorgang ist ansonsten analog zu den GLTs.

Anders als beim Blocklager muss beim Hochregallager bei der Optimierung eines Ladungsträgers zusätzlich auf die maximale Regallast und auf die maximale Feldlast geachtet werden. Jedes Regal hat eine vorgeschriebene Höchstlast, die nicht überschritten werden darf und als Regallast bezeichnet wird. Je nach Bauweise eines Hochregallagers kann es aus unterschiedlich vielen Ebenen bestehen, auf welchen je nach Einteilung eine unterschiedliche Anzahl an Feldern bzw. Lagerplätzen existiert. Um zu vermeiden, dass auf einer einzigen Ebene ein sehr schwerer Bauteil eingelagert wird, muss hier auf die Feldlast geachtet werden, welche als Maximallast des Lagerplatzes bezeichnet wird. Ist der Abstand zwischen zwei Ebenen groß genug, können unter Berücksichtigung von Behälter- und Regalspezifikationen auch mehrere Behälter auf eine Lagerplatz platziert werden. Bei Hochregallagern mit geringem Abstand zwischen den einzelnen Ebenen kann es vorkommen, dass GLTs nicht hineinpassen und der Stapelfaktor von KLTs nicht zur Gänze ausgenutzt werden kann. In dem erstellten Berechnungsdokument wird auf alle Größen- und Gewichtsrestriktionen eingegangen, wodurch eine Überbelastung eines Behälters, Regals oder Transportfahrzeuges nicht möglich ist, ohne dabei eine Warnmeldung zu erhalten.

*Berechnung der externen Transportkosten*

Anders als bei den Lagerkosten, die in Abhängigkeit von der benötigten Lagerfläche proportional steigen, sind die Kosten für den externen Transport nur von der Anzahl der durchzuführenden Transporte und deren zu bewältigender Distanz abhängig. Es entstehen demnach fixe Kosten für jedes Transportmittel, welches von der zuvor festgelegten Quelle zur jeweiligen Senke fährt. Um die Anzahl notwendiger Transporte zu minimieren, wird bei jedem einzelnen Transport versucht, das maximale Ladevolumen des LKWs auszunutzen. Bei sehr schweren Ladungsträgern kann die maximale Auslastung aufgrund der Gewichtsbeschränkung des Transportmittels erreicht werden. Sind die zu transportierenden Bauteile eher voluminös oder haben ein geringeres Gewicht, wird das vorhandene Transportvolumen maxi-

---

<sup>62</sup> Quelle: Eigene Herleitung

mal ausgenutzt. Unabhängig davon, ob es sich bei dem Transportmittel um einen LKW oder um einen Zug handelt, wird die gleiche Rechenmethodik angewendet, jedoch mit den jeweiligen Volumens- und Gewichtsbeschränkungen. Im ersten Schritt wird kontrolliert, ob der Ladungsträger hinsichtlich der Höhe in das Transportmittel passt bzw. wie hoch dieser gestapelt werden kann. Für die Berechnung der maximalen Stapelbarkeit wird folgende simple Formel genutzt.

$$\text{Maximale Stapelbarkeit} = \frac{\text{Innenhöhe des Transportmittels}}{\text{Behälterhöhe}}$$

**Formel 9: Berechnung der maximalen Stapelbarkeit im Transportmittel<sup>63</sup>**

Ist eine Stapelung von zwei oder mehreren Ladungsträgern möglich, werden in der Berechnung automatisch von jedem nicht am Boden stehenden Behälter 2 cm abgezogen, um die Höhenreduktion durch das Stapeln mit einzukalkulieren. Diese Reduktion wird durch den Stapeldorn hervorgerufen, der beim Stapeln in die Öffnung des Eckstehers des darunterliegenden Ladungsträgers gleitet und somit eine leichte und sichere Stapelung ermöglicht. Hierbei darf der Stapelfaktor des Ladungsträgers auf keinen Fall überschritten werden, da vor allem während des Transportes mit höheren Belastungen zu rechnen ist. Nachdem die maximale Anzahl an zu stapelnden Ebenen berechnet wurde, muss im nächsten Schritt die Anzahl an Behältern ermittelt werden, die pro Ebene auf dem Transportmittel platziert werden können. Um tatsächlich das Maximum zu erhalten, werden zwei Varianten miteinander verglichen und der größte Wert verwendet. Diese beiden Varianten werden wie in der folgenden Formel berechnet.

$$\frac{L_{\text{Transportmittel}}}{L_{\text{Ladungsträger}}} * \frac{B_{\text{Transportmittel}}}{B_{\text{Ladungsträger}}} \leftrightarrow \frac{L_{\text{Transportmittel}}}{B_{\text{Ladungsträger}}} * \frac{B_{\text{Transportmittel}}}{L_{\text{Ladungsträger}}}$$

**Formel 10: Berechnung der maximalen Behälteranzahl pro Ebene des Transportmittels<sup>64</sup>**

Hierbei ist es besonders wichtig, dass jeder Term zuerst abgerundet werden muss, bevor er multipliziert wird. Mit dieser Vorgehensweise wird kontrolliert, ob mehr Behälter in das Transportmittel passen, wenn die Behälterlänge oder die Behälterbreite parallel zur Transportmittellänge ausgerichtet wird. Multipliziert man nun die Anzahl an Ladungsträgern pro Ebene mit der Anzahl an stapelbaren Behältern, so erhält man die maximal mögliche Anzahl

<sup>63</sup> Quelle: Eigene Herleitung

<sup>64</sup> Quelle: Eigene Herleitung

an Ladungsträgern, welche aufgrund des Laderaums des Transportmittels untergebracht werden können. Damit ist zwar die Obergrenze an Behältern errechnet, welche simultan transportiert werden könnten, jedoch wurde das maximale Beladegewicht des Transportmittels noch nicht berücksichtigt. Um zu ermitteln, ob das Nadelöhr bei diesem Transportvorgang das Beladegewicht oder das Beladevolumen ist, muss zuerst das Behältergewicht in vollem Zustand berechnet werden, welches sich wie folgt ermitteln lässt:

$$\text{Behältergewicht in vollem Zustand} = \text{Eigengewicht} + \text{Teilegewicht} * \text{Teileanzahl}$$

### **Formel 11: Berechnung des Behältergewichtes in vollem Zustand<sup>65</sup>**

Wird nun das maximale Beladegewicht des Transportmittels durch das Behältergewicht im vollen Zustand dividiert und das Ergebnis abgerundet, erhält man auf Basis der Höchstlast die Anzahl erlaubter voller Ladungsträger im Transportmittel. Ist dieser Wert größer oder gleich der zuvor ermittelten Obergrenze, kann die maximale Anzahl an Behältern im Transportmittel untergebracht werden, ohne die vorgegebene Höchstlast zu überschreiten. Fällt der Wert jedoch kleiner aus, darf man das Transportmittel mit maximal diesem Wert beladen, um die erlaubte Höchstlast nicht zu überschreiten. Multipliziert man jetzt die Behälteranzahl mit der Teileanzahl, erhält man die Menge simultan transportierter Bauteile. Nun können die Transportkosten auf die tatsächlich transportierten Teile heruntergebrochen werden, wodurch man die spezifischen Transportkosten je Bauteil erhält. Analog zur Lagerkosteneinsparung wird auch hier das jährliche Einsparungspotenzial durch Multiplikation der prognostizierten Jahresstückzahl mit der Differenz der spezifischen Kosten des IST- und SOLL-Zustands ermittelt.

Werden jedoch KLTs transportiert, müssen teilweise andere Berechnungsmethoden angewendet werden. Wie schon erwähnt werden KLTs auf Paletten gestapelt, um sie besser handhaben und transportieren zu können. Ist eine Palette voll beladen, wird dieser Behälter mit einem Deckel zugedeckt, um einerseits den Verlust von Teilen zu gewährleisten und andererseits etwaige Verschmutzungen zu vermeiden. Wie schon zuvor bei den GLTs wird zur Ermittlung der maximal möglichen Anzahl an Paletten, welche auf der Ladefläche des Transportmittels positioniert werden können, dieselbe Rechenmethodik angewendet. Analog hierzu wird diese Methodik ebenfalls zur Ermittlung der Behälteranzahl verwendet, die auf einer Ebene der Palette positioniert werden können. Um die Gesamtanzahl an Behältern je

---

<sup>65</sup> Quelle: Eigene Herleitung

Palette zu berechnen, muss wie schon zuvor die Behälteranzahl je Ebene mit dem Stapelfaktor der Behälter multipliziert werden. Um das Gesamtgewicht je Transporteinheit, welche aus der Palette, dem Deckel sowie allen darauf befindlichen KLTs inklusive deren Inhalt besteht, zu ermitteln, wird folgende Formel verwendet. Der Buchstabe G steht in diesem Fall für das Gewicht.

$$G_{gesamt} = G_{Palette} + \frac{KLTs}{Palette} * (G_{KLT} + \frac{Füllmenge}{KLT} * G_{Bauteil}) + G_{Deckel}$$

**Formel 12: Berechnung des Gesamtgewichtes je Transporteinheit bei KLTs<sup>66</sup>**

Um zu kontrollieren, ob die maximale Anzahl an Transporteinheiten auf der Ladefläche des Transportmittels positioniert werden darf, ohne dessen Höchstlast zu überschreiten, muss analog zu den GLTs die Höchstlast durch das Gesamtgewicht einer Transporteinheit dividiert und abgerundet werden. Ist dieser Wert geringer als die maximal mögliche Palettenanzahl pro Ebene, darf wegen des hohen Gewichtes keine komplette Transporteinheit mehr auf dem Ladungsträger platziert werden. Um die Auslastung möglichst hoch zu halten, wird nun noch kontrolliert, ob eine weitere Palette inklusive Deckel mit einer geringeren Anzahl an Behälterebenen auf der Transporteinheit geladen werden darf. In diesem Fall ist nun die maximale Behälteranzahl erreicht und es können analog zu den GLTs die spezifischen Transportkosten je Bauteil berechnet werden. Ist es allerdings möglich, die komplette Ladefläche mit ganzen Ladeeinheiten zu beladen, muss im nächsten Schritt kontrolliert werden, ob aufgrund der Auflast der Behälter noch eine zusätzliche Last erlaubt ist. Falls diese Bedingung zutrifft, können weitere Paletten auf den ersten Ladeeinheiten positioniert werden. Auf Basis des Gewichtspuffers bei der Auflast können nun weitere Ebenen von KLTs auf die Palette gestapelt werden, bis entweder der Stapelfaktor erneut erreicht wird, die Auflast des untersten Behälters überschritten wird, oder die Höhe des vorhandenen Behälterturms höher als der Laderaum ist.

Nachdem jetzt für die vorhandenen Logistikprozesse die einzelnen spezifischen Bauteilkosten ermittelt wurden, können diese auch verwendet werden, wenn im Zuge der Optimierung ein Behälterwechsel durchgeführt wird.

Ein weiterer Vorteil bei dieser Rechenmethodik ist eine prozentuelle Zuweisung der Kosten, welche entsteht, wenn beispielsweise ein Transportmittel mit unterschiedlichen Bauteiltypen unterwegs ist. Hierfür muss nur die Anzahl an transportierten Bauteilen in dem Transportmit-

---

<sup>66</sup> Quelle: Eigene Herleitung

tel mit den spezifischen Kosten multipliziert werden und schon erhält man eine prozentuelle Zuteilung der anfallenden Transportkosten auf die jeweiligen Bauteiltypen.

### 6.2.3 Output der Berechnung

Wie schon zuvor beim Input der Berechnung ist es auch beim Output sinnvoll, wenn vorab der Aufbau kurz besprochen wird, damit einerseits für das notwendige Verständnis gesorgt ist und andererseits das anschließende Extrahieren der gewünschten Daten aus dem Berechnungsprogramm erleichtert wird. Grundsätzlich werden die Ergebnisse in drei Hauptausgaben aufgeteilt, welche in Abbildung 19 dunkelgrau hinterlegt sind.

Externer Transport				Bauteil Stückkosten	
Einsparungen	GLT	<-- GLT ausgewählt	IST	SOLL	
Einsparung pro transportiertes Bauteil LKW		0,0050		0,0054	
Einsparung pro transportierten Behälter LKW		0,5213		0,5652	
Einsparung pro transportiertes Bauteil Wagon		0,0138		0,0111	
Einsparung pro transportierten Behälter Wagon		1,4387		1,1582	
Interner Transport				Externer Transport LKW	
Einsparungen	GLT			0,0590	0,0540
Einsparung pro transportiertes Bauteil		0,0027			
Einsparung pro transportieren Behälter		0,2829			
Lagerung				Externer Transport Bahn	
Blocklager					0,1570   0,1432
Einsparungen				Interner Transport	
Einsparung pro Behälter				0,0083	0,0056
Einsparung pro Behälter (GLT) bzw. pro voller Palette (KLT)		0,19913		0,33215	
Lagerung Hochregallager				Lagerung Blocklager	
Einsparung pro Bauteil		0,00038		0,00064	
Einsparung pro Behälter		0,03983		0,06643	
Bei der Einlagerung von 3.640 Teilen werden für die Lagerung 17 Behälter weniger benötigt.				0,0011   0,0008	
Hochregallager				Lagerflächeneinsparung	
Einsparung pro Bauteil		0,00077	#DIV/0!	Blocklager	
Einsparung pro Behälter		0,08001	#DIV/0!	1,08 m²	
Einsparung pro Feld (GLT) bzw. pro Palette auf Feld (KLT)		0,08001	#DIV/0!	Hochregallager	
				3 Felder	

Abbildung 19: Ergebnisse der Behälterberechnung<sup>67</sup>

War es wie im Fall der Lagerung notwendig, zwischen mehreren Typen zu unterscheiden, so wurden diese einzelnen Unterkategorien durch hellgrauen Hintergrund hervorgehoben. Durch die farblichen Unterschiede soll eine effiziente Auffindung der benötigten Ergebnisse erleichtert werden. Hat man den gewünschten Block gefunden, muss in der ersten Spalte, die als „Einsparung“ bezeichnet wird, nach dem benötigten Begriff gesucht werden. Anschließend folgt man dieser Zeile nach rechts, wobei hier zwischen den beiden Ladungsträgerhilfsmitteln GLT und KLT zu unterscheiden ist. Hat man bei den Inputdaten einen Behälter ausgewählt, der in die Kategorie GLT fällt, muss die zweite Spalte verwendet werden. Andernfalls ist die dritte Spalte zu wählen, welche die Ergebnisse der KLTs repräsentiert. Um die Chance einer möglichen Verwechslung der beiden Ergebnisse so gering wie möglich zu ge-

<sup>67</sup> Quelle: Eigene Abbildung

stalten, weist das Feld „KLT“ automatisch auf das Feld „GLT“, wenn es sich um einen Großladungsträger handelt. Diese Sicherheitsmaßnahme funktioniert ebenfalls in umgekehrter Richtung, wobei kumulativ hierzu die Felder mit roter und grüner Farbe hervorgehoben werden.

Ein weiterer Datenblock, welcher auf der rechten Seite der Abbildung zu sehen ist und mit einem roten Rahmen versehen wurde, beinhaltet eine Auflistung der einzelnen Kosten im IST- und im SOLL-Zustand. Der einzige Unterschied zwischen diesen beiden Zuständen liegt in der Anzahl an Bauteilen, die im Behälter untergebracht werden. Der IST-Zustand weist hierbei auf die aktuelle Füllmenge und alle dadurch entstehenden Kosten hin. Analog hierzu beinhaltet der SOLL-Zustand jene Füllmenge, die durch alle möglichen Optimierungsoptionen und unter Einhaltung der vorhandenen Restriktionen erreichbar ist. Der Grund für die separierte Darstellung der Kosten liegt einzig darin, dass eine der vorhandenen Optimierungsmöglichkeiten, wie schon im Kapitel 6.2.2 berechnet, auch einen Behälterwechsel beinhalten kann, wodurch nicht nur andere Behälterdaten in die Berechnung einfließen, sondern darauf basierend auch unterschiedlich hohe Kosten anfallen können.

