



Erzherzog Johann Universität, Technische Universität Graz
Institut für Technische Logistik, Inffeldgasse 25E, 8010 Graz

KARL Markus

**Konzeption eines flexiblen Staplerleitsystems für
den Einsatz in kleinen und mittleren Unternehmen**

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Studienrichtung

Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau

Betreuer: Ass.Prof. Dipl.Ing. Dr. techn. Norbert Hafner

Graz, Jänner 2011

Deutsche Fassung:

Beschluss der Curricula- Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008. Genehmigung des Senates am 1.12.2008.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Danksagung

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit widme ich meinen Eltern Christine und Helmut. Auf diese Weise möchte ich mich bei ihnen für die Unterstützung während meines Studiums bedanken.

Ein außerordentlicher Dank gilt meinem Betreuer Ass.Prof. Dipl.Ing. Dr. techn. Norbert Hafner, welcher mir jederzeit und unterstützend zur Seite gestanden ist.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Dipl.Ing. Dr. techn. Martin Weiglhofer und Herrn Dipl. Ing. Martin Plattl für die Betreuung und Unterstützung der Diplomarbeit mit vielen fruchtbaren Diskussionen seitens der Firma ISA.

Abschließend bedanke ich mich bei Univ.Prof. Dr.-Ing. Dirk Jodin für die ausgezeichnete fachliche Unterstützung.

Zusammenfassung

Die Aufgabe der Diplomarbeit ist ein Staplerleitsystem für kleine und mittelständische Unternehmen zu konzipieren. Dazu ist die Erstellung eines Lastenheftes notwendig, um darauf aufbauend ein neues Produkt entwickeln zu können.

Diese Arbeit behandelt Flurförderzeug-/Staplerleitsysteme in der innerbetrieblichen Logistik, wobei im Zentrum der Betrachtung der reine Transport zwischen verschiedenen Bereichen, Hallen und Fertigungszentren steht. Da solche Systeme noch sehr wenig verbreitet sind und sich viele Unternehmen auf das Wissen ihrer Staplerfahrer verlassen, ist es notwendig eine Marktanalyse durchzuführen.

Staplerleitsysteme verschiedener Hersteller werden analysiert und eine Marktanalyse mit Unternehmen welche kein Staplerleitsystem bzw. Unternehmen welche bereits ein Staplerleitsystem im Einsatz haben, werden zu deren innerbetrieblichen Transportwesen befragt. Im Detail wird auf die derzeitige Ist-Situation eingegangen und zusätzliche Wünsche oder Anforderungen an ein Staplerleitsystem werden erfragt.

Abstract

The task of the master thesis is to conceive a fork lift management system for small and medium- sized enterprises. In addition it is essential to compile a requirements specification to be able to develop a new product on this building up.

The thesis concerned fork lift trucks-/fork lift management systems in the internal logistics, in which in the centre of the consideration the pure transport between different departments, halls and manufacturing centres stands. Because such systems are still spread very little and a lot of companies counts on the knowledge of her fork lift drivers, it is essential to carry out a market analysis and to compile a requirements specification.

Fork lift management systems of different manufacturers are analyzed and a market analysis with enterprises which has no fork lift management system or enterprises which has already a fork lift management system in use get interviewed about their internal logistic. In detail the enterprises get interviewed about the current situation and which wishes or requirements for a fork lift management system exists.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Danksagung	II
Zusammenfassung	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung	1
1.2 Ausgangssituation	1
1.3 Projektplan	2
1.3.1 Analyse bestehender Staplerleitsysteme	2
1.3.2 Marktanalyse potentieller Kunden	3
1.3.3 Auswertung der Analysen	3
1.3.4 Lastenheft	3
2 Theoretischer Hintergrund der Logistik	4
2.1 Der Begriff Logistik	4
2.1.1 Definition der Logistik	4
2.1.2 Ziele der Logistik	5
2.1.3 Bereiche der Logistik	5
2.2 Innerbetriebliche Logistik (Produktionslogistik)	6
2.2.1 Definition der innerbetrieblichen Logistik	7
2.2.2 Aufgabe der innerbetrieblichen Logistik	7
2.2.3 Transportmittel in der innerbetrieblichen Logistik	7
2.3 Staplerleitsystem SLS	9
2.3.1 Der Stapler	9
2.3.2 Definition eines Staplerleitsystems	10
2.3.3 Hauptkomponenten eines Staplerleitsystems	11
2.3.4 Anforderungen/Aufgaben an ein Staplerleitsystem	14
2.3.5 Ausblick der Logistik in der Zukunft RFID	15
3 Methoden der Marktforschung	17
3.1 Ziele und Definition der Marktforschung	17
3.2 Methoden der Marktanalyse	17
3.2.1 Quantitative Marktforschung	18
3.2.2 Qualitative Marktforschung	18
3.2.3 Primäre Marktforschung	19

3.2.4 Sekundärforschung	20
3.2.5 Vollerhebung	21
3.2.6 Teilerhebung	21
3.3 Methoden für die Analyse bestehender SLS	22
3.4 Methoden für die Marktanalyse von SLS für KMU	24
3.4.1 Aufbau und Erstellung des Fragebogens	25
3.4.2 Durchführung der Marktanalyse	27
3.4.3 Fragebogen ohne Staplerleitsystem	28
3.4.4 Fragebogen mit Staplerleitsystem	28
3.5 Exemplarische Auswertung	28
3.5.1 Kreisdiagramm	28
3.5.2 Säulendiagramm	29
3.5.3 Liniendiagramm	30
3.5.4 Quartile	31
4 Lastenheft des Staplerleitsystems (SLS)	33
4.1 Schnittstellen und Systemstruktur in einem SLS	33
4.1.1 Schnittstellen	33
4.1.2 Systemstruktur	34
4.2 Generell logistische Funktionen	35
4.2.1 Priorisierung	35
4.2.2 Wege/- Routenoptimierung	36
4.2.3 Optimierung der Durchlaufzeit	37
4.3 Transportaufträge	37
4.3.1 Auftragsdaten der Transportaufträge	37
4.3.2 Erstellen von Transportaufträgen	38
4.3.3 Bearbeiten von Transportaufträgen	40
4.3.4 Löschen von Transportaufträgen	41
4.3.5 Übermitteln der Transportaufträge vom SLS zum Stapler	41
4.3.6 Zuweisen der Transportaufträge zu einem Stapler	42
4.3.7 Auswählen der Transportaufträge durch den Staplerfahrer	42
4.3.8 Übernahme und Quittieren von Transportaufträgen	42
4.3.9 Konsolidierung von Transportaufträgen	43
4.3.10 Koordination der Transportaufträge	43
4.4 Identifikation	43
4.4.1 Identifikation des Mitarbeiters am Leitstand	43
4.4.2 Identifikation des Mitarbeiters am Staplerterminal (mobil)	44
4.4.3 Identifikation des Mitarbeiters am Arbeitsplatz in der Produktion	44
4.4.4 Identifikation des Staplers	44
4.4.5 Identifikation des Bahnhofs	45
4.4.6 Identifikation des Transportguts (Ladehilfsmittels)	45
4.4.7 Identifikation des Stellplatzes	46
4.5 Auswertungen am SLS	46
4.5.1 Transparenz der Transporte	46
4.5.2 Pausenfunktion (mobil)	46