Der letzte Block in der Maske der Output-Daten beinhaltet Ergebnisse, die für den MaWi-Mitarbeiter eine entscheidende Bedeutung für die weitere Planung der vorhandenen Lagerflächen hat. Je nachdem welcher Lagertyp für den optimierten Behälter gewählt wird, kann der Mitarbeiter aus den Ergebnissen rückschließen, ob durch die Optimierung weitere Lagerflächen im Blocklager bzw. weitere Felder im Hochregallager frei geworden sind.

## 7 Zukünftige Trends in der Verpackungsplanung

Da die Bearbeitung dieses Punktes eine eher subjektive Einschätzung ist, werden zwei mögliche Trends in den folgenden Kapiteln besprochen, welche auf der persönlichen Einschätzung des Verfassers der vorliegenden Arbeit ein hohes Potenzial besitzen, in der Zukunft die Verpackungsplanung zu revolutionieren. Beim ersten Trend handelt es sich um einen modularen Ladungsträger und der zweite Trend betrifft die Anwendung von RFID-Technologien, wobei in den folgenden Unterkapiteln auf beide näher eingegangen wird.

### 7.1 Verwendung von modularen Ladungsträgern

Da in der heutigen Zeit die zu transportierenden Bauteile immer komplexer und teurer werden, müssen sie für die sichere Manipulation in einem Spezialladungsträger untergebracht werden, damit schon im Voraus das Schadenspotenzial während der Lagerung und des Transportes so gering wie möglich gehalten werden kann. Um den Konstruktionsaufwand, der wegen der hohen Individualität von Bauteilen anfällt, zu minimieren und die Wiederverwendbarkeit von Ladungsträgern trotz der Vielzahl an vorhandenen Varianten zu maximieren, wurde das Konzept eines modularen Ladungsträgers entwickelt.

Der modulare Ladungsträger ist eine neue Entwicklung von Ladungsträger, welcher beispielsweise aus dem Hause „Gebhardt“ kommt und zu den Spezialladungsträgern zählt. Auf Basis seiner modularen Bauweise kann er in relativ kurzer Zeit in seine Einzelteile zerlegt und dank seines individuellen Innenlebens sofort für die weitere Nutzung zu einem neuen Ladungsträger zusammengebaut werden.

Dadurch werden die Vorteile eines Universalladungsträgers sowie die Individualität eines Spezialladungsträgers in einem Behälter vereint.

Vorteile:

- Konzepterstellung, Behälterentwicklung und Bau des Musterbehälters kurzfristig erstellbar
- Schnelle Serienbelieferung möglich
- Umbautätigkeiten sind schnell durchführbar
- Durch qualitativ hochwertige Materialien ist eine lange Lebensdauer gegeben.<sup>68</sup>

---

<sup>68</sup> Gebhardt: Vergleich der Internetquelle:  
URL: [http://www.gebhardt.eu/modulare\\_ladungstraeger0.0.html](http://www.gebhardt.eu/modulare_ladungstraeger0.0.html) (Zugriff: 08.01.2015)

Nachteile:

- Hohe Anschaffungskosten wegen hochwertiger Materialien
- Entstehung von zusätzlichen Lagerkosten durch Zwischenlagerung der Einbauten
- Besitzen eine verhältnismäßig geringe Trag- und Auflast.

Das Basiskonstrukt eines modularen Ladungsträgers ist aus Abbildung 20 ersichtlich und kann darauf aufbauend mit den verschiedensten Einbauten ausgestattet werden, worauf später noch kurz eingegangen wird.



**Abbildung 20: Grundlegender Aufbau eines MLT<sup>69</sup>**

Wie in der Abbildung oben zu erkennen ist, kann dieser Ladungsträger von Grund auf je nach eigenem Bedarf aus den vorhandenen Modulen zusammengebaut und mit einem der folgenden Ausstattungsmöglichkeiten bzw. Einbauten für das Innenleben befüllt werden.

- Auszüge
- Kragarme
- Klappböden
- Aufnahmesysteme
- Taschensysteme

Daraus können, wie in Abbildung 21 dargestellt, die gängigsten Spezialladungsträger, welche in der Automobilindustrie Anwendung finden, in kurzer Zeit nachgebaut werden. Dies hat zwar den Vorteil, dass ein zu erstellender Prototyp in einem Bruchteil der Zeit für eine Abnahme zur Verfügung steht und durch den geringen Arbeitsaufwand auch die Serienbehälter im großen Umfang kurzfristig gebaut werden kann, sich der Projektleiter jedoch wie bei allen

---

<sup>69</sup> Gebhardt: Quelle der Internetquelle:  
URL: [http://www.gebhardt.eu/modulare\\_ladungstraeger0.0.html](http://www.gebhardt.eu/modulare_ladungstraeger0.0.html) (Zugriff: 08.01.2015)

Investitionen die Frage stellen muss, ob sich die höheren Investitionskosten über die komplette Lebensdauer des Ladungsträgers wirklich rentieren.



**Abbildung 21: Varianten von modularen Ladungsträgern<sup>70</sup>**

Obwohl eine komplette Umstellung auf modulare Ladungsträger eine strategische Entscheidung ist und die höheren Anschaffungskosten der Behälter vorab abschreckend sind, hat ein MLT auf langfristige Sicht natürlich das Potenzial, durch die permanente Wiederverwendung alter MLTs letztendlich einen preislichen Vorteil zu erwirtschaften. Ob ein Unternehmen sich auf eine solche Ladungsträgerpolitik einlassen kann, ist natürlich von der Firmengröße und der aktuellen Marktsituation abhängig.

## 7.2 Integration von RFID-Anwendungen

In dem nun folgenden Kapitel wird nicht nur das Basiswissen, sowie Aufbau und Funktionsweise von RFID-Technologien vermittelt, sondern es wird auch noch dargestellt, weshalb diese Technologie ein hohes Potenzial besitzt, den Verpackungsplanungsprozess in Zukunft zu revolutionieren.

<sup>70</sup> Gebhardt: Quelle der Internetquelle:  
URL: [http://www.gebhardt.eu/modulare\\_ladungstraeger0.0.html](http://www.gebhardt.eu/modulare_ladungstraeger0.0.html) (Zugriff: 08.01.2015)

## 7.2.1 Grundlegendes zur RFID-Technologie

Unter dem Begriff „Radio Frequency Identification“ oder kurz RFID wird eine Technologie verstanden, mit deren Hilfe eine automatische und berührungslose Identifikation von Objekten ermöglicht wird.<sup>71</sup>

Die erste offizielle Nutzung der RFID-Technologie fand im Zweiten Weltkrieg statt, wobei hierbei eine Unterscheidung zwischen den eigenen und den feindlichen Flugzeugen ermöglicht wurde. Dafür wurden sämtliche Flugzeuge mit Sendern ausgestattet, die jedoch wegen ihrer Größe und ihrem Gewicht nicht für die kommerzielle Nutzung geeignet waren. Zwischen den 1960er- und 1970er-Jahren wurden die RFID-Systeme für den Bereich der Zugangskontrolle in nuklearen Arealen weiterentwickelt und letztendlich im Jahr 1977 für die zivile Nutzung freigegeben. Gleich ab dem Folgejahr wurde diese Technologie für die Tiererkennung eingesetzt, welche sich bis zum heutigen Zeitpunkt etabliert hat. Ab 1984 wurde mit der Serienproduktion von RFID-Geräten begonnen, wobei sich die Entwickler bis zum heutigen Tag um eine Reduzierung der Kosten und der Chipgröße bemühen. Da die Identifikation von Objekten in den letzten Jahrzehnten immer wichtiger wurde, sind für die Übertragung von Informationen bezüglich eines Objektes unterschiedlichste Technologien entwickelt worden. Die heute am weitest verbreitete Technologie für die Identifikation von Objekten ist der Barcode, der heute auf nahezu jeder Ware in Supermärkten zu finden ist. Mittels Barcode und Lesegerät kann binnen eines Sekundenbruchteils die zuvor abgespeicherte Information über jedes beliebige Objekt abgefragt und im Anschluss weiterverarbeitet werden. Diese Technologie hat jedoch den Nachteil, dass für eine eindeutige Auslesung der Daten nicht nur der Barcode ersichtlich sein muss, sondern der Code auch keine visuellen Schäden jeglicher Art aufweisen darf. Anders als beim Barcode weist sich die RFID-Technologie durch eine berührungslose Datenübertragung mittels Funk aus, wodurch kein direkter Sichtkontakt für die Datenerfassung notwendig ist. Dadurch wird die simultane Erfassung von mehreren Objekten ermöglicht, was als Pulkerfassung bezeichnet wird. Ein weiterer Vorteil dieser Technologie ist die Unabhängigkeit von äußeren Einflüssen, weshalb eine einwandfreie Datenerfassung auch bei verschmutzten und feuchten Objekten möglich ist.<sup>72</sup>

Auf die genaue Funktionsweise und dem Aufbau dieser Technologie wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

---

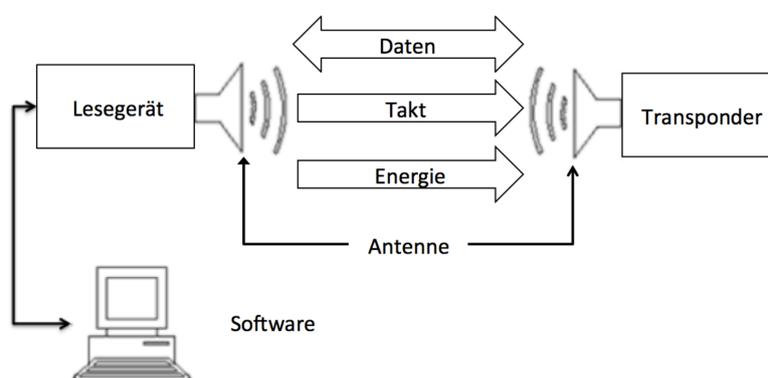
<sup>71</sup> Vgl. Hahndorf et al. (2009), S.12

<sup>72</sup> Vgl. Franke, Dangelmaier et al. (2006), S.10

## 7.2.2 Aufbau und Funktionsweise von RFID-Systemen

Für ein funktionsfähiges RFID-System werden grundsätzlich drei verschiedene Komponenten benötigt. Die erste Komponente ist der Transponder oder RFID-Tag, auf welchen die notwendigen Daten über das Objekt gespeichert werden können. Mittels eines dafür entwickelten Lese- und oder Schreibgeräts können die Informationen aus dem Chip gelesen bzw. auf den RFID-Tag geschrieben werden. Als optionale dritte Komponente kann ein Softwarepaket verwendet werden, welches die ausgelesenen Daten weiterverarbeiten kann.<sup>73</sup>

Um den Aufbau eines RFID-Systems besser zu verstehen, wird nach der grundsätzlichen Funktionsweise, welche in Abbildung 22 dargestellt und anschließend erläutert wird, näher auf die unterschiedlichen Varianten eingegangen.



**Abbildung 22: Grundsätzlicher Aufbau eines RFID-Systems<sup>74</sup>**

Wie schon erwähnt, besteht ein RFID-System aus drei Komponenten. Je nach Art des Lesegerätes versucht es, mit einer bestimmten Häufigkeit jene Transponder anzusprechen, welche sich in Reichweite befinden. Je häufiger ein solcher Takt von dem Lesegerät ausgesendet wird, desto schneller kann der Chip erfasst und ausgelesen werden. Kommt nun das Lesegerät in die Reichweite eines Transponders, wird der Transponder über die vom Lesegerät ausgestrahlten elektromagnetischen Wellen mit Energie versorgt und aktiviert. Dadurch kann das Lesegerät alle Daten, welche der Transponder nun über sich offenbart, auslesen.

Diese Art der Energieversorgung ist nur bei passiven RFID-Tags notwendig. Im Gegensatz zu den passiven Transpondern können die aktiven sich selbst über eine eigene Batterie mit Strom versorgen. Dadurch erhöht sich zwar die Reichweite eines solchen Systems, jedoch

<sup>73</sup> Vgl. Hahndorf et al. (2009), S.13

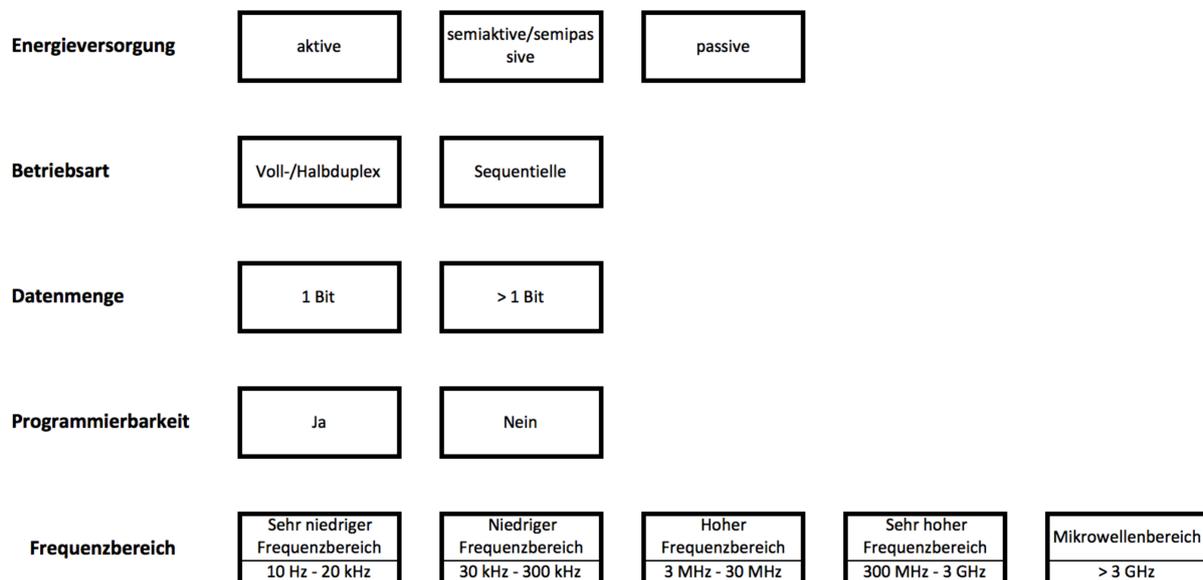
<sup>74</sup> Vgl. Finkenzeller et al. (2006), S.9

erhöhen sich zusätzlich auch Größe, Gewicht und vor allem die Kosten. Je nach gewähltem Transponder können Reichweiten zwischen 2 mm und 100 m erreicht werden, wobei letzteres nur von aktiven Transpondern erreicht werden kann. Je nach Bedarf können diese Chips in Größenordnungen von weniger als einem Millimeter bis hin zu einigen Zentimetern an dem jeweiligen Objekt befestigt werden.<sup>75</sup>

Abbildung 23 stellt die groben Unterscheidungsmerkmale von Transpondern dar, auf die jedoch nur kurz eingegangen wird, um nicht den Umfang dieses Teilkapitels zu sprengen. Unter dem Punkt „Energieversorgung“ gibt es noch die Unterscheidungsmerkmale semiaktiv und semipassiv.

Hierbei handelt es sich um eine Mischform, die zwar eine eigene Energiequelle integriert hat, die sie jedoch nur für die Versorgung des eigenen Mikrochips benötigt.<sup>76</sup>

Bei der Betriebsart wird zwischen den verschiedenen Methoden dahingehend differenziert, wie die Kommunikation zwischen Lesegerät und Transmitter funktioniert.



**Abbildung 23: Grundlegende Unterscheidungsmerkmale bei RFID-Systemen<sup>77</sup>**

Kann der Transmitter nur eine Datenmenge von einem Bit speichern, also nur zwischen zwei

<sup>75</sup> Vgl. Franke et al. (2006), S.10

<sup>76</sup> Vgl. Özel et al. (2008), S.14

<sup>77</sup> Vgl. Franke et al. (2006), S.20

Zuständen unterscheiden, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Sicherheitsschip, welcher beispielsweise in einem Kaufhaus die Waren vor möglichen Diebstählen schützen soll. Wird ein Transponder als programmierbar bezeichnet, können seine Daten jederzeit verändert bzw. neu geschrieben werden. Dahingegen können nicht-programmierbare Transponder nach der Herstellung nur mehr ausgelesen werden.

Die Frequenzbereiche werden in fünf Bereiche unterteilt, wobei die Sendereichweite mit steigender Frequenz erhöht wird.<sup>78</sup>

Da nun ein Überblick über die Funktionsweise von RFID-Systemen gegeben wurde, wird im folgenden Kapitel auf die Anwendungsmöglichkeiten eingegangen.

### **7.2.3RFID in der Automobilindustrie**

Da sich diese Arbeit größtenteils mit Ladungsträgern beschäftigt, wird hier auch nur auf die Anwendbarkeit der RFID-Technologie hinsichtlich der Nutzung von Behältern eingegangen. Betrachtet man einen Ladungsträger über seine komplette Lebensdauer, so wird ersichtlich, dass er nur für den internen und externen Transport, sowie die Lagerung unterschiedlicher Bauteile verwendet wird. Um dabei einen Überblick über den aktuellen Aufenthaltsort und dem Verbleib von Behältern behalten zu können, müssen diese Ladungsträger entsprechend verwaltet werden.

Zur Aufrechterhaltung einer optimalen Verwaltung müssen zu jedem Zeitpunkt die Menge, Art und der Aufenthaltsort jedes Behälters ermittelbar sein. Um zu eruieren, in welchem Zustand die aktuelle Ladungsträgerverwaltung ist, müssen folgende Fragen sofort mittels einer Software abrufbar sein.

- Wo finde ich einen bestimmten Ladungsträger?
- Wie viele Ladungsträger dieses Typs sind aktuell frei verfügbar?
- Wie hoch sind die einzelnen Zeitbausteine über die komplette Umlaufdauer?

Kann das Unternehmen eine solche Verwaltung vorweisen, so wird es ihm ermöglicht, eventuelle Produktionsausfälle, welche durch fehlende Ladungsträger verursacht wurden, auf ein Minimum zu reduzieren. Des Weiteren kann in manchen Fällen eine Verringerung der Umlaufzeiten durch Vermeidung unnötiger Lager-, Rüst- und Wartungsvorgänge erreicht werden, wodurch die Effizienz von einzelnen Behältern ebenfalls erhöht wird. Außerdem müssen keine Suchaufträge gestartet werden, um einen für die Produktion wichtigen Behälter ausfin-

---

<sup>78</sup> Vgl. Kummer, Einbock, Westerheide et al. (2005), S.16 und Franke et al. (2006), S.20

dig zu machen. Schlussendlich wäre die jährlich durchzuführende Inventur lediglich reine Formsache, da im Laufe des gesamten Jahres alle Behälterbewegungen im Computersystem hinterlegt wurden und jederzeit abrufbar sind. Durch den Einsatz von Ladungsträgern, welche mittels RFID-Transpondern gekennzeichnet sind, kann nicht nur der aktuelle Lagerort, sondern auch der Transportweg eruiert und visualisiert werden. Dadurch können nicht nur die Kosten durch fortlaufende Behältersuchvorgänge auf ein Minimum reduziert, sondern es kann auch dem Behälterschwund entgegengesteuert werden.<sup>79</sup>

Eine pauschale Aussage über den Nutzen durch RFID in einem Unternehmen kann nicht gegeben werden, da die Anwendbarkeit dieser Technologie vom Gebäudelayout und von den einzelnen Prozessabläufen eines Unternehmens abhängig ist. Zusätzlich zu den oben genannten Vorteilen besitzt die RFID-Technologie ein großes Potenzial wenn es um das Aufzeigen von Optimierungspotenzialen geht.

---

<sup>79</sup> RFID-Lösungen: Vergleich von Internetquelle:  
URL: <http://www.rfid-loesungen.com> (Zugriff: 05.01.2017)

## Literaturverzeichnis

Czaja, L. (2009): Qualitätsfrühwarnsysteme für die Automobilindustrie. 1.Aufl. Gabler. ISBN 978-3-8349-1396-8.

Fendrich, L.; Fengler, W. (2013): Handbuch Eisenbahninfrastruktur. 2.Aufl. Springer Verlag. ISBN 978-3-642-30020-2.

Finkenzeller, K. (2006): RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktlose Chipkarten. 4.Aufl. Hanser. ISBN 978-3-44640-398-7.

Franke, W.; Dangelmaier, W. (2006): RFID – Leitfaden für die Logistik. 1.Aufl. Gabler Verlag. ISBN 978-3-8349-0303-7.

Freidank, C.-C. (2012): Kostenrechnung – Grundlagen des innerbetrieblichen Rechnungswesens und Konzepte des Kostenmanagements. 9.Aufl. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. ISBN 978-3-486-71769-3.

Friedl, B. (2009): Kostenmanagement. 1.Aufl. Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft mbH. ISBN 978-3-8282-0480-5.

Geiger, C.; Clausen, U. (2013): Verkehrs- und Transportlogistik. 2.Aufl. Springer Verlag. ISBN 978-3-540-34299-1.

Gleißner, H.; Femmerling, J.C. (2008): Logistik – Grundlagen, Übungen, Fallbeispiele. 1.Aufl. Gabler Verlag. ISBN 978-3-8349-0296-2.

Grossmann, G.; Kaßmann, M. (2007): Transportsichere Verpackung und Ladungssicherung. 2. Aufl., Expert Verlag. ISBN 978-3-8169-2688-7.

Gudehus, T. (2012): Logistik 1 – Grundlagen, Verfahren und Strategien. 4.Aufl., Springer Vieweg. ISBN 978-3-642-29359-7.

Hab, G.; Wagner, R. (2013): Projektmanagement in der Automobilindustrie. 4.Aufl., Springer Gabler. ISBN 978-3-8349-4369-9.

Hahndorf, M.O. (2009): Die Zukunft der RFID-Technologie – Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis. 1.Aufl. IGEL Verlag GmbH. ISBN 978-3-86815-093-3.

Hasse, S. (2008): Giesserei-Lexikon. 19.Aufl. Fachverlag Schiele & Schön GmbH. ISBN 978-3-7949-0753-3.

Klaus, P.; Krieger, W.; Krupp, M. (2012): Gabler Lexikon Logistik – Management logistischer Netzwerke und Flüsse. 5.Aufl., Springer Gabler. ISBN 978-3-8349-7172-2.

Klug, F. (2010): Logistikmanagement in der Automobilindustrie. 1.Aufl., Springer Verlag. ISBN 978-3-642-05293-4.

Kraus, G.; Westermann, R. (2010): Projektmanagement mit System. 4.Aufl. Gabler Verlag. ISBN 978-3-8349-1905-2.

Kummer, S. (2009): Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik. 2.Aufl., Pearson Studium. ISBN 978-3-8273-7351-9.

Kummer, S.; Einbock, M.; Westerheide, C. (2005): RFID in der Logistik. 1.Aufl. Bohmann Verlag. ISBN 978-3-90198-359-7.

Kuschel, S., Boy, J; Dudek, C. (1994): Projektmanagement. 1.Aufl., Gabal Verlag. ISBN 978-3-930-79901-5.

Lagne, M.; Robold, M. O. (2012): Risikomanagement. 1.Aufl., Verlag Versicherungswirtschaft. ISBN 978-3-89952-715-5.

Litke, H.D; Kunow, I. (2007): Projektmanagement. 5.Aufl., Haufe. ISBN 978-3-448-07745-2.

Martin, H. (2006): Transport- und Lagerlogistik – Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik. 6. Aufl., Vieweg+Teubner Verlag. ISBN 978-3834801685.

Özel, H. (2008): Bedeutung und Anwendungsgebiet des RFID-Systems. 1. Aufl. Diplomica Verlag GmbH. ISBN 978-3-8366-6246-8.

Probst, H.-J.; Haunerding, M. (2007): Projektmanagement leicht gemacht. 4.Aufl. Redline Wirtschaft. ISBN 978-3-636-01355-9.

Schlobohm, M. (2011): Ladungssicherung – aber richtig!. 1.Aufl., Hüthig Jehle Rehm GmbH. ISBN 978-3-609-68606-6.

Schulte, G. (2001): Material- und Logistikmanagement. 2. Aufl. Oldenbourg. ISBN 3-486-25458-8.

Sperber, T. (2008): Aufbau einer Projektmanagementstruktur für Investitionsprojekte. 1.Aufl. Diplomica Verlag. ISBN 978-3-8366-6694-7.

Tiedtke, J.R. (2007): Allgemeine BWL – Betriebswirtschaftliches Wissen für kaufmännische Berufe. 2. Aufl. GWV Fachverlage GmbH. ISBN 978-3-409-29740-0.

Bartels, C. (2013): Supply Chain Monitoring in der Automobilindustrie. Studienarbeit

## **Anhang**

- Verpackungshandbuch
- Lastenheft für Ladungsträger
- Standardabnahmeprotokoll von Ladungsträgern

# Verpackungshandbuch für Lieferanten

Version	Freigabedatum	Freigabeverantwortlicher	Abt.	Erstellt/ Geändert	Datum
1.0				M. Wels	

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Begriffsdefinition .....</b>	<b>3</b>
2.1	Traglast .....	3
2.2	Auflast .....	3
2.3	Stapelfaktor .....	3
<b>3</b>	<b>Handhabung von Ladungsträgern .....</b>	<b>3</b>
3.1	Lagerung der Ladungsträger .....	3
3.2	Wartung und Pflege der Ladungsträger .....	3
3.3	Transport der Ladungsträger.....	4
3.4	Schäden an Ladungsträger.....	4
3.5	Verschrottung..... Fehler! Textmarke nicht definiert.	
3.6	Inventur .....	4
<b>4</b>	<b>Haftung .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Behälterdatenblatt .....</b>	<b>6</b>

## **1 Einleitung**

Dieses Verpackungshandbuch hat die Aufgabe alle technischen Daten, sowie die exakte Bezeichnung der Behälter klar zu definieren. Um eine unsachgemäße Verwendung der Ladungsträger zu vermeiden, wird des Weiteren erläutert, wie die Handhabung der einzelnen Ladungsträger von statten gehen muss.

## **2 Begriffsdefinition**

### **2.1 Traglast**

Die Traglast gibt an, mit welchem Gewicht ein Behälter maximal befüllt werden darf, um die Stabilität des Behälters nicht zu gefährden.

### **2.2 Auflast**

Die Auflast gibt an, welche maximale Last auf dem untersten Behälter eines Behälterstapels lasten darf.

### **2.3 Stapelfaktor**

Der Stapelfaktor beschreibt die Anzahl an baugleichen Behältern, die übereinander gestapelt werden dürfen, ohne die Statik des Behälters zu gefährden. Der tatsächlich verwendete Stapelfaktor, ist abhängig von der im jeweiligen Unternehmen erlaubten Stapelhöhe.

## **3 Handhabung von Ladungsträgern**

Um eine lange Lebensdauer der Ladungsträger gewährleisten zu können ist es erforderlich, dass jeder einzelne Nutzer des Ladungsträgers für eine ordnungsgemäße Handhabung sorgt. Dazu gehört ebenfalls die Einhaltung der maximal erlaubten Traglast eines jeden Ladungsträgers.

### **3.1 Lagerung der Ladungsträger**

Der Lieferant ist dafür verantwortlich, dass der Ladungsträger so gelagert wird, dass er von äußeren Einflüssen z.B. Witterungseinflüssen geschützt ist. Um die äußeren Einflüsse auf ein Minimum zu reduzieren, wird ebenfalls empfohlen den Umschlag sowie die Lagerung des Leergutes unter einer überdachten Fläche durchzuführen. Außerdem ist darauf zu achten, dass die erlaubte Stapelbarkeit der einzelnen Ladungsträger nicht überschritten wird.

Sowohl bei der Einlagerung, als auch bei der Be- und Entladung von Transportmitteln ist es nicht erlaubt die Ladungsträger unter Verwendung des Gabelstaplers über den Boden zu schieben.

### **3.2 Instandhaltung der Ladungsträger**

Die Instandhaltung von Spezialladungsträgern liegt in der Verantwortung von MHS, jedoch werden die dafür anfallenden Kosten zur Hälfte dem Lieferanten weiterverrechnet. Wird ein Universalladungsträger beschädigt, während er im Zuständigkeitsbereich des Lieferanten ist, muss der Lieferant diesen auf eigene Kosten reparieren. Der Lieferant hat dafür zu sorgen, dass ausschließlich einwandfreie Ladungsträger an MHS geschickt werden.

### 3.3 Transport der Ladungsträger

Ist ein Behälter faltbar, wird dieser Ladungsträger im Leerguttransport im gefalteten Zustand transportiert. MHS behält sich das Recht vor, Ladungsträger mit nicht eindeutiger Kennzeichnung oder Lieferungen mit mangelhafter Verpackung zurückzuweisen und/oder dem Lieferanten etwaige Zusatzkosten in Rechnung zu stellen.

### 3.4 Schäden an Ladungsträger

Entsteht während der Nutzung eines Spezialladungsträgers ein Schaden bzw. wird ein Schaden entdeckt, so ist diese Person verpflichtet eine Sperrkarte, wie beispielsweise in folgender Abbildung dargestellt, an das Klemmbrett des beschädigten Ladungsträgers anzubringen und alle Daten, welche für eine eindeutige Identifikation des Schadens notwendig sind, auf der Sperrkarte zu vermerken.



**MAGNA**  
COSMA INTERNATIONAL

MAGNA Heavy Stamping

**Nicht beladen - Reparatur erforderlich - Nicht beladen**

**RACK** **PALETTEN**

An den folgenden Teilen wurde ein Schaden festgestellt:

<input type="checkbox"/> Außengestell <input type="checkbox"/> Bügel <input type="checkbox"/> Einbauteile <input type="checkbox"/> Kunststoffteile <input type="checkbox"/> Verschlüsse <input type="checkbox"/> Einstellung	Bemerkung:	<input type="checkbox"/> Pinolen <input type="checkbox"/> Oberfläche <input type="checkbox"/> Kranhaken <input type="checkbox"/> Lochbild <input type="checkbox"/> Staplertunnel <input type="checkbox"/> Sonstiges
---	------------	--

Schaden festgestellt

Name: ..... Datum: ..... Abteilung: .....

Erstellt von: Alois Tändl Datum: 25.01.2007

Des Weiteren ist es notwendig die Leergut-Abteilung bei MHS über die Entstehung dieses Schadens zu informieren.

### 3.5 Inventur

Einmal im Jahr führt MHS eine Behälterinventur, der Universal- und Spezialladungsträger durch, zu der der Lieferant gesondert aufgefordert wird. Der Lieferant ist verpflichtet an dieser Behälterinventur teilzunehmen. Um eventuelle Inventurabweichungen schon frühzeitig zu erkennen, führt MHS zusätzlich zur jährlichen Inventur einen monatlichen Kontenabgleich der Ladungsträger durch. Hierzu wird der Lieferant aufgefordert, seinen aktuellen Behälterstand an MHS weiterzugeben.

## 4 Haftung

Werden beschädigte Materialien bei MHS angeliefert, welche auf einen Packfehler durch den Lieferanten zurückzuführen sind, übernimmt MHS dafür keine Haftung.