4.5.3	Statistische Auswertungen.....	46
4.6	Sicherheiten und Fehler des Systems	48
4.6.1	Datensicherheit	48
4.6.2	Fehler- und Störungsbehandlung.....	48
4.7	Der Leitstand	49
4.7.1	Allgemein	49
4.7.2	Staplerleitsystem Administration.....	49
4.8	Visualisierung/Lokalisierung/Navigation.....	50
4.8.1	Visualisierung am Leitstand	50
4.8.2	Lokalisierung der Stapler.....	50
4.8.3	Navigation.....	51
4.9	Weitere Funktionen	51
4.10	Pricing.....	51
4.11	Anforderungen der Teilnehmer der durchgeführten Marktanalyse	52
4.12	Aufbau und Features des zu erstellenden Staplerleitsystems	53
4.12.1	Aufbau des Staplerleitsystems	53
4.12.2	Hardware-Features des SLS	54
4.12.3	Staplerortungs-Features des SLS.....	55
4.12.4	Software-Features des SLS	55
5	Ausblick - SLS für KMU	58
6	Abbildungsverzeichnis	59
7	Tabellenverzeichnis	60
8	Literaturverzeichnis	61
9	Abkürzungsverzeichnis	63
10	Anhang	65

10.1	Fragebogen für Unternehmen ohne Staplerleitsystem.....	65
10.2	Fragebogen für Unternehmen mit Staplerleitsystem	68
10.3	Questionnaire for companies without a Forklift management System.....	72
10.4	Questionnaire for companies with a Forklift management System.....	76
10.5	Auswertung der Fragebögen.....	81
10.5.1	Vorspann zur Auswertung.....	81
10.5.2	Auswertung Fragebogen ohne Staplerleitsystem	83
10.5.3	Auswertung Fragebogen mit Staplerleitsystem.....	96
10.6	Angebote der SLS-Hersteller.....	106
10.7	Datenverzeichnis der abgelegten Daten.....	108

1 Einleitung

Staplerleitsysteme dienen der Organisation und Optimierung des Materialflusses für manuell bediente Flurförderzeuge wie z.B. Stapler, Schlepper, Wagen, etc. Die drahtlos angebundenen Fahrzeuge werden über mobile Terminals mit Informationen versorgt und können ihrerseits mit der Zentrale kommunizieren.

1.1 Aufgabenstellung

Um für unterschiedlichste Einsatzfälle, insbesondere in kleinen und mittelständischen Unternehmen, ein passendes Staplerleitsystem wirtschaftlich einsetzen zu können, ist eine Bedarfsanalyse notwendig. Ziel der Diplomarbeit ist die Durchführung einer umfassenden Analyse der Marktanforderungen und die Erstellung eines Lastenheftes.

1.2 Ausgangssituation

Flurförderzeug-/Staplerleitsysteme sind im innerbetrieblichen Transport sehr wenig verbreitet. Trotzdem wird es immer wichtiger, zügig auf die Anforderungen am Markt reagieren zu können. Ein stockender Materialfluss kann da schnell auf die Produktivität jedes Maschinenparks drücken, was in Krisenzeiten teuer zu stehen kommen kann. Daher wird es immer wichtiger, den Materialfluss im eigenen Unternehmen bestmöglich zu steuern, denn Staplerleitsysteme sind nichts anderes, als intelligente Werkzeuge.

In den meisten Betrieben verlässt man sich auf die Erfahrung der Staplerfahrer oder man verwendet einfache Sprechfunkanlagen zum Rufen der Stapler. Andererseits gibt es zahlreiche organisatorische Lösungen, wie z.B.: zu transportierende Güter werden mit einem Transportschein, welcher häufig noch per Hand geschrieben wird, mit einer Zielerkennung ausgezeichnet und in speziellen Bereichen abgestellt. Staplerfahrer kontrollieren diese

Bereiche zyklisch. Ist eine Ware zu transportieren, wird dieser Transport durchgeführt und anschließend werden wieder Übernahmbereiche angefahren, bis es etwas zu transportieren gibt. Eine andere Möglichkeit ist, die Transporte mittels Kanban-Karten durchzuführen. Die Staplerfahrer holen sich eine oder mehrere Kanban-Karten, führen diese Transporte durch und müssen anschließend wieder zum Kanban-Board zurückkehren.

1.3 Projektplan

Die Arbeit teilt sich im Wesentlichen auf drei Arbeitspakete auf. Im ersten Schritt werden bestehende Flurförderzeug-/Staplerleitsysteme möglichst vieler Anbieter hinsichtlich ihrer Funktionalitäten und Leistungsmerkmale analysiert. Im nächsten Schritt folgt die Marktanalyse potentieller Kunden. Dazu wird zum einen die derzeitige Arbeitsweise von Unternehmen mit zahlreichen Flurförderfahrzeugen mit Staplerleitsystem und ohne Staplerleitsystem analysiert und zum anderen Anforderungen an Staplerleitsysteme eruiert. Das dritte Arbeitspaket umfasst die Bewertung der Ergebnisse, das Ableiten von Systemanforderungen und das Erstellen eines Lastenheftes.

1.3.1 Analyse bestehender Staplerleitsysteme

Zur Analyse von bestehenden Staplerleitsystemen werden möglichst viele Staplerleitsystem-Hersteller kontaktiert, um Unterlagen mit Informationen und Kontaktpersonen anzufordern. Des Weiteren erfolgt durch die Analyse eine Einarbeitung in die gängigen Begriffe der Logistik. Dies ist besonders für den zweiten Schritt, die Marktanalyse notwendig, um für die Zusammenstellung des Fragebogens die relevanten Begriffe zu kennen. Die Staplerleitsysteme werden hinsichtlich ihrer Funktionalitäten und Leistungsmerkmale wie folgt untersucht:

- Eingesetzte Hardware und Kommunikationstechnik
- Verwendete Fahrzeugortung
- Features der Software
- Vorhandene Referenzkunden
- Pricing

1.3.2 Marktanalyse potentieller Kunden

Der zweite Abschnitt befasst sich mit der Analyse des Marktes für Flurförderzeug-/Staplerleitsysteme hinsichtlich den Kundenbedürfnissen aus der Sicht von Unternehmen, welche noch kein Staplerleitsystem oder Unternehmen welche bereits ein Staplerleitsystem im Einsatz haben. Ziel ist die Analyse des innerbetrieblichen Transportes, welcher nicht die lagerinternen Abläufe betrifft. Im Zentrum der Betrachtung steht daher der reine Transport zwischen verschiedenen Bereichen, Hallen und Fertigungszentren.

Die verwendeten Methoden für die Marktanalyse bzw. Erstellung des Fragebogens wurden erarbeitet und werden beschrieben. Zusätzlich wurden die kaufmännischen Aspekte wie z.B. Amortisationsdauer und Investitionskosten betrachtet. Um eine hohe Teilnehmerzahl an der Marktanalyse zu erhalten, war es von großer Bedeutung, Vorteile für die Befragten bereits im Anschreiben herauszuarbeiten. Im Zuge des zweiten Arbeitspaketes wurde ein Fragebogen in deutscher und englischer Sprache entwickelt.