## 5 Kostenübernahme und Verantwortung

Lieferant MHS

Anschaffungskosten und Verantwortung für die Beschaffung von Mehrweg MHS Standard- und Spezialbehältern		
Anschaffungskosten und Verantwortung für die Beschaffung von Mehrweg-Innenverpackung von MHS Standard und Spezialbehältern		
Anschaffungskosten u. Verantwortung für die Beschaffung von lieferanteneigenen Behältern		
Kosten und Verantwortung für die Beschaffung von Behältern für den internen Fertigungsmehrbedarf des Lieferanten		
Kosten und Verantwortung für die Beschaffung von Behältern für Zwischenlagerung von Halbfabrikaten		
Kosten und Verantwortung für die Beschaffung von Behältern für die Lieferung an Vorlieferanten		
Kosten und Verantwortung für die Beschaffung von Behältern für Losgrößenfertigung		
Kosten und Verantwortung bei Anlieferung in nicht abgestimmter Ausweichverpackungen und die daraus entstehenden Folgekosten		
Kosten und Verantwortung bei Anlieferung in mangelhafter, nasser und verschmutzter Verpackung und die daraus entstehenden Folgekosten		
Kosten und Verantwortung für Nichteinhaltung festgelegter Verpackungen.		
Kosten und Verantwortung für nicht abgestimmte Anlieferungen von/in reparaturbedürftigen Behältern.		
Kosten für nicht genehmigte Verschrottungen von MHS eigenen Behältern und verschuldeten Verlust von Behältern		
Verantwortung für die Beschaffung von Einwegverpackung		
Verantwortung für Mitteilung an MHS über Änderung des Anlieferungsortes für Leergut		
Kosten und Verantwortung für Verpackungen, die nicht, unzureichend oder falsch abgestimmt sind		
Verantwortung für die Beschaffung von Ersatzverpackung		
Kosten für Ersatzverpackung und daraus entstehende Mehraufwände		
Kosten und Verantwortung für die laufende Reinigung von MHS Standard- und Spezialbehältern		
Meldepflicht für Unter- bzw. Über- oder Falschlieferungen an MHS		

## 6 Behälterdatenblatt

**Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften zum  
 Bau von Spezialladungsträgern und Unterbauten  
 der**

**Manufacturing and construction directive for the  
 build of custom carriers and base frames  
 of**

**MAGNA HEAVY STAMPING**

Version	Freigabedatum	Freigabeverantwortlicher	Abt.	Erstellt/ Geändert	Abt.	Datum
1.0				M. Wels		

## Zweck

Diese Fertigungs- und Konstruktionsvorschrift regelt die Abwicklung und die Anforderungen eines durchgängigen, jederzeit reproduzierbaren Qualitätsstandards in der Fertigung und Konstruktion von Spezialladungsträger und Unterbauten.

Sind Arbeitsanweisungen (AA) und Prozessbeschreibungen (PZB) zitiert, gelten diese nur für den internen Gebrauch.

DIN 1026-1	Warmgewalzter U-Profilstahl - Teil 1: Warmgewalzter U-Profilstahl mit geneigten Flanschflächen; Maße, Masse und statische Werte
DIN 16901	Kunststoff- Formteile, Toleranzen und Abnahmebedingungen für Längenmaße
DIN 18800-7	Stahlbauten - Herstellen, Eignungsnachweise zu Schweißen
DIN 52612-3	Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit
DIN 53428	Wasseraufnahme
DIN 53512	Bestimmung der Rückprallelastizität
DIN 6120-1 und -2	Packstoffe und Packmittel aus Kunststoff; Bildzeichen
EN 10027 Teil 1 und 2	Bezeichnungssysteme für Stähle - Kurznamen, Hauptsymbole, Nummernsystem
EN 10058	Warmgewalzte Flachstäbe aus Stahl für allgemeine Verwendung; Maße; Formtoleranz
EN 1011-1 bis 5	Richtlinie für Schweißen von Stählen
EN 10131	Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen sowie Stähle mit höherer Streckgrenze zum Kaltumformen
EN 10305-3	Präzisionsstahlrohre, techn. Lieferbedingungen für geschweißte maßgewalzte Rohre

## Purpose

This manufacturing and construction directive regulates the execution and demands of quality in the manufacturing and construction of custom carriers and base frames which results in a consistent and reproducible quality.

If "Working instructions" (AA) or "Process descriptions" (PZB) are mentioned in the standard they are only for internal use.

DIN 1026-1	Hot rolled steel channels – Part 1: Taper flange steel channels; dimensions, masses and sectional properties
DIN 16901	Plastics moldings; Tolerances and acceptance conditions for linear dimensions
DIN 18800-7	arc welders requirement
DIN 52612-3	Thermal conductivity
DIN 53428	Water absorption
DIN 53512	Rebound elasticity
DIN 6120-1 und -2	Marking of packaging and packaging materials for recycling purposes – Plastics packaging and packaging materials
EN 10027 Teil 1 und 2	Designation systems for steel – Steel names, principal symbols, numerical system
EN 10058	Hot rolled flat steel bars for general purposes Dimensions and tolerances on shape and dimensions
EN 1011-1 to 5	Joining of clad steel plate by Welding
EN 10131	Cold rolled uncoated and zinc or zinc-nickel electrolytically coated low carbon and high yield strength steel flat products for cold forming – Tolerances on dimensions and shape
EN 10305-3	Steel tubes for precision applications – Technical delivery conditions – Part 3: Welded cold sized tubes

EN 10305-5	Präzisionsstahlrohre - Technische Lieferbedingungen - Teil 5: Geschweißte und maßumgeformte Rohre mit quadratischem oder rechteckigem Querschnitt
EN 287-1	Prüfung von Schweißern – Schmelzschiessen Teil 1 Stähle
EN 61340-5-1	Schutz von elektrostatisch gefährdeten Bauelementen
ISO 10042	Lichtbogenschweißen an Aluminium und Aluminiumlegierungen
ISO 1798	Materialeigenschaften von expandierenden Polypropylen
ISO 1856	Materialeigenschaften von expandierenden Polypropylen
ISO 2409	Beschichtungstoffe - Gitterschnittprüfung
ISO 4651	Materialeigenschaften von expandierenden Polypropylen
ISO 5817	Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl, Richtlinie f. d. Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten
ISO 7040	Sechskantmütern mit Klemmteil, Typ 1
ISO 7850	Bestimmung des Kriechverhaltens unter Druckbelastung.
ISO 9606-2	Schweißerprüfung Teil2: Aluminium und Aluminiumlegierungen
N10 079	Einkaufsbedingungen f. nicht produktionsgebundene Lieferungen und Dienstleistungen
SEW400	Nichtrostende Walz- und schmiedestähle
VDA 4902	Warenanhänger (Barcode-fähig)
VDE 0303-30	Bestimmungen für elektrische Prüfungen von Isolierstoffen
ISO 4014	Sechskantschrauben mit Schaft -Produktklassen A und B
VDA 235 - 103	Cr(VI)-freie Oberflächenschutzarten für Schrauben in Blech, Kunststoff und Holz
VDA 235 - 104	Cr(VI)-freie Oberflächenschutzarten für Verbindungselemente mit metrischem Gewinde

EN 10305-5	Steel tubes for precision applications – Technical delivery conditions – Part 5: Welded and cold size square and rectangular tubes
EN 287-1	Check of arc welders – Part 1 Steel
EN 61340-5-1	Protection from electrical Discharge
ISO 10042	Arc welding of aluminum and aluminum alloy
ISO 1798	Material attributes of foam sheet
ISO 1856	Material properties of foam laminate
ISO 2409	Paints and varnishes – Crosscut test
ISO 4651	Material attributes of foam sheet
ISO 5817	Arc-welded joints in steel. Guidance on quality levels for Imperfections
ISO 7040	Prevailing torque type hexagon nuts (with non-metallic insert), style 1
ISO 7850	Determination of compressive Creep
ISO 9606-2	Qualification test of welders; Part2: aluminium & aluminium alloys
N10 079	Purchasing terms and conditions for non-productionrelated supplies and services
SEW400	Stainless steels – properties
VDA 4902	label (suitable for barcode)
VDE 0303-30	volume resistivity, measured dry
ISO 4014	Hexagon head bolts – Product grades A and B
VDA 235 - 103	Cr(VI)-free surface protection class for screws for sheet, plastic and wood
VDA 235 - 104	Cr(VI)-free surface protection class for fastener with * etric thread

M 7812	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten
ISO 13920	Schweißen – Allgemein toleranzen für Schweißkonstruktionen - Längen- und Winkelmaße - Form und Lage

M 7812	Quality assurance of welding
ISO 13920	Welding - General tolerances for welded constructions - Dimensions for lengths and angles - Shape and position

## Abkürzungen – Abbreviations

LT	Ladungsträger
MHS	Magna Heavy Stamping
RFQ	Angebotsanfrage
SOP	Produktionsstart
EOP	Produktionsende
ID	Identifikations Nummer
DFÜ	Datenfernübertragung
EDI	Elektronischer Datenaustausch
CD	Kompakt Disk
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol
PC	Polycarbonat
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PU	Polyurethan
PVC	Polyvinylchlorid
PS	Polystyrol
VA	Versuchsschmelze Austenit

LT	Carrier
MHS	Magna Heavy Stamping
RFQ	Request for quotation
SOP	Start of production
EOP	End of production
ID	Ident number
DFÜ	Data telecommunications
EDI	Electronic data interchange
CD	Compact disc
ABS	Acrylonitrile-butadiene-styrene
PC	Polycarbonate
PE	Polyethylene
PP	Polypropylene
PU	Polyurethane
PVC	Polyvinyl chloride
PS	Polystyrene
VA	Austenitic test melt

## Inhaltsverzeichnis – Index

1	Allgemeine Richtlinie – Common directives	7
2	Funktionserfüllung – Working and fulfillment	8
2.1	Allgemein – Generally	8
2.2	Kaufteile – Bought in parts	8
2.3	Arbeitssicherheit – Operational safety	9
2.4	Stapelbarkeit – Stackability	9
2.5	Reinigung und Instandhaltung – Cleaning and maintenance	9
2.6	Ersatzteile und Verschleißteile – Spare parts and consumable material	10
2.6.1	Angebot – Offer	10
2.6.2	Versorgung – Supply	10
3	Ladungsträgerbezeichnung – Custom carrier identification	11
3.1	Typenschild – Label	11
3.2	Ladungsträgerbeschriftung	12
4	Abmessungen – Dimensions	13
4.1	Außenabmessungen – Outer dimensions	13
4.2	Innenabmessungen - Inner dimensions	13
5	Ausführung – Execution	14
5.1	Verriegelungen und Klappen – Locking device and lids	14
5.2	Dämpfer – Shock absorber	14
5.3	Klinkentürme – Flipper tower	14
5.4	Staplertunnel	15
5.5	Stapeldorn	15
5.6	Bodengruppe	15
5.7	Streckgitter und Trittelemente – Expanded metal and steps	15
5.8	Kunststoffaufnahme – Plastic retainer	15
5.9	Kartenhalter – Label holder	16
5.10	Farbe – Coloring	17
5.10.1	Oberfläche – Surface	17
5.10.2	Kennzeichnung Rechts/Links Ausführung – Indication of right/left version	18
5.10.3	Kennzeichnung der Entnahmeseite – Identification of part access	18
5.10.4	Rackumbauten und Reparatur – Existing carrier modification, adaptation and repair	18
5.11	Verbindungselemente - Fasteners	18
5.11.1	Schraubenverbindungen – Bolted connection	18
5.11.2	Klebeverbindungen – Glued joints	19
5.12	Werkstoffe - Material	19
5.12.1	Stahlsorten – Steel grade	19
5.13	Schweißverbindungen – Welded connection	20
5.13.1	Anforderungen – Specifications	20
5.13.2	Schweißverfahren – Welding method	20
5.13.3	Schweißnähte – Welding seams	21

5.13.4	Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen – General tolerances for welded structures	21
6	Prototyp – Prototype	22
6.1	Datenversand – Data Distribution	22
6.2	Lieferumfang – Scope of delivery	22
6.3	Ausführung Prototyp – Prototype design	22
7	Werkzeug – Tooling	23
8	Einkaufsbedingungen – Purchasing conditions	23
9	Abnahme der Ladungsträger – Acceptance of custom carries	23
9.1	Abnahme der Prototypen – Acceptance of prototype custom carries	23
9.2	Abnahme der Serienladungsträger – Acceptance of serial custom carries	24
10	Freigabe des Ladungsträgers	24
11	Recycling / Umweltmanagement – Recycling / environmental management	24
12	Geheimhaltung – Privacy	25
13	Anhang	26

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 7 von 27
---	--	---

## 1 Allgemeine Richtlinie – Common directives

Die Qualität der Ladungsträger (LT) garantiert in der Prozesskette die Aufrechterhaltung der Teilequalität.

Alle Schweißverbindungen sind von geprüften Schweißern mit Befähigungsnachweis ► EN 287-1 bzw. ► ISO 9606-2 nach der ► DIN 18800-7 bzw. M 7812 durch zu führen.

Bei der Herstellung einzelner Auftragsteile durch Subhersteller sind vom Gebinde Haupthersteller alle nötigen Dokumentationen des Subherstellers anzufordern und auf Anfrage MHS vorzuweisen.

Der Lieferant garantiert die Verwendung der angeführten Werkstoffe, Rohre und Profile gemäß den zitierten Normen, sowie auch die Anwendung der beschriebenen Fertigungsmethoden und –verfahren.

Der Lieferant verpflichtet sich mit der Serienbestellung zur Abgabe eines Prüfberichtes pro LT.

Die Anerkennung des Lastenheftes und die damit verbunden Vorschriften sind verpflichtend für eine kostenlose Angebotslegung und die weitere Zusammenarbeit.

Abweichungen und Sondervereinbarungen bedürfen in jedem Falle der Schriftform und müssen vor Beginn des Prototypenbaus oder der Serienfertigung durch den Hersteller und der Fachabteilung bei MHS abgestimmt werden.

Es dürfen keine Patentteile ohne Abstimmung der Fachabteilung bei MHS verwendet werden. MHS übernimmt keine Lizenzgebühren für verwendete Patente.

Die Gewährleistung der Behälter wird auf 36 Monate, jedoch bei Klinkentürmen auf 7 Jahren ab Serienfreigabe, festgesetzt. Des Weiteren muss über diesen Zeitraum die gesamte Funktion auch bei einer Lagerung im Freien gewährleistet sein.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Anbieter auch für die entsprechende Statik verantwortlich ist.

The quality of the carriers guarantees to the up keep of part quality in the process chain.

All welded connections have to be done by audited welder with certificate of competence (► EN 287-1 rather ► ISO 9606-2 referring to ► DIN 18800-7 or rather ► M 7812.

If single components are produced by a subsupplier the main supplier has to request all documentation from the sub-supplier and has to show it to MHS on request.

The supplier agrees to use mentioned materials, tubes and profiles referring to the cited standards and also to the described manufacturing methods and processes.

The supplier commits with acceptance of the serial order to deliver a test report per single carrier.

The acceptance of all specifications, all connected obligations and future liaison are accepted when the packaging supplier submits the offer.

Deviations and special agreements have to be agreed between the supplier and the responsible operating department in written form before starting the build of a prototype.

Without trade off with the responsible operating department no patented parts can be used. MHS is not paying any license fees for applied patents.

Ensuring the container is set to 36 months, but at flipper tower over 7 years from production release. Furthermore the entire function must be ensured offer this period of time even when it stored outdoors.

It should be noted that the provider is responsible for the associated static.

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 8 von 27
---	--	---

## 2 Funktionserfüllung – Working and fulfillment

### 2.1 Allgemein – Generally

Die Funktionserfüllung muss auf die gesamte Projektlaufzeit gewährleistet sein.

The functionality must be assured over the complete project duration.

Die Funktionserfüllung beinhaltet die einfache und sichere Be- und Entladung und den Transport des Ladungsträgers, sowohl mit, als auch ohne Teile.

The functionality includes easy and safe loading/unloading and transportation with/without parts.

Grundsätzlich sind die Ladungsträger wartungsfrei auszulegen, Abweichungen sind im Angebot aufzuzeigen. Für nicht wartungsfrei ausgeführte Elemente ist eine Wartungsempfehlung abzugeben.

In principle all carriers have to be designed maintenance free. Deviations have to be mentioned in the offer. For components which are not maintenance free a maintenance instruction has to be provided.

Stark beanspruchte Ladungsträgerelemente sind wartungs- und reparaturfreundlich zu konzipieren.

Heavily stressed carrier components have to be designed such that it is easy to maintain and repair.

Verschleißteile müssen im Angebot extra und mit Angaben der zu erwartenden Lebensdauer angeführt werden.

Consumable parts have to be mentioned in the offer separately with the estimated life time.

Die Bodenkonstruktion muss nach Möglichkeit so gebaut sein, dass der Arbeiter keine Stufe steigen muss, Siehe Anhang.

The floor structure must be built as far as possible so that the worker must not climb stage, see appendix.

Alle Ladungsträger-Daten sind MHS jederzeit auf Anfrage vollständig zur Verfügung zu stellen.

All carrier data has to be completely provided to MHS on demand.

### 2.2 Kaufteile – Bought in parts

Werden Kaufteile benötigt so ist der Ladungsträgerlieferant für die Qualität der Teile und die termingerechte Anlieferung sowie Maßhaltigkeit der Teile verantwortlich. Weiters muss der Ladungsträgerlieferant die Gewährleistung der Ersatzteilmaterialien über die gesamte Projektlaufzeit garantieren und zusätzlich in der Stückliste mit vollständiger Nennung des Sub-Lieferanten anführen.

Parts which are not manufactured by the supplier and bought from a sub-supplier, used in the packaging design and development will need the supplier to be responsible for part quality, delivery within the agreed time and the dimensional accuracy. Furthermore the packaging supplier has to guarantee that spare parts are available over the whole project lead time and mention them in the bill of material with describing clearly the name and contact information of the sub supplier.

Fehlfunktionen, die durch den Einbau von fehlerhaften Teilen (Materialien und Kaufteilen) bzw. Ausfälle in der Produktion, die nachweislich durch den Ladungsträger entstehen, gehen zu Lasten des Ladungsträgerlieferanten. Dies gilt auch für versteckte Mängel. Mängel oder Reparaturen müssen kostenfrei durch den Ladungsträgerlieferanten beseitigt werden.

Malfunctions which are caused due to defective components (material or parts bought from a sub supplier) or failures in production which are evidentially caused by the packaging supplier have to be covered by the packaging supplier. This is also valid for hidden defects. Deficiencies have to be repaired free of charge by the packaging supplier.

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 9 von 27
---	--	---

### 2.3 Arbeitssicherheit – Operational safety

Sämtliche gesetzliche Auflagen zur Arbeitssicherheit der jeweiligen Länder, in denen der Ladungsträger verwendet wird, sind unbedingt einzuhalten. Ein weiterer Aspekt ist die Gewährleistung zur einwandfreien Transportsicherung. Diese hat nach den internationalen Richtlinien und entsprechend der Art des Transportes (Übersee Container, Bahn, LKW) zu erfolgen.

All legal restraints for operational safety for each country in which the carriers are planned to be used have to be adhered. Transportation safety has to be assured. Transportation safety has to follow international guidelines and according to the method of transportation (overseas container, train, truck).

### 2.4 Stapelbarkeit – Stackability

Ladungsträger sind generell stapelbar und anreihbar auszuführen, außer es wird in der Angebotsanfrage (RFQ) ausgeschlossen. Die Festigkeitsbeanspruchungen bei max. Stapelbarkeit müssen untersucht und berücksichtigt werden. Bei max. Auflast (inkl. Nutzlast und Tara) dürfen keine bleibenden Verformungen bzw. maßliche Abweichungen entstehen.

Carriers have to be in general stackable and be able to stand side by side without separation or gaps unless it was excluded in the request of quotation (RFQ). The compression loading for a maximum load has to be examined and considered. If maximum load is applied (incl. Payload and tare weight) no irreversible deformation or dimensional deviations have to accrue.

Die Ladungsträger müssen bis zu einer Höhe von 6 m stapelbar sein. Die Ladungsträger sind so auszulegen, dass beim Stapeln keine Probleme entstehen (Einführhilfe).

The carrier must be stackable to a high of 6m. The carriers are designed so that no problems arise when stacking. (Inlet guide)

### 2.5 Reinigung und Instandhaltung – Cleaning and maintenance

Der Ladungsträger muss so konstruiert werden, dass die Instandhaltung (Wartung, Reparatur, Reinigung), mit besonderem Bedacht auf bewegliche Teile, einfach und kostengünstig möglich ist.

The carrier has to be constructed in a way that maintenance, (servicing, repairs and cleaning), especially moveable components, are easy and inexpensive to be done.

Unter Berücksichtigung der Funktionssicherheit und Ladungsträger-Identifizierbarkeit muss eine Waschbarkeit gegeben sein. Der Ladungsträger ist so zu konstruieren, dass es zu keiner Wasser- oder Schmutzansammlung im Ladungsträger kommen kann. Bei allen Hohlprofilen und nach oben offenen Profilen sind Wasserablaufbohrungen  $\Phi 10\text{mm}$  oder Ausklinkungen einzuplanen. Ist ein Gebindeelement offen bzw. waagrecht angeordnet so sind nach Möglichkeit an beiden Seiten Ablaufvorrichtungen vorzusehen.

Under consideration of the functional safety and carrier identification the carriers have to be washable. The carrier has to be designed that collection of water or dirt is not possible. All hollow profiles and profiles which are open to the upper end have to be designed with drain holes with a  $\Phi 10\text{mm}$  or a notch. If a carrier element is open horizontal positioned on both sides drain device has to be installed on both sides or it has to be closed.

Das ablaufende Wasser darf die Bauteile nicht verschmutzen bzw. die Teilequalität nicht beeinflussen. (Spritzwasser). Besonders bei Kunststoffeinsbauten ist darauf zu achten.

Parts which are carried in the container have to be protected from dirt and part quality should not be affected by water splash. This has to be considered especially for plastic

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 10 von 27
---	--	--

Ablaufbohrungen sind unbedingt an den tiefsten Punkten einzuplanen.

inlays. Drain holes have to be placed at the lowest possible position.

## 2.6 Ersatzteile und Verschleißteile – Spare parts and consumable material

### 2.6.1 Angebot –Offer

Ein gestaffeltes Angebot für Ersatzteile (beweglichen Teile, Kunststoffkämme,...) muss abgegeben werden.

A detailed quotation for various quantities for spare parts (mobile parts, plastic combs, etc.) has to be delivered on the quotation.

Es gelten die ► MHS-Einkaufsbedingungen für nicht produktionsgebundene Lieferungen und Dienstleistungen.

Offer must be made according to ► MHS-Purchasing Terms and Conditions for not tied to production deliveries and services.

### 2.6.2 Versorgung – Supply

Die Ersatzteilversorgung muss über die gesamte Projektlaufzeit vom Start (SOP) bis Auslauf (EOP) der Fertigung gewährleistet sein. (Wenn in den Ausschreibungsunterlagen nicht anders definiert).

The spare part supply must be ensured over the entire duration of the project Start of production (SOP) till End of production (EOP), and if stated in RFQ, the supply duration has to follow what is mentioned in the RFQ. If nothing is stated in RFQ, the above statement of part supply from SOP to EOP should be ensured.

### 3 Ladungsträgerbezeichnung – Custom carrier identification

In der Projektbeschreibung wird für den einzelnen Ladungsträger eine Ladungsträger-Nummer (ID) vorgegeben. Diese muss bei jeder Lieferung auf allen relevanten Dokumenten (Lieferschein, Rechnung, DFÜ Begleitpapier, usw.) und EDI Übertragungen angegeben werden.

In the project description for every carrier a carrier ID will be defined, this ID has to be stated at every delivery on the delivery documents (delivery note, invoice, ) note and at every EDI transmission.

Die Ladungsträger Bezeichnung und deren Beschriftung (Ort, Farbe, Form und Schriftart) sowie jegliche Abweichungen werden schriftlich von der Fachabteilung bei MHS definiert.

The packaging ID, -labeling (location, color, form and font) and each deviation have to be announced in advance to the responsible operational department and has to be defined by MHS.

#### 3.1 Typenschild – Label

Auf jedem Ladungsträger (ausgenommen Standardbehälter) ist, wenn nicht anders vereinbart, ein Typenschild (Leichtmetall, Etikett, usw.) anzubringen. Wenn möglich auf der Innenseite eines Eckstehers bzw. an einer schwer beschädigbaren Stelle. Folgende Angaben sind in Deutsch und gut lesbar auf dem Typenschild anzuführen:

On every carrier (except standard containers) a label (light metal, stick on label, etc) has to be attached if no other commitment is set. If possible the label should be located on the inner side of a corner post or on an area which can be hardly damaged. Following description have to be attached in German and should be clearly legible on the label:

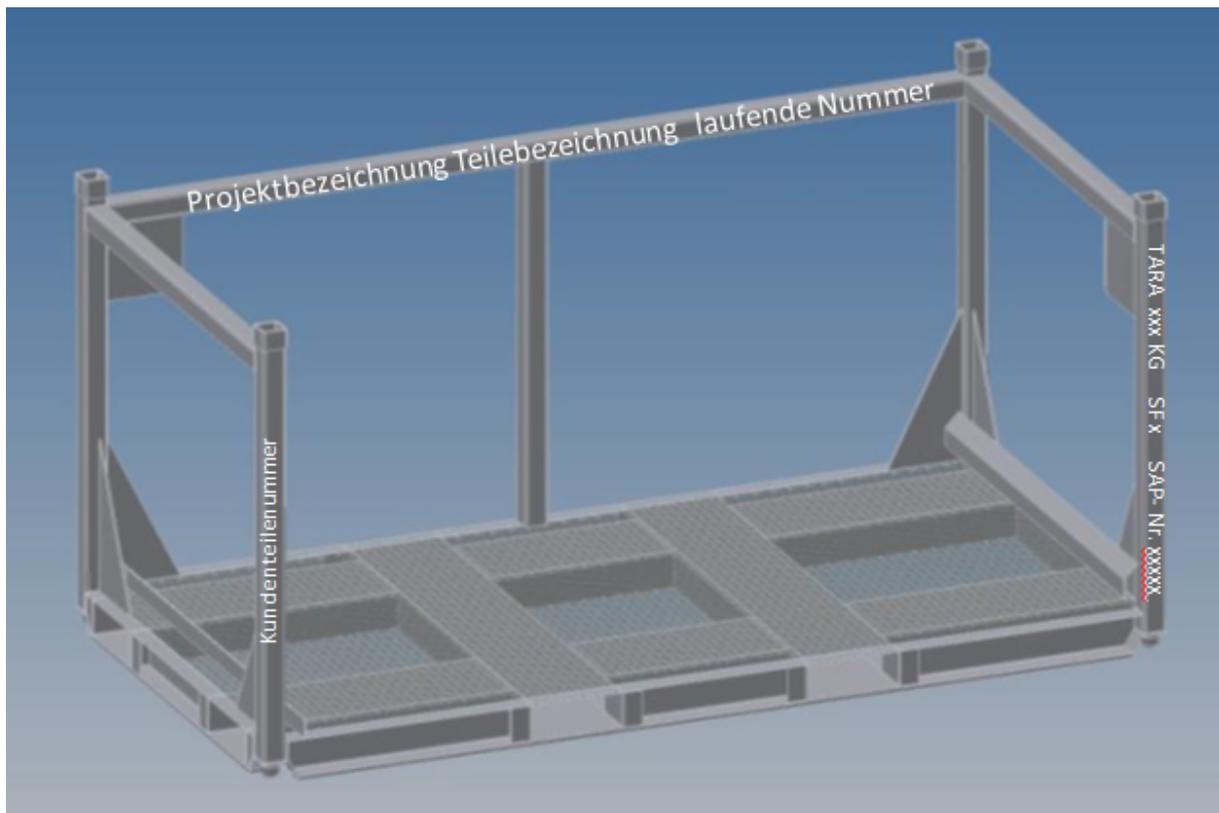
- Hersteller
- Ladungsträgerbezeichnung
- Laufende Nummer
- Baujahr
- Leergewicht (Tara)
- Tragfähigkeit
- Max. Auflast

- Manufacturer
- Packaging - description (ID)
- Serial Number
- Year of Construction
- Tare Weight
- Payload
- max. burden on

### 3.2 Ladungsträgerbeschriftung

Der Ladungsträger muss wie im folgenden Bild beschriftet sein. Es ist darauf zu achten, dass der Text mittig auf dem Träger platziert wird und eine Schriftgröße von 40mm aufweist. Die Rückseite muss dieselbe Beschriftung wie die Vorderseite aufweisen. An den Stirnseiten der oberen seitlichen Träger muss derselbe Schriftzug wie der obere Träger der Vorderseite aufweist.

The carrier must be labeled as in the picture below. It is important to ensure that the text is placed centrally on the carrier, has a character high of 40mm". The back has the same label as the front. The front of the upper side beams has the same stroke as the upper beam of the front.



## 4 Abmessungen – Dimensions

Die in der Ausschreibung angegebenen Abmessungen dürfen nur nach Rücksprache und nach Genehmigung des verantwortlichen Logistikplaners der entsprechenden MHS Fachabteilung geändert werden. Alle Anfragen müssen in schriftlicher Form bestätigt werden.

The dimensions which are announced in the RFQ can only be changed after consultation and acceptance of the responsible logistic engineer of the operational department at MHS. All requests have to be confirmed in writing.

Bei der Planung ist das zu verwendende Transportmittel zu berücksichtigen (Container, Bahn, LKW, usw.) (L x B x H)

The dimensional design has to be optimized to the mode of transportation which will be used (container, railway, truck etc.) (L x W x H)

### 4.1 Außenabmessungen – Outer dimensions

Die Ladungsträger sind so auszulegen, dass eine optimale Volumenausnutzung der Transportmittel erzielt werden kann.

Dimensions of custom packaging have to be designed to optimize the usage of the mode of transportation.

Standard Abmessungen / Standard dimension		
Länge /length [mm]	Breite/wide [mm]	Höhe/high [mm]
400	300	580 725 965 Oder / or 1450
600	400	
800	600	
1200	1000	
1200	800 1200 Oder / or 2400	
1500		
1680		
1920		
2240		
2400		
2700		

Bei Behälter mit einer Länge oder Breite von über 1500mm ist in der Mitte eine massive Gabelführung zu montieren, sodass sich der Behälter bei der Staplerfahrt nicht verdrehen kann, siehe Anhang.

For container with a length or width more than 1500mm in the middle of the container thee must be mounted a massive fork guide so that the container can not rotate while transported with the forklift, see the appendix.

### 4.2 Innenabmessungen - Inner dimensions

Die Teile müssen unter Optimierung des Füllgrades genügend Freiraum für den sicheren logistischen Ablauf haben. Dies beinhaltet unter anderem den internen und externen Transport, sowie die Be- und Entladung.

The inner dimensions of the carrier should be designed such that it should optimize part density to allow free space to secure a safe logistic supply chain. The inner dimensions of the carrier design should allow for safety of the parts during internal and external transportation as also during loading and unloading of parts.

Der Abstand der Teile zur Unterkante des oberen Querträgers muss ausreichend bemessen sein.

The distance of parts to the lower edge of the upper cross beam has to be sufficient.

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 14 von 27
---	--	--

## 5 Ausführung – Execution

### 5.1 Verriegelungen und Klappen – Locking device and lids

Sind bewegliche Teile bei einem LT gefordert, so müssen sie im offenen sowie im geschlossenen Zustand über einen Anschlag verfügen und verriegelbar bzw. feststellbar sein.

If moveable components are needed for the carrier a limit stop in opened and closed position is mandatory and it has to be lockable and secure in the open condition.

Federriegel müssen witterungsbeständig und dauerhaft leichtgängig ausgeführt sein. Verzinkte Federriegel sind zu bevorzugen. Weiter ist darauf zu achten, dass beim Anschweißen der Federriegel das Fett im Inneren nicht verbrannt wird.

Spring bolts have to be weatherproof and durable for free movement. Zinc coated spring bolts are preferred. It has to be ensured that grease inside the spring bolt should not be burnt during welding process.