1.3.3 Auswertung der Analysen

Das dritte Arbeitspaket befasst sich mit der Auswertung der aus den Arbeitspaketen eins und zwei gewonnenen Erkenntnissen. Diese Daten werden so aufbereitet, dass daraus ein Lastenheft erstellt werden kann.

1.3.4 Lastenheft

Das Lastenheft ist das Endprodukt, auf dessen Basis es möglich ist, seitens der Firma ISA ein neues Produkt entwickeln zu können. Das Lastenheft ist das erste Dokument in einem Entwicklungsprozess und dient dazu, dem Entwickler zu erklären, was er entwickeln soll. Es enthält alle fachlichen Anforderungen, was das zu entwickelnde Produkt aus Sicht des Auftraggebers erfüllen muss.

2 Theoretischer Hintergrund der Logistik

In diesem Kapitel werden die Grundlagen der Logistik erläutert. Man erfährt, in welchen Bereichen Logistik vertreten ist und welche Ziele sie verfolgt. Dazu wird besonders auf die innerbetriebliche Logistik samt deren Transportmittel eingegangen. Im Anschluss daran wird beschrieben, wie ein Staplerleitsystem funktioniert, welche Anforderungen an ein Staplerleitsystem gestellt werden, welche Komponenten für ein Staplerleitsystem notwendig sind und welche Ausblicke und Ziele es in Zukunft gibt.

2.1 Der Begriff Logistik

Seit etwa 1950 in den USA und etwa 1970 in Deutschland wird der Begriff Logistik gebraucht. Seitdem hat er sich schnell verbreitet und rasch an Bedeutung gewonnen. Beim Militär tritt der Begriff „Logistik“ schon im 19. Jahrhundert auf und bezeichnet die Planung des Nachschubs, der Truppenbewegungen- und Versorgungen. „Logis“, das französische Wort für „Logistik“, bezeichnet militärisch die Truppenunterkunft und gilt als Herkunft für das Wort Logistik.¹

2.1.1 Definition der Logistik

Die Logistik wird definiert als ein systematischer Ansatz zur Optimierung von Fließsystemen, wobei besonders Materialflusssysteme über einzelne Systemgrenzen hinaus dazu zählen. Es existieren jede Menge von Definitionen, aber der Kern der Definition der Logistik reduziert sich auf die Forschung und Lehre der Planung, Organisation und Kontrolle solcher Fließsysteme.²

¹ [1] Vgl. D. Arnold et al. (2007), S.3

² [9] Vgl. M. Hompel, T. Schmidt (2004), S.15 f.

2.1.2 Ziele der Logistik

Ein allgemeines ökonomisches Ziel in der Logistik ist, die Kosten der logistischen Prozesse für die jeweilige Leistung minimal zu halten und gleichzeitig die Leistung bei den jeweiligen Kosten zu maximieren. Dies fordert aus der kundenorientierten Sicht, dass alle Kosten der Logistik beachtet werden.³

Die materialflussbezogene Logistik kümmert sich also um die planerischen und ausführenden Maßnahmen zur Versorgung von Unternehmen mit Ressourcen, welche durch die „6R“ beschrieben werden können.

Demnach ist die Aufgabe der Logistik

- die richtige Ware
- zum richtigen Zeitpunkt
- in der richtigen Zusammensetzung
- in der richtigen Qualität
- am richtigen Ort
- zum richtigen Preis

zur Verfügung zu stellen.

Unter „richtig“, ist dabei die zu erwartende Eigenschaft seitens des Kunden im Sinne von bestellt, gefordert, erwartet und minimale Kosten zu verstehen.⁴

2.1.3 Bereiche der Logistik

Die Logistik kann in 4 Teilbereiche untergliedert werden:

- Beschaffungsfunktion als Beschaffungslogistik
- Produktionsfunktion als Produktionslogistik, Innerbetriebliche Logistik
- Absatzfunktion als Absatz- Distributionslogistik
- Entsorgungsfunktion als Entsorgungslogistik

³ [1] Vgl. D. Arnold et al. (2007), S.7

⁴ [9] Vgl. M. Hompel, T. Schmidt (2004), S.15 f.

2.1.3.1 Beschaffungslogistik

Die Aufgaben der Beschaffungslogistik ist, eine mengen-, termin- und qualitätsgerechte Materialversorgung zu garantieren. Ein Ziel dabei ist, die Logistikkette zwischen Hersteller und Kunden zu optimieren.⁵

2.1.3.2 Produktionslogistik, Innerbetriebliche Logistik

Die Produktionslogistik ist der Beschaffungslogistik direkt nachgeordnet und optimiert logistische Prozesse, welche für den eigentlichen Fertigungsprozess erforderlich sind. Dabei sind die Aufgaben der Produktionslogistik die Planung, Steuerung und Überwachung des Materialflusses vom Rohmateriallager der Beschaffung bis hin zum Fertigwarenlager.⁶

2.1.3.3 Distributionslogistik

Dieser Bereich kümmert sich um die Gestaltung, Planung und Steuerung der Güterverteilung und den damit verbundenen Informationsfluss, damit die Güter (Fertigprodukte oder Halbfabrikate) von einem Industrieunternehmen zum Kunden gelangen.⁷

2.1.3.4 Entsorgungslogistik

Die Entsorgungslogistik befasst sich damit, alle nicht mehr benötigten Substanzen wie Schadstoffe, Reststoffe und nicht verkäufliche Produkte umweltschonend und kostengünstig zu verwerten und entsorgen.⁸

2.2 Innerbetriebliche Logistik (Produktionslogistik)

Die innerbetriebliche Logistik, auch Intralogistik genannt, ist ein sehr anspruchsvolles Teilgebiet der Logistik mit großem Zukunftspotential. Sie vereint dabei nicht nur die Materialflusstechnik, sondern auch Informatik und betriebswirtschaftliche Aspekte.⁹

⁵ [7] Vgl. O. Heiserich, (2002), S.11 f.

⁶ [5] Vgl. C. Engelbrecht, (2004), S.127

⁷ [7] Vgl. O. Heiserich, (2002), S.12

⁸ [11] Vgl. W. Stölze (1993), S.155

⁹ [2] Vgl. D. Arnold (2006), S.21

2.2.1 Definition der innerbetrieblichen Logistik

Die Intralogistik deckt die betriebsstättenbezogenen Aufgabenbereiche der Beschaffungs-, Distributions- und Produktionslogistik ab. Optimieren der Leistungen, Umschlagen, Lagern, Transportieren, Kommissionieren und Verpacken sind die wichtigsten operativen Funktionen der innerbetrieblichen Logistik.¹⁰

2.2.2 Aufgabe der innerbetrieblichen Logistik

Aufgabe der innerbetrieblichen Logistik im Bereich der Produktion und Distribution ist die Versorgung und Entsorgung der Maschinen- und Handarbeitsplätze zwischen Wareneingang und Warenausgang. Diese Aufgabe kann mit Stetig- oder Unstetigförderern gelöst werden. Zu einer weiteren Aufgabe zählen die Kommissionier- und Sortierprozesse, wobei hier sehr kostenintensive Anlagen eingesetzt werden, die sich nur bei hohem Durchsatz oder langer Einsatzzeit rentieren.¹¹

2.2.3 Transportmittel in der innerbetrieblichen Logistik

Die Transportmittel in der Intralogistik können anhand ihrer Merkmale und Kriterien in eine Vielzahl von Gruppen eingeteilt werden. Eine Möglichkeit ist die Untergliederung nach Transportbereiche, Transportrichtung, Beweglichkeit, Antrieb, Tragfähigkeit, Technisierungsgrad und Arbeitsprinzip. Im Speziellen wird nun auf das Arbeitsprinzip stetig und unstetig näher darauf eingegangen. Stetigförderer und Unstetigförderer können zusätzlich in Flurfreie und Flurgebundene Förderer wie in Abb. 1 dargestellt unterteilt werden.¹²

¹⁰ [8] Vgl. M. Heinrich (2006), S.9

¹¹ [1] Vgl. D. Arnold et al. (2007), S.19 f.