### 5.2 Dämpfer – Shock absorber

Dämpfer müssen generell ausreichend dimensioniert sein und dürfen keine Gefahren bergen.

Shock absorbers have to be amply dimensioned and should be free of safety hazards.

### 5.3 Klinkentürme – Flipper tower

Der LT-Lieferant gewährleistet einen störungsfreien Betrieb der Klinkentürme einschließlich des Teileschutzes bis EOP. Diese Gewährleistung bezieht sich auf systembedingte Störungen und nicht auf Defekte, die auf unsachgemäße Behandlung der Klinkentürme zurückzuführen sind.

The packaging supplier guarantees a failure-free operation of flipper towers and part protection until EOP. This warranty is related to system inherent brake downs and not due to defects which are related to improper handling of the flipper towers.

Der Klinkenturmliednerant (Sub-Hersteller) muss bei Angebotsabgabe genannt werden. Korrosion ist grundsätzlich auszuschließen.

The supplier (sub supplier) of the flipper tower has to be named in the offer. It is mandatory that flipper towers are corrosion free.

Die Klinken der Klinkentürme sind in Edelstahl ohne Kunststoffbeschichtung auszuführen. Falls bei einer Preisanfrage andere Klinken gefordert werden, sind diese zu verwenden. Die Klinken sind der Teilekontur entsprechend zu bombieren, sodass das Teil nicht auf der Metallkante der Klinke aufliegt.

The latches of the flipper tower are to be executed in stainless steel without plastic coating. If other latches are required at a price request they shall be applied. The latches are bowing to the contour corresponding parts, so that the part does not rest on the metal edge of the latch.

Alle Führungs- bzw. Anschlagbleche sind in rostfreier Qualität (V2A) und mind. 3mm Stärke auszuführen.

All guide plates and limit plates have to be made out of V2A steel (stainless steel) and min 3mm thickness.

Für die o.g. Punkte ist zu beachten, dass die Behälter auch im Freien gelagert werden.

Referring to the above mentioned articles it has to be considered that the carriers are stored outside.

Die Fertigung der Klinkentürme hat nach einem funktionierenden Qualitätsmanagement zu erfolgen.

The production of the flipper towers has to be done in accordance with an efficient quality management system.

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 15 von 27
---	--	--

#### 5.4 Staplertunnel

Die Staplertunnel müssen eine Lichtweite von 230/80 mm (Breite/Höhe), einen Achsenabstand von 730mm aufweisen, von vier Seiten bedienbar sein und bei Behältern mit einer Rampe nur von drei Seiten.

The forklift tunnel shall have clear opening of 230/80mm (wide/high), a wheelbase of 730mm, be operable from all four sides and with a ramp just from three sides.

#### 5.5 Stapeldorn

Die Stapeldorne dürfen nicht größer sein als die Stapelsäulen an denen sie angeschweißt sind.

The stacking bolts may not be larger than the stacking columns on which they are welded.



#### 5.6 Bodengruppe

Die Bodengruppe und die Säulen müssen mit Formrohre 50/50 mm und einer Wandstärke von mindestens 3 mm ausgeführt werden.

The floor assembly and the column must be produced out of pipe profiles 50/50mm and a wall thickness of at least 3mm.

#### 5.7 Streckgitter und Trittelemente – Expanded metal and steps

Je nach Anforderung sind Streckgitter - Trittelemente anzubringen. Die zu verwendende Maschengröße ist 62mm x 23mm x 3mm (Großmasche).

On demand expanded metal or steps have to be installed. The mesh size which has to be used is 62mm x 23mm x 3mm (large mesh).

Durch Kanten und/oder Profile ist eine gleichmäßige Auflage und eine sichere Verbindung der Elemente mit dem LT zu gewährleisten. Jeder 2. Steg an den Rändern und alle 100mm an den Unterzügen ist zu verschweißen.

With the edges of the base frame or/and profiles a consistent overlay and a safe connection of the carrier has to be guaranteed. Every second bar at the edging and every 100mm at the stringer has to be welded to receive surefootedness.

#### 5.8 Kunststoffaufnahme – Plastic retainer

Die Kunststoffaufnahmen müssen der NORM Toleranzen/Kunststoffe nach ► DIN 16901 für gespritzte Teile entsprechen.

The plastic retainer must refer to standard tolerances of plastics according to ► DIN 16901 for injection molded parts.

Kunststoffeinbauten sind so auszulegen, dass sie keine relevanten Verschleißerscheinungen mit Auswirkung auf die Teilequalität über die gesamte Projektlaufzeit haben.  
Folgende Punkte sind zu berücksichtigen:

#### Das Material

- muss seine Form wahren
- muss umweltfreundlich zu entsorgen sein
- muss ausreichend Schnittfest ( bei Verwendung von Blechteilen) sein
- muss resistent gegen Zieh- und Korrosionsschutzölen sein
- muss lösungsmittelfrei sein
- darf nachträglich nicht stärker aushärten oder verspröden
- darf nicht einreißen oder sich vom Trägermaterial lösen
- darf nicht hygroskopisch sein
- muss UV beständig sein
- muss silikonfrei und frei von lackbenetzungsstörenden Substanzen sein.

Die Beimengung von Regenerat ist nur nach Absprache mit der Fachabteilung bei MHS gestattet.

Werden oben und unten Zahnleisten zum Einhängen verwendet, müssen die unteren um mindestens 2 cm höher sein, um ein einfachere Einhängen zu ermöglichen.



Plastic built in components have to be designed in a way that no sign of wear effects part quality over the project lead time.  
Following items have to be considered:

#### The material

- has to keep its shape.
- has to be environmentally disposable.
- has to have enough cut resistance (if used with sheet metal components).
- has to be resistant against drawing oil –anti corrosive oil.
- has to be solvent-free
- is not allowed dry and embrittle
- is not allowed to crack or to detach from the carrier material
- has to be non hygroscopic
- has to be UV-resistant
- has to be silicone free and free from any anti wetting substances

The addition of regrind has to be agreed with the responsible packaging engineer of the operational department.

Are gear racks mounted on top and bottom of the container, the lower must be higher by at least 2cm, to enable a simpler mount.

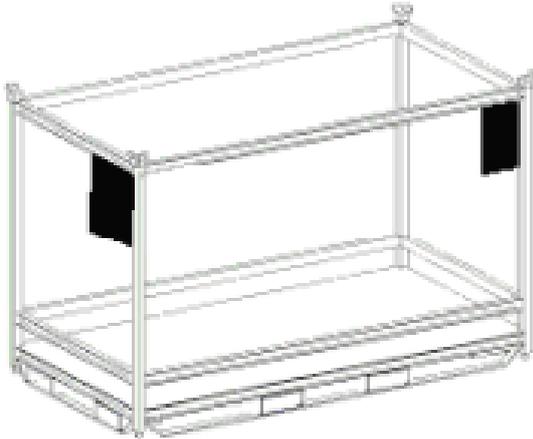


## 5.9 Kartenhalter – Label holder

Je LT sind 2 VDA-Kartenhalter ► VDA 4902 Version 4 (DIN A5) stirn – und längsseitig jeweils auf der rechten Seite gut ersichtlich anzubringen. Die kurze Klemmleiste (Siehe Foto) ist mit Nieten auf einem Trägerblech (Größe: 230mm x 230mm) anzubringen.  
Abweichungen dazu sind mit dem Fachbereich abzustimmen und werden final bei der Abnahme des Prototypen festgelegt.

On each rack 2 VDA-label clamping plates according ► VDA 4902 Version 4 (DIN A5) have to be mounted in a good visible position at the front and long side in each case right.  
The clamps are mounted with rivets on a carrier sheet (Size: 230mm x 230mm).  
Deviations are to be agreed with the department and are determined at the final acceptance of the prototype.

Das Trägerblech ist mit dem LT zu verbinden. Die Kartenhalter sind so zu positionieren, dass sie beim Manipulieren, Stapeln, Reihen, LKW – Transport usw. nicht beschädigt werden können.



The clamping plates have to be positioned on the frame with long enough steel rivets on a carrier plate. The carrier plate has to be mounted on the carrier. It has to be considered to attach the clamping plates in an area which avoids damage through stacking, manipulating, transportation...



## 5.10 Farbe – Coloring

Für die Qualität und die Haltbarkeit der Lackierung gilt die Norm ► ISO 2409. Werden lackierte Behälter nachträglich bearbeitet, müssen sie von sämtlichen Verunreinigungen (Schleifstaub, Metallspäne usw.) gereinigt werden.

The quality and durability of the paint is regulated by ► ISO 2409 standard. If painted carriers are processed after painting they have to be cleaned from all kind of contamination (swarf, cutting, etc.).

Das Rack ist nach Abstimmung mit der Fachabteilung in der definierten Farbe zu lackieren.

The rack has to be painted after consultation with the department in der defined color.

Für die Zuordnung zu einem Fahrzeugprojekt ist auch der Kartenhalter in der projektspezifischen Farbe zu lackieren.

For identification of vehicle project the label holder also has to be painted with project color.

### 5.10.1 Oberfläche – Surface

Alle Oberflächen des Ladungsträgers müssen frei von Silikon, Korrosion, Schweißspritzer, Öl, Fett, Schmutz etc. sein, bevor sie lackiert werden. Die Mindestschichtstärke muss an allen Stellen mindestens 60 µm betragen.

All surfaces have to be free of silicone, corrosion, welding splatter, oil, grease, dirt and so on. The coating/paint thickness has to be in all areas at least 60 µm.

Die Überprüfung der Schichtdicke muss vom Lieferanten, bei der Behälterabnahme von MHS, durch ein geeignetes Schriftstück nachgewiesen werden.

The review of the layer thickness must be demonstrated by an appropriate document from the supplier, at the container acceptance by MHS.

Bei Prototypen kann nach Rücksprache mit dem Logistikplaner von MHS eine Lackierung des Ladungsträgers entfallen.

After consultation with the responsible logistic engineer of MHS painting of prototypes could be eliminated.

### 5.10.2 Kennzeichnung Rechts/Links Ausführung – Indication of right/left version

Bei unterschiedlicher Ausführung der Ladungsträger für rechte/linke Teilevarianten werden die äußeren beiden Sichtflächen des linken vorderen und des rechten hinteren Stehers der Ladungsträger unterschiedlich farblich ausgeführt.

If there are two different variants of racks for right and left parts, the outer visible surface of the left front and right back corner have to be painted in different colors.

Kennzeichnung Rechts -Linksvarianten / indication right – left versions		
	Rechts / right	Links / left
Markierung am Steher / marking on vertical pillar	Schwarz / black (RAL 9005)	Grün / green (RAL 6018)

### 5.10.3 Kennzeichnung der Entnahmeseite – Identification of part access

Bei einer nicht eindeutig ersichtlichen Entnahmeseite ist diese nach Absprache mit der Fachabteilung bei MHS als solche zu kennzeichnen. Dies betrifft vor allem geschlossene Behälter.

If it is not clearly visible where the part access is, after consultation of the operational department at MHS the positions which are conducive for part access should be marked. This is more frequent for closed carriers.

### 5.10.4 Rackumbauten und Reparatur – Existing carrier modification, adaptation and repair

Die Kennzeichnung von Rackumbauten ist in Absprache mit der Fachabteilung bei MHS festzulegen.

For existing carrier modification and repairs the carriers have to be marked after consultation of the responsible operational department at MHS.

## 5.11 Verbindungselemente - Fasteners

### 5.11.1 Schraubenverbindungen – Bolted connection

Schrauben dürfen nur nach ► ISO 4014 Produktklasse A, Festigkeitsklasse 8.8 verwendet werden, Oberflächenschutz nach ► VDA 235-103 (Blech, Kunststoffschrauben), ► VDA 235-104 (metrische Schrauben). Es dürfen nur selbstsichernde Muttern nach ► ISO 7040 verwendet werden, Oberflächenschutz nach ► VDA 235-103, ► VDA 235-104. Die Schraubüberstände müssen min. 2 P betragen (P..... Gewindesteigung) .

Screws have to be used only according to ► ISO 4014 product class A, strength class 8,8, surface protection to ► VDA 235–103 (sheet, plastic screws), ► VDA 235-104 (Metric screws).

Only self-securing nuts have to be used according to ► ISO 7040, surface protection to ► VDA 235-103, ► VDA 235-104. Excess length of the screws has to be minimum 2 p (p.....pitch of bolt).

Die Muttern sind nur zur einmaligen Verwendung zugelassen.

Nuts are approved to be used only one time.

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 19 von 27
---	--	--

Bei beweglichen Teilen ist eine Unterlegscheibe bzw. bei größerem Abstand eine Distanz zu verwenden. Wird eine Hülse oder eine Mutter als Distanzstück verwendet ist diese zusätzlich mit einer Unterlegscheibe an den Berührungsflächen zu versehen. Unterlegscheiben sind mit Überstand zu Schraubköpfen und Muttern zu wählen.

Guidance at moveable components have to have a distance bush, riveted or welded, to protect the bolt thread. It has to be considered that the distance bush has an overlap from 1-2mm to the moveable profile. At contact areas of spinning components a washer has to be attached.

Das Lackieren von Schraubverbindungen ist untersagt.

Painting of screwed fastenings is prohibited.

### 5.11.2 Klebeverbindungen – Glued joints

Eingesetzte Klebstoffe müssen konstruktiv vorgegeben werden und dürfen in einem Temperaturbereich von -20°C bis +80°C keine Risse zeigen oder ihre Festigkeit und Form verlieren. Verwendete Klebstoffe müssen silikonfrei und umweltverträglich sein.

All used adhesives have to be constructively predefined and are not allowed to show cracks and have to keep their consistency and shape in a temperature range of -20°C to +80°C. All used adhesive have to be silicone free and ecological.

## 5.12 Werkstoffe - Material

### 5.12.1 Stahlsorten – Steel grade

Für alle Stahlrohre und Profile ist beruhigter Stahl mit der Bezeichnung S235 JR G2 nach ► EN10027 Teil 1 und 2 zu verwenden. (frühere Bezeichnung R ST 37-2).

All steel tubes and steel profiles, as far as no other agreement has been done, have to be made out of dead steel named S235 JR G2 referring to ► EN 10027 part 1 and 2 (former name R ST 37-2).

Zu verwendende Stahlrohre und Profile nach:

Use steel tubes and profiles according:

- EN 10305-3 Präzisionsstahlrohre, techn. Lieferbedingungen. Geschweißte maßgewalzte Rohre / Steel tubes for precision applications - Technical delivery conditions – Part 3: Welded cold sized tubes.
- EN 10305-5 Präzisionsstahlrohre, techn. Lieferbedingungen. Geschweißte maßumgeformte Rohre / Steel tubes for precision applications – Technical delivery conditions - Part 5: Welded and cold size square and rectangular tubes.
- EN 10058 Warmgewalzte Flachstäbe aus Stahl für die allgemeine Verwendung; Maße; Formtoleranz / Hot rolled flat steel bars for general purposes – Dimensions and tolerances on shape and dimensions.
- DIN 1026-1 Warmgewalzter U-Profilstahl - Teil 1: Warmgewalzter U-Profilstahl mit geneigten Flanschflächen; Maße, Masse und statische Werte / Hot rolled steel channels- Part 1: Taper flange steel channels; dimensions, masses and sectional Properties.
- EN 10131 Kaltgewalzte Flacherzeugnisse ohne Überzug aus weichen Stählen sowie Stähle mit höherer Streckgrenze zum Kaltumformen / Cold rolled uncoated and zinc or zinc-nickel electrolytically coated low carbon and high yield strength steel flat products for cold forming - Tolerances on dimensions and shape

## 5.13 Schweißverbindungen – Welded connection

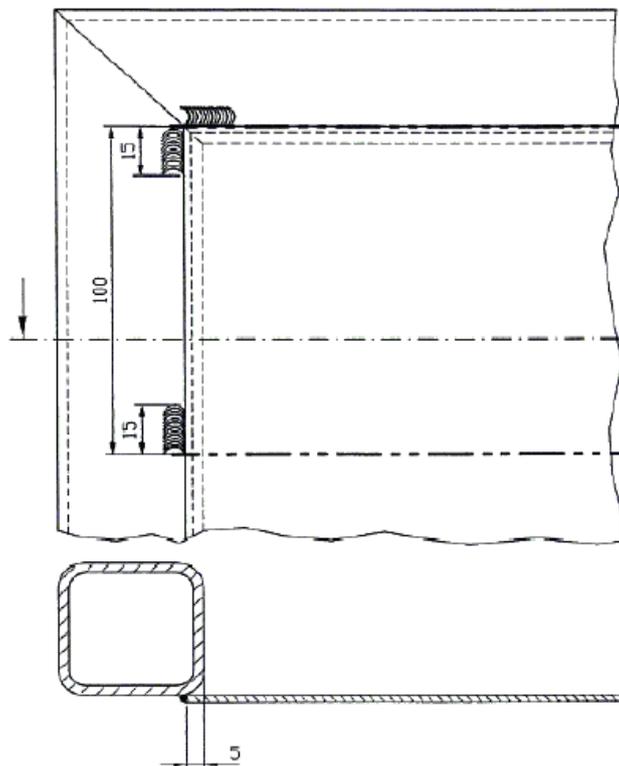
### 5.13.1 Anforderungen – Specifications

Verkleidungsbleche müssen immer angeschweißt werden. Die Ecken müssen auf 15x15 mm angeschweißt werden. Bei gerader Länge muss min. 30 % der Gesamtlänge verschweißt werden.