¹² [8] Vgl. M. Heinrich (2006), S. 96

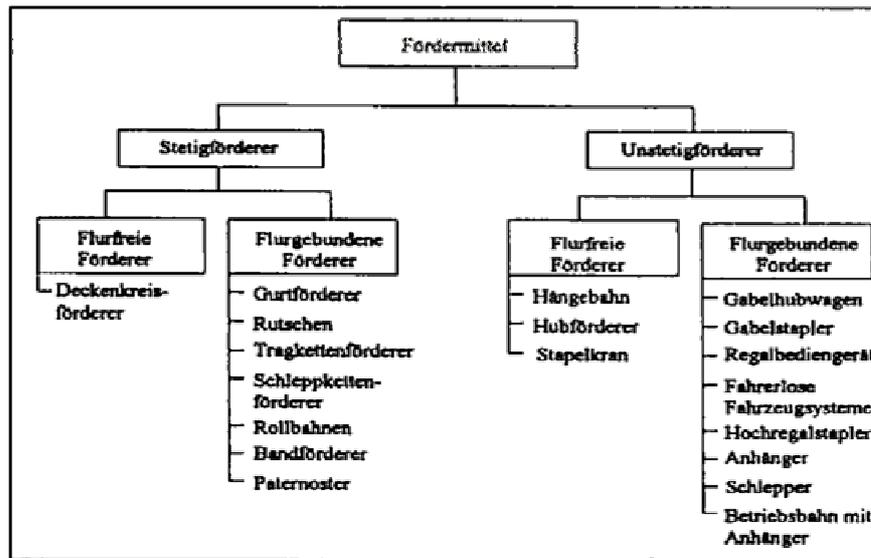


Abb. 1: Einteilung der Flurfördermittel¹³

2.2.3.1 Stetigförderer

Stetigförderer erzeugen einen kontinuierlichen Fördergutstrom in Form eines konstanten Stromes einzelner Fördereinheiten. Diese Fördereinheit kann durch Fördergutlänge, Fördergutabstand und Transportgeschwindigkeit beschrieben werden. Stetigförderer haben einen einfachen Aufbau, hohe Betriebssicherheit, einen sehr geringen Bedienungsaufwand und sind in der Lage große Mengen zu befördern. Durch den einfachen und definierten Bewegungsablauf ist es möglich, Stetigförderer mit wenig Aufwand schnell zu automatisieren.¹⁴

2.2.3.2 Unstetigförderer

Bei Unstetigförderern erfolgt die Be- und Entladung des Fördermittels während des Stillstandes. Das Fördergut wird dabei in einzelnen Arbeitsspielen von einer Aufgabe- zu einer Abgabestelle mittels flurgebundenen, aufgeständerten oder flurfreien Fördereinrichtungen transportiert. Daher müssen alle Flurförderer folgende Grundfunktionen zur Verfügung stellen:

¹³ [8] Vgl. M. Heinrich (2006), S. 96

¹⁴ [10] Vgl. R. Jünemann, T.Schmidt (1999), S.95

- Ausführen der Transportaufträge
- Kollisionskontrolle
- Verwaltung der eigenen Plätze
- Ermittlung aller Eigenschaften einer Transporteinheit

Eine wesentliche Zusatzfähigkeit von Unstetigförderern ist die Wegplanung im eigenen Aktionsbereich.¹⁵

2.3 Staplerleitsystem SLS

Um die Anforderungen an die Intralogistik bewältigen zu können, wird der Einsatz eines Staplerleitsystems in Bereichen wo eine große Anzahl innerbetrieblicher Transporte mit Staplern durchgeführt wird, immer wichtiger.

2.3.1 Der Stapler

Stapler wie in Abb. 2 sind notwendig, um auf höheren Ebenen Ladeeinheiten auf- und abzunehmen. Die geläufigste Form der Staplergeräte ist der Gabelstapler, auch Frontstapler oder Gegengewichtsstapler genannt. Das vertikale Hubgerüst ist an einem drei- oder vierrädrigen Fahrrahmen befestigt, welches die Last außerhalb der Radbasis aufnimmt. Zudem ist es teleskopierbar ausgeführt, um große Hubhöhen bei geringer Fahrzeughöhe zu erreichen. Die Aufnahme und Abgabe der Last erfolgt frontal. Die Fahrtrichtung ist ebenfalls mit der Gabel voraus, was aber bei großvolumigen Gütern durch die eingeschränkte Sicht problematisch sein kann.¹⁶

¹⁵ [12] Vgl. G. Willibald, M. Hompel (2010), S.60

¹⁶ [12] Vgl. G. Willibald, M. Hompel (2010), S.130 f.



Abb. 2: Frontgabelstapler bei der Regal Be-/Entladung ¹⁷

2.3.2 Definition eines Staplerleitsystems

In der Intralogistik lassen sich mit Hilfe eines IT- Infrastruktur integrierten Staplerleitsystems die Transporte von Transporteinheiten durch Stapler wege- und auftragsoptimiert gestalten. Die anfallenden Transportaufträge werden beleglos über WLAN vom Staplerleitsystem auf das mobile Datenfunkterminal am Stapler übertragen und vom Staplerfahrer abgearbeitet. Das Staplerleitsystem bündelt Transportaufträge und steuert nach speziellen Algorithmen, die zur Leerfahrtvermeidung und Prioritätsbeachtung dienen, die Flurförderzeuge. Die Aufträge werden automatisch an ein Flurförderzeug übergeben, nachdem ein Auftrag abgearbeitet und quittiert wurde. Unter der Berücksichtigung Leerfahrten zu vermeiden, wird darauf geachtet, dass der nächste Aufnahmepunkt in der Nähe des letzten Abgabepunktes ist. Durch den Einsatz eines Staplerleitsystems wird eine optimale Auslastung mit einer hohen Qualität der verfügbaren Kapazitäten erreicht. Zudem steigert ein Staplerleitsystem die Effizienz der Disposition und erhöht die Transparenz in der Intralogistik. ¹⁸

¹⁷ Vgl. <http://www.jungheinrich.at/de/at/index-at/produkte/flurförderzeuge/jhproducts/13315.html> (20.09.2010)

¹⁸ [12] Vgl. G. Willibald, M. Hompel (2010), S.305

2.3.3 Hauptkomponenten eines Staplerleitsystems

Im Folgenden werden nun die wesentlichen Hauptkomponenten welche für den Betrieb eines Staplerleitsystems notwendig sind beschrieben. In Abb. 3 ist dazu die gesamte Infrastruktur dargestellt.