Falls bei der Ausschreibung von MHS explizit gefordert wird, dass eine Schweißnahtprüfung an besonders belasteten Stellen durchzuführen ist, muss der Behälterhersteller eine solche Prüfung durchführen und ein geeignetes Dokument bei der Behälterabnahme vorweisen.

Cladding panels have to be always welded. Corners have to be welded on a minimum length of 15mmx15mm. On a straight length 30% of the total length has to be welded.

If it is explicitly required in the tender of MHS that a weld test shall be performed at stress points, the container manufacturer must carry out such an examination and demonstrate an appropriate document in the container acceptance.



### 5.13.2 Schweißverfahren –Welding method

Je nach Ausführung sind geeignete Schweißvorbereitungen durchzuführen. Der Hersteller (Betrieb) hat vor der Angebotsabgabe den kleinen Eignungsnachweis nach ► DIN 18800 T7 6.3 und alle weiteren Befähigungsnachweise als Kopie bei der Fachabteilung bei MHS einzureichen.

Depending on the design suitable welding preparations have to be done. The manufacturer (workshop) has to provide the "small" verification of suitability referring to ► DIN 18800 T7 6.3 and all other available certificates of competence as a hardcopy to the responsible operational department from MHS.

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 21 von 27
---	--	--

Ein technisches i. O. kann nur nach Erhalt der oben genannten Unterlagen erteilt werden.

A technical release can only be given after receiving above mentioned documents.

Folgende Schweißverfahren sind bevorzugt zu verwenden:

- MIG (Metall-Inertgasschweißen)
- MAG (Metall-Aktivschweißen)

Following welding processes are preferred:

- MIG (metal-inert gas welding)
- MAG (metal active gas welding)

### 5.13.3 Schweißnähte –Welding seams

Sind keine Bemerkungen in der Ausschreibung enthalten bzw. besteht keine Dringlichkeit für eine andere Güte der Schweißnähte so gilt für alle Schweißnähte die Norm ► ISO 5817 Bewertungsgruppe C. Für die Sicherstellung der Schweißgüte ist die ► DIN 18800-7 bzw. ► M 7812 einzuhalten.

If no other standard is stated in the RFQ or there is no need for a better quality of weld seams, for all weld seams the standard ► ISO 5817 quality class C is valid. To assure weld quality ► DIN 18800-7 or rather ► M 7812.

Für Schweißnähte an nicht rostenden Stählen, Aluminium usw. sind die ► EN 1011 1 bis 5 und ► SEW400 einzuhalten. Bei Schwarz/Weiß-Verbindungen ist besonders auf den Schutz der Schweißnaht gegen Korrosion zu achten. Reine VA-Schweißverbindungen sind nach dem Schweißen zur Korrosionsbeständigkeit von Zunderschichten und Anlauffarben zu säubern. Das Schweißen von Aluminium erfordert bezüglich der Güte und Ausführung gesonderte Anforderungen nach ► ISO 10042.

For weld operation with stainless steel, aluminum etc. ► EN 1011 1 to 5 and ► SEW400 have to be followed. At dissimilar steels special care has to be taken to protect weld seams from corrosion (pickle/strip). VA weld seams have to be cleaned from the layer of scale and from temper color to improve corrosion resistance. The welding of aluminum must be referred to the quality and execution special demands referring to ► ISO 10042.

### 5.13.4 Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen – General tolerances for welded structures

Längen und Winkelmaße  
► ISO 13920 (Toleranzklasse)

Length and angular dimensions  
► ISO 13920 (Tolerance class)

## 6 Prototyp – Prototype

### 6.1 Datenversand – Data Distribution

Die Konstruktion des Spezialladungsträgers erfolgt aufgrund der Basisdaten in der Ausschreibung und mittels 3D Daten. Der Datenversand erfolgt mittels Compact Disk und / oder mittels Datenleitung.

The design of the custom packaging is based on 3D models. Data will be distributed by CD and /or data link.

### 6.2 Lieferumfang – Scope of delivery

Falls in der Anfrage nicht anders formuliert, gilt folgender Lieferumfang:

	Lieferumfang – Scope of delivery
A	3 Konzepte – 3 concepts
B	je ein 3D Model – for each concept one 3D model
C	Prototypengestell – prototype carrier
D	3 Änderungen inkl. Transport – 3 changes incl. transport
E	Werkstattzeichnung – blue print
F	Stückliste – bill of material
G	Statusberichte – status reports

Nach Auftragserteilung sind ein Projektterminplan, sowie ein wöchentlicher Statusbericht (Werdegang, Zeitfenster) in schriftlicher Form an die Verantwortlichen Personen bei MHS zu senden.

After placing the order, a project schedule, as well as a weekly status report is to be sent (progress, time frame) in writing to the responsible persons at MHS.

Variantenteile müssen bei der Prototypenentwicklung unbedingt berücksichtigt werden. Bei spiegelsymmetrischen Teilen ist nach Rücksprache mit dem Logistikplaner nur 1 Prototyp erforderlich. Gegebenenfalls ist jedoch die Entwicklung und Prototypenfertigung von einzelnen Elementen erforderlich.

Variant parts must be considered during the prototype development. With mirror-symmetric parts only 1 prototype is necessary after consultation with the logistic planner. If necessary however the development and prototype manufacturing of individual elements is necessary.

Bei Versand von Prototypen mit Bauteilen ist zu gewährleisten dass der Ladungsträger verhüllt ist, so dass die Geheimhaltung eingehalten werden kann.

If prototypes are shipped with parts it has to be assured that the carriers are covered, so that the secrecy is assured.

Alle Prototypen-Daten sind MHS jederzeit auf Anfrage vollständig zur Verfügung zu stellen.

All prototype data has to be provided to MHS on request.

### 6.3 Ausführung Prototyp – Prototype design

Der Ladungsträgerprototyp soll bereits den vollen Funktionsumfang eines Serienracks besitzen.

The prototype carrier has to have the full functional range of the serial carrier.

Die genaue Ausführung muss mit dem Logistikplaner abgestimmt werden.

The detailed construction has to be arranged with the logistic engineer.

Es sind sämtliche Materialarten in einem Datenblatt anzuführen.

All used materials have to be listed on a Datasheet.

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 23 von 27
---	--	--

## 7 Werkzeug – Tooling

Spezielles Werkzeug für die Herstellung von Ladungsträgern ist Eigentum von MHS und muss für die Produktionslaufzeit des Produktes bereitgehalten bzw. zur Verfügung gestellt werden. (z.B.: Stanzwerkzeug, Tiefziehwerkzeug)

Werkzeug welches nicht mehr benötigt wird (nach EOP) muss nach Aufforderung kostenfrei an MHS versendet werden.

Special tooling for the production of custom carriers is property of MHS and must be held ready during serial production duration of vehicle. (e.g.: punch cutter, deep drawing tool)

Tools which are not needed after EOP have to be sent to MHS on request free of charge.

## 8 Einkaufsbedingungen – Purchasing conditions

Gemäß ► MHS-Einkaufsbedingungen für nicht produktionsgebundene Lieferungen und Dienstleistungen.

According ► MHS- Purchasing Terms and Conditions for not tied to production deliveries and services.

## 9 Abnahme der Ladungsträger – Acceptance of custom carries

Bei der Abnahme des Ladungsträgers ist ein Abnahmeprotokoll von den erforderlichen Personen auszufüllen bzw. zu unterschreiben.

A release protocol has to be written during the release from the required persons.

Das Protokoll wird seitens Fachabteilung MHS bereitgestellt.

A template is available from the operational department.

Des Weiteren muss bei der Ladungsträgerabnahme vom Lieferanten ein Schriftstück vorliegen, welches die Durchführung einer Lackdickenmessung am Ladungsträger bestätigt. Diese Messung muss folgende Daten beinhalten:

Furthermore, at the carries acceptance there must be a document from the supplier, which confirms the implementation of a paint thickness measurement at the carriers. The measurement must include the following data:

- Unternehmensbezeichnung, welches die Prüfung durchführt
- Prüfdatum
- Behälterbezeichnung und laufende Nummer des Behälters
- Schichtdicke

- Name of the company, that perform the test
- Date of test
- Container label and serial number
- Layer thickness

### 9.1 Abnahme der Prototypen – Acceptance of prototype custom carries

Die Prototypenabnahmen erfolgen am Lieferort, durch den jeweiligen Logistikplaner, den Ladungsträgerhersteller, den Teilelieferanten, den Teileverantwortlichen Qualitätsmitarbeiter, den Sicherheitsverantwortlichen, der Transportabteilung und der operativen Materialwirtschaft sowie dem Produktionsverantwortlichen. Zusätzlich benötigte Personen sind optional im Abnahmeprotokoll anzuführen und rechtzeitig zu informieren. Das unterzeichnete Abnahmeprotokoll ist bindend.

The acceptance and approval of the prototypes are done at the delivery by the responsible logistic engineer, packaging supplier, part supplier, quality responsible, work safety responsible, logistics department, assembly responsible and operational material handling.

Additional participants can be mentioned on the release protocol optionally and have to be invited early enough. The signed release protocol is binding.

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 24 von 27
---	--	--

## 9.2 Abnahme der Serienladungsträger – Acceptance of serial custom carries

Die Abnahme erfolgt am Lieferort durch den jeweiligen Logistikplaner, den Ladungsträgerhersteller, den Teillieferanten, den Teileverantwortlichen Qualitätsmitarbeiter, den Sicherheitsverantwortlichen, der Transportabteilung und der operativen Materialwirtschaft sowie dem Produktionsverantwortlichen. Zusätzlich benötigte Personen sind optional am Abnahmeprotokoll auszuführen und rechtzeitig zu informieren. Das unterzeichnete Abnahmeprotokoll ist bindend.

The acceptance and approval is done by the responsible logistic engineer, packaging supplier, part supplier, quality responsible, work safety responsible, logistics department, assembly responsible and operational material handling. Additional participants can be mentioned on the release protocol optionally and have to be invited early enough. The signed release protocol is binding.

## 10 Freigabe des Ladungsträgers

Nach Auftragsvergabe werden folgende Freigaben von MHS erteilt:

- Konstruktionsfreigabe
- Prototypenfreigabe
- Vorserienfreigabe
- Serienfreigabe

Für die Freigabe der einzelnen Phasen fungiert das jeweilige Abnahmeprotokoll von MHS.

After acceptance of tender the following approval of MHS are granted:

- Design approval
- Prototype release
- Pre-production release
- Production release

For the release of each phase each approval protocol from MHS is used.

## 11 Recycling / Umweltmanagement – Recycling / environmental management

Es darf zu keiner Umweltbelastung während und nach der Nutzungsdauer kommen (z.B.: Ölverlust bei Stoßdämpfer).

During usage of packaging no environmental pollution is allowed (example: leakage of oil at a shock absorber).

Die Anzahl von unterschiedlich eingesetzten Materialien (Kunststoffe) ist zu minimieren.

Number of different materials which are used have to be minimized.

Bei Ladungsträgern mit unterschiedlichen Werkstoffen muss auf eine leichte Trennbarkeit geachtet werden.

Separating different kind of materials, if used, must be easily.

Auf Anfrage ist ein Demontageplan zur Verfügung zu stellen.

On request a disassembling plan must be forwarded.

Bei Verwendung spezieller Kunststoffteile und Werkstoffe muss die Entsorgung nach der Nutzungsphase gesichert werden (Rücknahme der Materialien).

If special plastics are used disposal after usage must be guaranteed (possible taking back of material).

	Fertigungs- und Kostruktionsvorschriften Manufacturing and construction directive	MAGNA Heavy Stamping Seite: 25 von 27
---	--	--