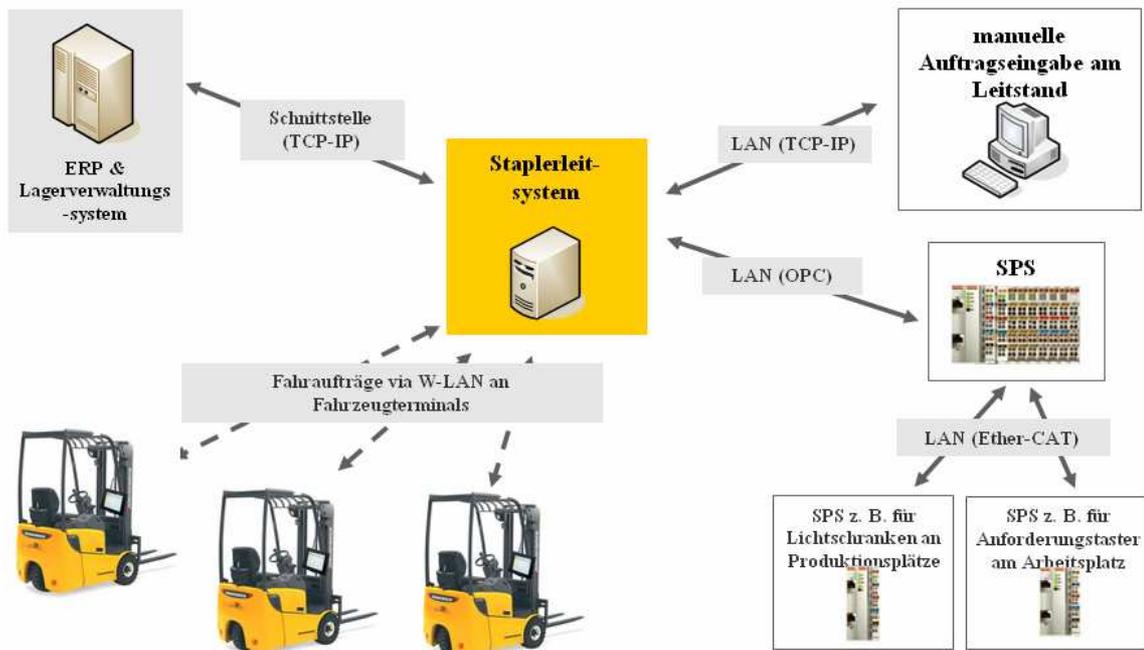


Abb. 3: Infrastruktur eines Staplerleitsystems¹⁹

Disponentenarbeitsplatz/Leitstand

Am Leitstand werden in einer grafischen Benutzeroberfläche wie in Abb. 4 am Bildschirm die Leitstandsfunktionen administriert und die manuelle Auftragseingabe ausgeführt. Der Disponent kann durch umfangreiches Reporting die Leistungsfähigkeit des Logistiksystems bewerten.²⁰

¹⁹ Vgl. ISA, Jungheinrich; Staplerleitsystem

²⁰ Vgl. http://www.digiplant.de/uploads/media/iFD_SLS.pdf, S.4 (19.11.2010)

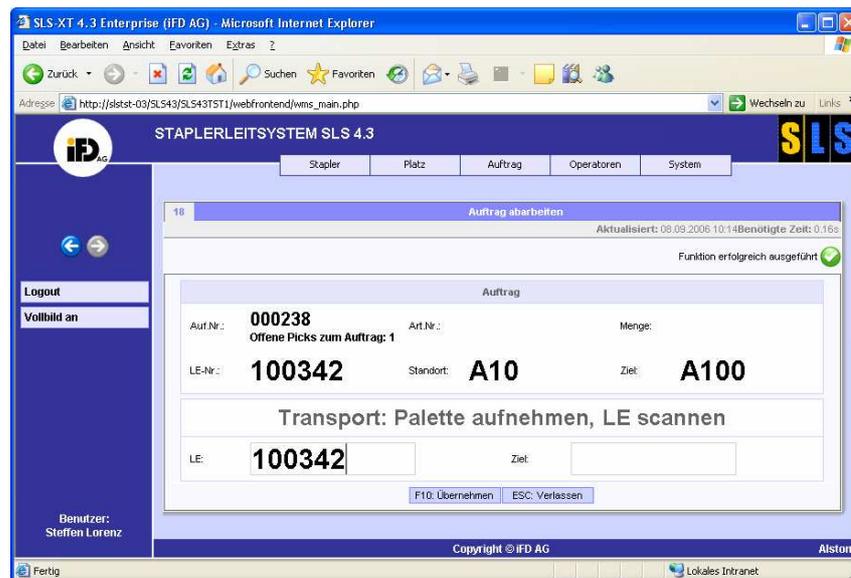


Abb. 4: Eingabemaske eines Staplerleitsystems²¹

ERP & Lagerverwaltungssystem

Das Staplerleitsystem ist in der Lage, Aufträge von nahezu jeder übergeordneten Lagerverwaltungssystem- oder ERP-Anwendung entgegenzunehmen und eine Auftragseingangsmeldung sowie eine Vollzugsmeldung zurück zu senden.²²

Automatische Auftragserstellung (SPS)

Transportaufträge können automatisch von z.B. einer Lichtschranke an Produktionsarbeitsplätzen oder Anforderungstaster am Arbeitsplatz erstellt und an das Staplerleitsystem weitergeleitet werden.

SLS-Server

In der Regel reicht für kleine und mittlere Betriebe ein einzelner PC der Standardklasse als Server für Datenbank, Administrationsanwendungen und Prozesse aus. Für große Betriebe oder Betriebe mit mehreren Standorten verwendet man mehrere Server.²³

²¹ Vgl. http://www.digiplant.de/uploads/media/iFD_SLS.pdf, S.6 (22.11.2010)

²² Vgl. http://www.comas.de/content/logistics/staplerleitsystem/einbindung/index_ger.html (19.11.2010)

²³ Vgl. http://www.comas.de/content/logistics/staplerleitsystem/skalierbarkeit/index_ger.html (19.11.2010)

WLAN-Datenübertragung

Im Vergleich zu fest verlegten Netzwerken ermöglicht WLAN (Wireless Local Area Network) wie in Abb. 5 eine schnelle und sichere Übertragung der Daten vom Staplerleitsystem zu den Fahrzeugterminals am Stapler, unabhängig davon, wo man sich gerade im Unternehmen befindet. Dazu ist eine mögliche Anordnung von WLAN-Router in einer Betriebshalle wie in Abb. 6 zur vollständigen Ausleuchtung dargestellt.²⁴



Abb. 5: Industrie WLAN Router²⁵

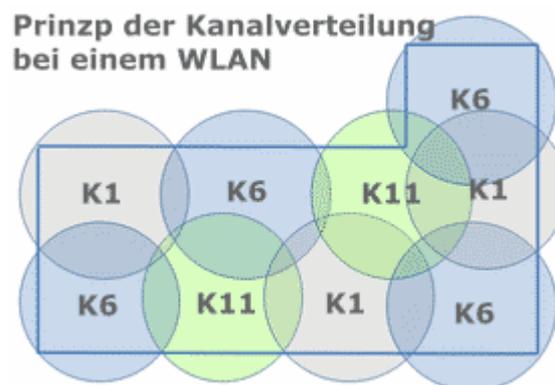


Abb. 6: Anordnung der WLAN-Router in einer Halle²⁶

Fahrzeugterminals

Fahrzeugterminals wie in Abb. 7 dienen zur Vernetzung von stationären und mobilen Arbeitsplätzen. Staplerterminals haben dabei sehr spezielle Anforderungen wie einfachste Bedienbarkeit, kompakte und robuste Bauweise und eine gute Display-Ablesbarkeit. Großer

²⁴ Vgl. <http://www.ics-ident.de/ICS-CMS1/IT-Logistik-Systeme/Datenfunk-Netzwerke,10.html> (19.11.2010)

²⁵ Vgl. <http://www.4logistic.de/Wireless-LAN/> (22.11.2010)

²⁶ Vgl. http://www.logitogo.com/html/w-lan__wireless_lan__datenfunk.html (22.11.2010)

Wert wird auch auf die unkomplizierte Anbindung an WLAN-Netze gelegt. Zudem müssen sie extremen Einflüssen wie Schock, Vibration, Staub oder Wasser gewachsen sein.²⁷



Abb. 7: Staplerterminal²⁸

2.3.4 Anforderungen/Aufgaben an ein Staplerleitsystem

Die folgenden Anforderungen und Aufgaben an ein Staplerleitsystem wurden von der Fa. ISA für die Ausschreibung an Staplerleitsystem-Hersteller verfasst.

2.3.4.1 Identifikation

Die Mitarbeiter, Flurförderzeuge und Transportgüter müssen identifiziert werden können.

2.3.4.2 Transportaufträge

Die Transportaufträge müssen festgelegte Inhalte aufweisen und von übergeordneten Systemen erstellt, verwaltet und fehlerhafte Transportaufträge entfernt werden können. Standardisierte Transportaufträge, an Plätzen wo Leergut benötigt wird, muss man mittels einer Ruftaste anfordern können. Eine Konsolidierung, das Zusammenfassen von Transportaufträgen, muss ebenfalls gewährleistet werden.

²⁷ Vgl. <http://www.stapler-terminal.de/> (19.11.2010)

²⁸ Vgl. <http://www.stapler-terminal.de/> (22.11.2010)

2.3.4.3 Zuweisung eines Transportauftrags an ein FFZ

Das Staplerleitsystem weist die Transportaufträge nach festgelegten Prioritäten den Flurförderzeugen zu. Die Prioritäten müssen durch logische Verknüpfungen von verschiedenen Parametern flexibel gesteuert werden können.

2.3.4.4 Abholung des Transportgutes

Bei der Abholung des Transportguts darf kein Fehler unterlaufen. Daher ist eine automatische Identifikation oder ein Scannen der Transportaufträge nötig.

2.3.4.5 Abgabe des Transportgutes

Wird das Transportgut an der dafür vorgesehenen Stelle abgegeben, ist wiederum eine Identifikation des Abgabeplatzes notwendig um Fehlerfreiheit zu garantieren. Nach der Bestätigung muss der Mitarbeiter einen neuen Transportauftrag erhalten.

2.3.4.6 Fehlerbehandlungen

Diverse mögliche auftretende Fehler müssen im Leitstand und vor Ort komfortabel behandelt und gelöst werden können.

2.3.4.7 Analyse- und Wartungsfunktionen

Die Staplerfahrten müssen ausgewertet und Leistungskennzahlen erstellt werden können. Diese Auswertung muss grafisch darstellbar und ins Excel exportierbar sein. Zusätzlich muss eine Fernwartung des Staplerleitsystems für eine rasche Fehlerbehandlung gewährleistet werden.

2.3.5 Ausblick der Logistik in der Zukunft RFID

In der operativen Logistik wird der Zuwachs der so genannten Echtzeitreaktionsfähigkeit beobachtet. Durch die rasante Entwicklung von Identifikations- und Lokalisierungssystemen ist es möglich, beliebige Zustandsänderungen momentan zu erfassen und in Form von

Protokollen zu speichern. Produkte, Verpackungen und Ladungsträger, die so genannten autonomen Objekte der Logistik, erhalten eine elektronische Identität und werden auf Basis der Radiofrequenz Identifikation (RFID) Technologie drahtlos mit ihrer Umwelt vernetzt.²⁹

Diese RFID Technologie ermöglicht es, alle gekennzeichneten Objekte entlang der gesamten Prozesskette eindeutig und berührungsfrei per Funksignal zu identifizieren. Ein winziger Computer Chip mit Antenne, meist eingebettet in einem Klebeetikett, ist das Herzstück des RFID Transponders und lässt sich zum Beispiel auf Paletten oder Verkaufskartons anbringen. Auf dem Chip sind der Produktcode (EPC) und zahlreiche prozess- und produktbezogene Informationen wie zum Beispiel Name, Herkunft, Herstellungsdatum und Lagerort gespeichert.³⁰

Wesentliche Vorteile der RFID Technologie sind:

- Produkte ohne Sichtkontakt zu identifizieren
- Daten vom Chip zu lesen und auf den Chip zu schreiben
- Gleichzeitiges lesen mehrerer Produkte
- Einsatz von Spezialchips z.B. Kontrolle der Temperatur bei Tiefkühlware

RFID Technologie ist keine neue Technologie, die meisten verwenden sie täglich, ohne sich dessen bewusst zu sein. RFID Tags können als Türöffner am Firmentor, Wegfahrsperre im Auto oder Zeiterfassung in den Betrieben verwendet werden. Jedoch muss zwischen den einzelnen Bauformen und Eigenschaften der Tags unterschieden werden.³¹

Hauptziel der Technologie RFID ist das Erkennen der Ware ohne Scannen. Dazu werden an den Flurförderzeugen zur Erfassung der Produktladungsträger im innerbetrieblichen Bereich, RFID Lesegeräte angebracht, die als Koppellement zu den Leit-, Führungs- und Managementebenen fungieren. Da sehr viele Branchen von einem derartigen System profitieren können, wird mit der Identifizierung der Ladungsträger ein allgemeiner Standard angestrebt.³²

²⁹ [6] Vgl. M. Grötschel, K. Lukas, V. Mehrmann (2008), S.170

³⁰ [3] Vgl. H. Baumgarten (2008), S.116

³¹ [4] Vgl. P. Dickmann (2006), S.388

³² [12] Vgl. G. Willibald, M. Hompel (2010), S.315

3 Methoden der Marktforschung

In diesem Kapitel wird beschrieben, welche Methoden es bei der Marktforschung gibt und welche Methoden für die Durchführung der Marktanalyse ausgewählt wurden. Abschließend wird die Durchführung der Marktanalyse erklärt und wie man zum Ergebnis kam.