## 12 Geheimhaltung – Privacy

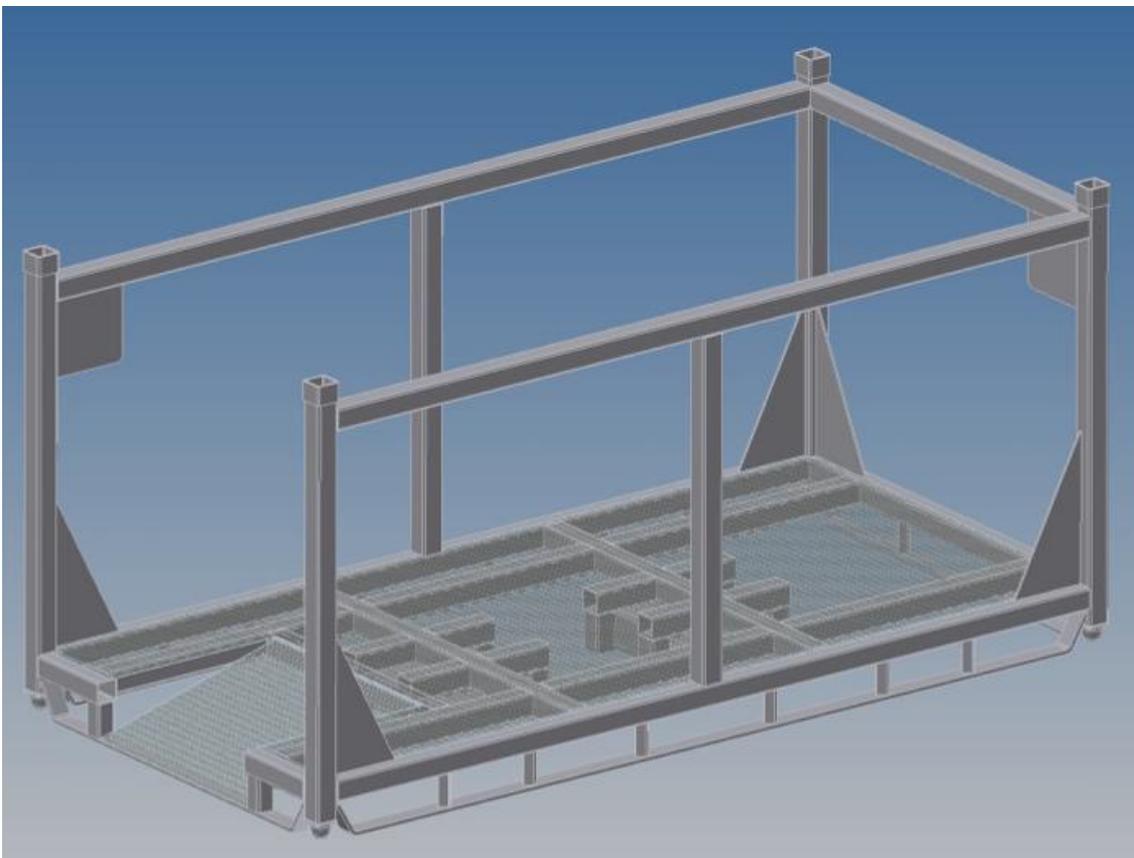
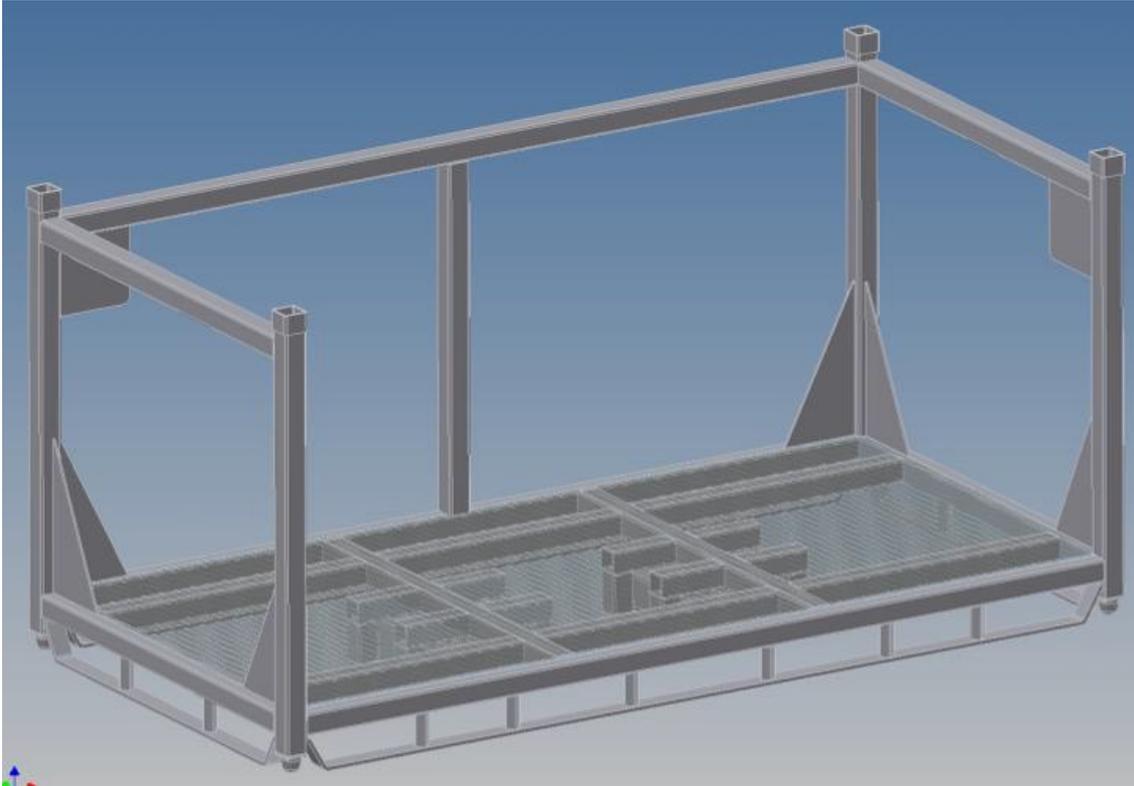
Der Lieferant verpflichtet sich, alle ihm im Zusammenhang mit dem Projekt zugänglich gemachten oder bekannt gewordenen Unterlagen, Angaben, Daten, Teile, Kenntnisse sowie alle im Zuge der Durchführung dieses Projektes gewonnenen Informationen

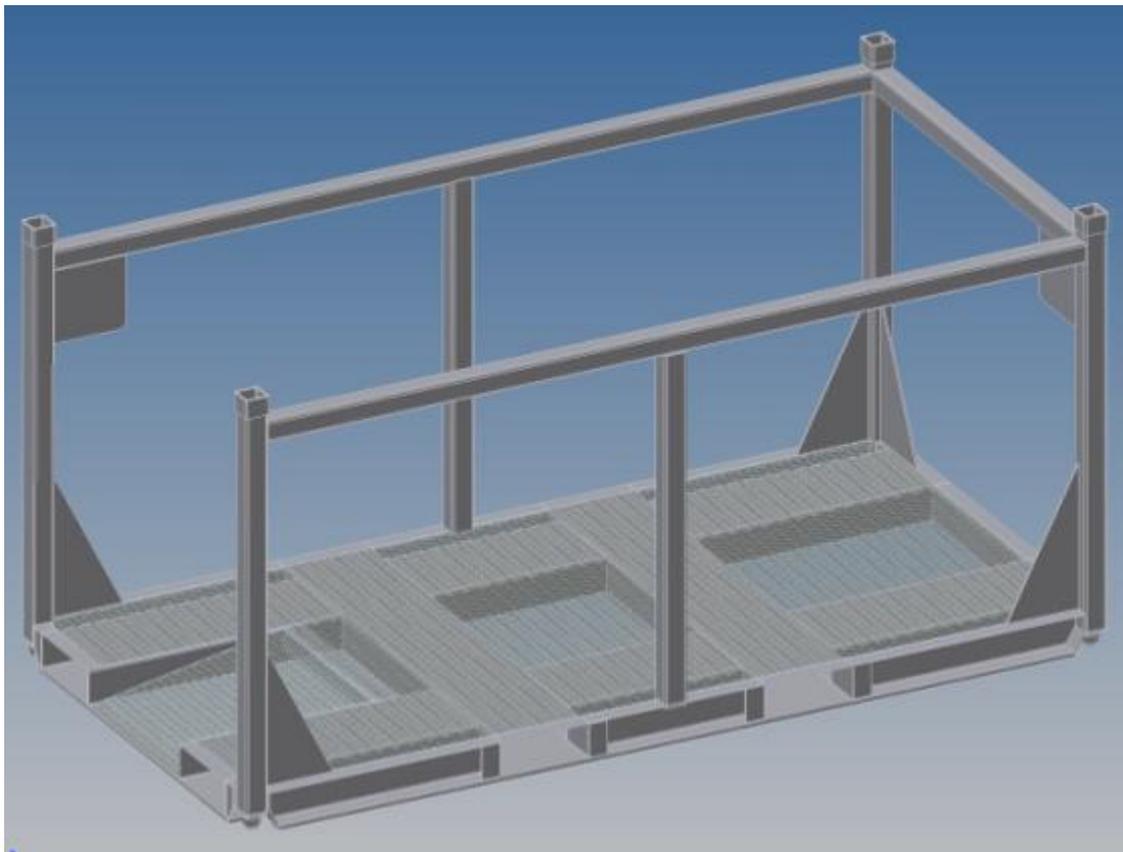
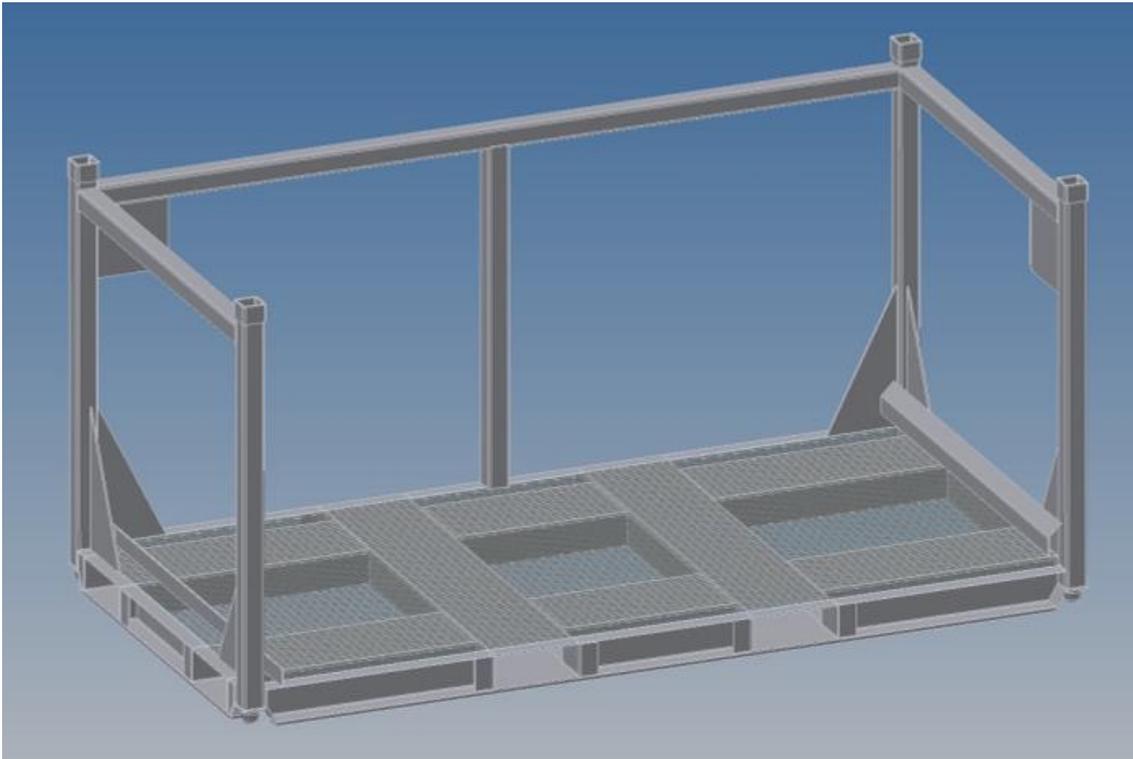
- streng vertraulich zu behandeln,
- ausschließlich für die vertraglich vorgesehenen Zwecke zu verwenden
- und weder ganz noch teilweise unbefugten Dritten direkt oder indirekt zugänglich zu machen.

The supplier is sworn to secrecy, referring to all documentation, details, data, parts and knowledge (summarized called information) which has been provided for initiation or business and any obtained information have to be used

- strictly confidential,
- for contractual purpose
- and neither partially nor fully accessible for third parties directly or indirect.

### 13 Anhang





# Abnahmeprotokoll

## für

## des

# Behältertyps

Version	Freigabedatum	Freigabeverantwortlicher	Abteilung	Erstellt/Geändert
1.0				M.Wels

Kunde: \_\_\_\_\_

Datum der Abnahme: \_\_\_\_\_

**Lieferant des Ladungsträgers:**

Unternehmen: \_\_\_\_\_  
 Ansprechpartner: \_\_\_\_\_  
 Telefon / Fax: \_\_\_\_\_  
 E-Mail: \_\_\_\_\_

**Ladungsträgertyp:**

		<u>Art der Abnahme:</u>	<u>Abnahme:</u>		
	<input type="checkbox"/>		1	2	3
Spezialladungsträger	<input type="checkbox"/>	Konzeptabnahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Universalladungsträger	<input type="checkbox"/>	Prototypenvorabnahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palette	<input type="checkbox"/>	Prototypenabnahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges	<input type="checkbox"/>	Vorserienmusterabnahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Vorserienabnahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Serienmusterabnahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Behälterdaten:**

Behälterbezeichnung: \_\_\_\_\_  
 SAP-Nummer: \_\_\_\_\_  
 Füllmenge: \_\_\_\_\_  
 Taragewicht laut Waage: \_\_\_\_\_  
 Automatische Beladung: Ja:  Nein:  Lackierung: \_\_\_\_\_  
 Automatische Entladung: Ja:  Nein:  Rechte Seite gespiegelt: Ja:  Nein:

**Geforderte Behälterabmessungen:**

	Außen	Innen
Länge	_____	_____
Breite	_____	_____
Höhe	_____	_____

**Teiledaten:**

Kundenmaterialnummer: \_\_\_\_\_ Hersteller: \_\_\_\_\_  
 Bauteilbezeichnung: \_\_\_\_\_ Verbauort: \_\_\_\_\_  
 Teileänderungsstand: \_\_\_\_\_ Aktuell Ja:  Nein:

**Mitgebrachte Zertifikate vom Lieferanten:**

	vorha.	n. vorha.	nicht relevant	Bemerkungen:
Lackdickenmessung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Statikberechnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Schweißnahtprüfung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Durchzuführende Tests von MHS:**

	i.O.	n.i.O.	nicht relevant	Bemerkungen:
Rütteltest	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

**Checkliste:**

	i.O.	n.i.O.	nicht relevant	Bemerkungen
<b>Sichtprüfung</b>				
Behältermaße außen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Behältermaße innen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Behälterbeschriftung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lackfarbe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lackqualität (Blanke Stellen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Selbstsichernde Muttern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Schweißspritzer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Schweißnähte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Klemmbrettposition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erforderliche Füllmenge erreichbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Unterfahrbarkeit</b>				
Unterfahrbarkeit längsseitig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Unterfahrbarkeit querseitig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Abfluß von Flüssigkeiten</b>				
Position Wasserablaflöcher	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Größe Wasserablaflöcher	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Bedienung des Ladungsträgers</b>				
Betätigen beweglicher Elemente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Handling von abnehmbaren Elementen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aufbau des Ladungsträgers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

<b>Manipulation des Ladungsträgers</b>				
Verladen des LT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Stapeln des LT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Stapeldorn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Manipulation des Ladeguts</b>				
Bestückung des LT mit LG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fixierung des LG im LT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Entnahme des LG aus LT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abstand des LG im LT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abstand des LG nach außen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Kunststoffteile</b>				
Härte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oberfläche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Klinkenturm</b>				
Beladbarkeit der Klinkentürme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Entladbarkeit der Klinkentürme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sicherung der Klinkentürme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Zahnleiste</b>				
Anzahl der Zähne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abstände der Zähne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Instandhaltung</b>				
Ersatzteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Arbeitssicherheit</b>				
Scharfe Kanten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quetschgefahr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Packversuch**

	Ergebnisse bzw. Bemerkungen
<input type="checkbox"/> erforderlich	_____
<input type="checkbox"/> nicht erforderlich	_____
<input type="checkbox"/> durchgeführt	_____
<input type="checkbox"/> in Ordnung	_____
<input type="checkbox"/> nicht in Ordnung	_____

**Transportversuch**

	Ergebnisse bzw. Bemerkungen
<input type="checkbox"/> erforderlich	_____
<input type="checkbox"/> nicht erforderlich	_____
<input type="checkbox"/> durchgeführt	_____
<input type="checkbox"/> in Ordnung	_____
<input type="checkbox"/> nicht in Ordnung	_____

**Erprobung Presswerk:**

	Ergebnisse bzw. Bemerkungen
<input type="checkbox"/> erforderlich	_____
<input type="checkbox"/> nicht erforderlich	_____
<input type="checkbox"/> durchgeführt	_____
<input type="checkbox"/> in Ordnung	_____
<input type="checkbox"/> nicht in Ordnung	_____

**Anlagentest:**

	Ergebnisse bzw. Bemerkungen
<input type="checkbox"/> erforderlich	_____
<input type="checkbox"/> nicht erforderlich	_____
<input type="checkbox"/> durchgeführt	_____
<input type="checkbox"/> in Ordnung	_____
<input type="checkbox"/> nicht in Ordnung	_____

**Behälterdarstellung:**



**Notwendige Veränderungen:**

Position	Änderungsart	Verantwortlich	Änderungsfrist
1			
2			
3			
4			
5			
6			

**Allgemeine Bemerkungen:**

---



---



---



---

**Teilnehmer:**

	Name	Abteilung	Anwesend	Unterschrift
1		Lieferant	<input type="checkbox"/>	
2		Qualitätsabt.	<input type="checkbox"/>	
3		Arbeitssicherheit	<input type="checkbox"/>	
4		Logistikplanung	<input type="checkbox"/>	
5		MaWi	<input type="checkbox"/>	
6		Presswerk	<input type="checkbox"/>	
7		Rohbau	<input type="checkbox"/>	
8		Anlagenbauer	<input type="checkbox"/>	
9		Kunde	<input type="checkbox"/>	
10		Projektleiter	<input type="checkbox"/>	
11		SQA	<input type="checkbox"/>	
12			<input type="checkbox"/>	
13			<input type="checkbox"/>	
14			<input type="checkbox"/>	