3.1 Ziele und Definition der Marktforschung

Ziel der Marktforschung ist: „Heute schon zu wissen, was morgen gefragt ist und übermorgen als selbstverständlich vorausgesetzt wird.“ Dazu muss jeder Marktteilnehmer wissen: „Wie sehen die Erwartungen des Kunden aus?“ „Was will der Kunde?“

Durch die Marktforschung wird versucht, diese Fragen zu beantworten, Konsequenzen abzuleiten und die entsprechenden Maßnahmen einzuleiten. Zudem nimmt die Marktforschung Bezug auf die Kundensegmente, Konkurrenz, Marktposition und soll auch noch das Risiko von Fehlentscheidungen einschränken.

Bei der Marktforschung werden systematisch und zielbewusst Daten eines Marktes gesammelt, aufgearbeitet, analysiert und ausgewertet. Diese Daten dienen als Grundlage für Marketing-Entscheidungen.

3.2 Methoden der Marktanalyse ^{33, 34, 35}

Die Methoden der Marktforschung können in mehrere Möglichkeiten eingeteilt werden:

- Quantitative und Qualitative Marktforschung

³³ Vgl. <http://www.mein-wirtschaftslexikon.de/m/marktforschung.php> (26.08.2010)

³⁴ Vgl. <http://www.marketing-goerlitz.de/> (20.08.2010)

³⁵ Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.net/> (20.08.2010)

- Primäre und Sekundäre Marktforschung
- Vollerhebung und Teilerhebung

3.2.1 Quantitative Marktforschung

Das Ziel der Quantitativen Marktforschung besteht aus der Ermittlung numerischer Werte über den Markt. Es wird mit wesentlich mehr Stichproben als bei der qualitativen Marktforschung gearbeitet, um vergleichbare Ergebnisse liefern zu können. Darum gilt, je größer die Stichprobe, desto verlässlicher sind die Resultate. Diese Resultate bestehen aus konkreten Zahlenwerten, welche mittels mathematisch statistischer Verfahren ausgewertet und in Form von Tabellen dargestellt werden.

Die quantitative Marktforschung arbeitet mit standardisierten Untersuchungsmethoden wie Telefonbefragung und Onlinebefragung. Sie dient auch zur Ergänzung und Unterstützung für die Ergebnisse der qualitativen Marktforschung.

3.2.2 Qualitative Marktforschung

Die qualitative Marktforschung dient dazu, Motive für bestimmte Verhaltensweisen am Markt aufzudecken, Erwartungen und Einstellungen zu ermitteln und die Frage zu beantworten, warum sich die Kunden in einer gewissen Art und Weise verhalten. Sie eignet sich zudem besonders gut dazu, um komplexe Prozesse zu verstehen, die sich hinter Investitions- und Kaufentscheidungen der Kunden verbergen.

Die qualitative Marktforschung arbeitet mit kleinen statistischen Stichproben unter Verwendung von Techniken wie Gruppendiskussionen, persönlichen Tiefeninterviews und Expertenbefragungen. Die Auswertung erfolgt auf Basis der Tonband-, Videoaufnahme oder anhand der Mitschrift.

Häufig wird sie auch im Anschluss der quantitativen Forschung durchgeführt, um Resultate zu vertiefen und zu veranschaulichen oder auch im Vorfeld als eine Art Stoffsammlung für den quantitativen Fragebogen um neue Erkenntnisse zu gewinnen und relevante Dimensionen abzudecken.

3.2.3 Primäre Marktforschung

Bei der Primärforschung werden die Informationen am Entstehungsort, also direkt bei der Zielgruppe erhoben. Deshalb wird die Primärforschung auch als Feldforschung bezeichnet. Je nachdem welche Marktteilnehmer Gegenstand der systematischen Untersuchung sind, kann zwischen Absatzmarktforschung, Beschaffungsmarktforschung, Konkurrenzmarktforschung und so genannter interner Marktforschung unterschieden werden. Für die Beschaffung der Primärinformationen kann man sich der quantitativen und der qualitativen Marktforschung bedienen. Für die Erhebung der Daten gibt es die Befragung, Beobachtung und das Experiment.

3.2.3.1 Befragung

Die Befragung ist die am weitesten verbreitete und wichtigste Erhebungsmethode. Die Befragung kann persönlich, telefonisch oder schriftlich erfolgen.

Persönliche Befragung

Bei der persönlichen Befragung, befragt der Interviewer den Befragten (Face to Face) und spricht mit ihm.

Die Vorteile dabei sind die Verwendung von Hilfsmittel wie Listenvorlage oder Produktbeispiele, eine hohe Erfolgsquote, da Interviews sehr lange dauern können, Interviewerbeobachtungen wie emotionale Reaktionen/Interesse/Desinteresse oder auch befragungstaktisches Instrumentarium (Frageformen, Fragereihenfolge). Die Nachteile jedoch sind die hohen Kosten und die Zeitintensivität.

Telefonische Befragung

Die telefonische Befragung ist eine erprobte und hoch standardisierte Methode, bei der die Interviewer die Fragen von einem Computerbildschirm ablesen und die Antworten während des Interviews direkt per Computer erfassen können.

Die Vorteile sind, dass sie schnell, kostengünstig und kurzfristig einsetzbar ist. Dabei wird eine größere Anonymität gewahrt, wodurch eine niedrigere Hemmschwelle vorhanden ist. Die Nachteile jedoch sind, geringe Response Rates, das Eruiere der Telefonnummern, der

Befragte kann sich belästigt fühlen, keine Verwendung optischer Hilfsmittel für die Beantwortung der Fragen, die sprachlichen Barrieren (unterschiedliche Interpretation von Antworten) und die maximale Befragungsdauer von 15-25 Minuten.

Schriftliche Befragung

Die schriftliche Befragung findet meist mit einem standardisierten Fragebogen statt und ist relativ kostengünstig, wahrt hohe Anonymität, bietet eine einfache Verwaltung (kein Interviewer oder Call-Center), deckt ein großes räumliches Gebiet ab und es gibt keinen Zeitdruck für den Befragten. Nachteile sind aber die geringen Rücklaufquoten, das notwendige Adressmaterial, keine Kontrolle über Umwelteinflüsse, keine Überprüfung der Identität des Befragten und keine Kontrolle über die Reihenfolge und Zeitpunkt der Befragung.

3.2.3.2 Beobachtung

Die Marktbeobachtung ist auf einen Zeitraum bezogen und versucht wesentliche Informationen über das Verhalten von Interessenten oder Kunden zu sammeln, ohne auf die Auskunftsbereitschaft der Beobachteten angewiesen zu sein. Die Beobachtung erfolgt mittels geschultem Personal oder technischen Hilfsmitteln (z.B. Zählvorrichtungen, Videokameras).

3.2.3.3 Experiment

Ein Experiment ist eine Befragung bzw. Beobachtung innerhalb einer kontrollierten Versuchsanordnung mit vorgegebenen Rahmenbedingungen. Experimente sollen so konzipiert sein, dass sie jederzeit, auch von anderen Versuchsleitern wiederholt werden können. Experimente können sowohl „in der Natur“ als Feldexperiment (die Teilnehmer wissen nicht dass sie am Experiment teilnehmen) oder bei „künstlichen Rahmenbedingungen“ als Laborexperiment (unter ganz bestimmten experimentellen Bedingungen) durchgeführt werden.

3.2.4 Sekundärforschung

Die Sekundärforschung gewinnt Ihre Erkenntnisse aus bereits erhobenen Daten oder aus der

Auswertung von bereits durchgeführten Marktforschungen. Sie wird auch als Schreibtischforschung bezeichnet, wobei die Daten direkt elektronisch erfasst werden können. Vorteil ist der relativ niedrige finanzielle Aufwand, nachteilig jedoch, die mangelnde Aktualität und Sicherheit der Daten. Diese Daten können aus unternehmensinternen oder externen Datenquellen stammen.

Unternehmensinterne Daten

Unternehmensinterne Daten können Umsatzstatistiken, Preislisten, Unterlagen vom Außendienst, Schriftwechsel mit Kunden etc. sein.

Unternehmensexterne Daten

Unternehmensexterne Daten können Berichte der Industrie und Handelskammer, Geschäftsberichte anderer Unternehmen, Prospekte und Kataloge von Mitbewerbern etc. sein.

3.2.5 Vollerhebung

Die Vollerhebung wird auch Totalerhebung genannt, wobei alle Elemente einer Grundgesamtheit erfasst werden. Häufig ist eine Vollerhebung aus zeitlichen und wirtschaftlichen Gründen für die Marktforschung unzweckmäßig. Die Vollerhebung wird zum Beispiel bei Meinungsumfragen in einem Sportverein, bei innerbetrieblichen Mitarbeiterbefragungen oder bei hochkarätigen Produkten angewandt.

3.2.6 Teilerhebung

Die Teilerhebung, auch Stichprobenerhebung genannt, ist die am häufigsten angewandte Untersuchungsform der Marktforschung. Durch Anwenden bestimmter Auswahlverfahren, werden die zu befragenden Personen so ausgewählt, dass sie die Gesamtmasse repräsentieren. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, lassen sich Untersuchungsergebnisse auf die Gesamtmasse übertragen. Ein Grund für die Teilerhebung sind die wesentlich geringeren Kosten als bei der Vollerhebung.

3.3 Methoden für die Analyse bestehender SLS

Bei der Analyse bestehender Staplerleitsysteme entschied man sich für die primäre Marktforschung, da diese im Juli in der Urlaubszeit erfolgte und man den teilnehmenden Unternehmen keinen Zeitdruck für die Beantwortung machen wollte. Dazu wurde ein Anschreiben an die Hersteller von Staplerleitsystemen verfasst, in dem darum gebeten wurde, Unterlagen für den Aufbau eines neuen Institutsschwerpunktes an das Institut zu senden. Viele Unternehmen antworteten erst zwei bis drei Wochen später, nachdem die zuständige Ansprechperson wieder anwesend war.

Insgesamt wurden im ersten Schritt der Analyse 44 Hersteller von Staplerleitsystem kontaktiert. Die Kontaktaufnahme erfolgte wenn möglich persönlich per Email, wenn ein Kontakt auf der Homepage zu finden war und ansonsten über ein auszufüllendes Webformular.

Von 16 % (N=7) der Unternehmen wurden Unterlagen per Post oder per Email zugesandt. 5 % (N=2) der Unternehmen verkündeten, kein Interesse zu haben und auch nicht für weiteren Kontakt zur Verfügung zu stehen. Weitere 9 % (N=4) der Unternehmen zeigten Interesse und gaben an, dass sich die zuständige Ansprechperson nach dem Urlaub meldet, was aber leider nicht der Fall war. Vom Großteil der Hersteller, 70 % (N=31) der Unternehmen, erhielt man keine Antwort. Der Status nach der ersten Kontaktaufnahme ist in Abb. 8 dargestellt. Alle kontaktierten Unternehmen, bis auf zwei österreichische, waren von Deutschland.

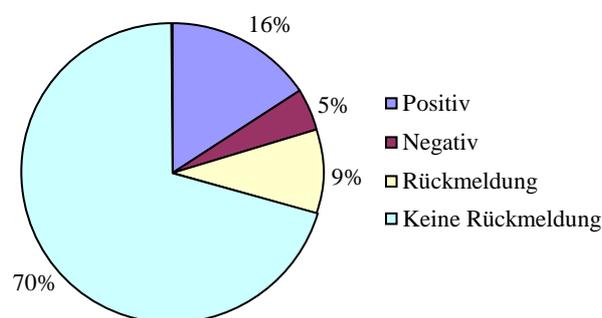


Abb. 8: Erste Kontaktaufnahme zu SLS-Herstellern

Mit den Informationen von verschiedenen SLS- Herstellern wurde eine Produkt/Feature-Matrix mit folgendem Inhalt erarbeitet.

- Name des Staplerleitsystems
- Hardware
 - Welche Kommunikationstechnik (z.B. Funk/WLAN)
 - Art der mobilen Terminals
 - Scanner am Stapler (z.B. RFID/Barcode)
- Staplerortung
 - Lokal
 - Global
- Software
 - Schnittstellen
 - Topologie
 - Visualisierung
 - Ressourcen
 - Auftragsverwaltung
- Verfügbare Optimierungsansätze
- Referenzkunden
 - Einsatz im Lager (Ja/Nein)
 - Einsatz im innerbetrieblichen Transport (Ja/Nein)
- Größenordnung der Kosten

Da jedoch die Unterlagen zum Ausfüllen der Produkt/Feature- Matrix zu oberflächlich waren und zu wenig Information enthielten, war es notwendig eine zweite Anfrage zu versenden.

Im zweiten Schritt wurde ein Anschreiben von Herrn Prof. Jodin verfasst, wobei es explizit darum ging, ein Staplerleitsystem für den studentischen Betrieb aufzubauen und dieses an ein Materialflusssimulationsprogramms anstatt der Staplerflotte anzubinden. Dabei wurden die Unternehmen um Informationen und Mithilfe bei der Erstellung eines Konzeptes für ein Staplerleitsystem gebeten. In der Ausschreibung wurden alle Informationen der Produkt/Feature- Matrix und zusätzliche Informationen abgefragt. Als Dank für die Unterstützung wurde den Unternehmen eine anonymisierte Gegenüberstellung der Systeme angeboten.

In Abb. 9 sind die Rückmeldungen auf die Ausschreibungen dargestellt. Von 18 % (N=7) der Teilnehmer erhielt man ein Angebot auf die Ausschreibung inklusive aller angeforderten Unterlagen entweder per Post oder per Email. Weitere 15 % (N=6) der Teilnehmer antworteten auf die Ausschreibung. Diese sagten jedoch ab, da sie kein geeignetes System zur Verfügung haben bzw. eine Abkoppelung vom derzeitigen System zu teuer und nicht rentabel ist. Ein weiterer Staplerleitsystem-Hersteller sagte ebenfalls ab, um sein Wissen und seine Daten vor der Konkurrenz zu schützen. Vom Großteil der Staplerleitsystem-Hersteller 67 % (N=26) erhielt man keine Antwort.

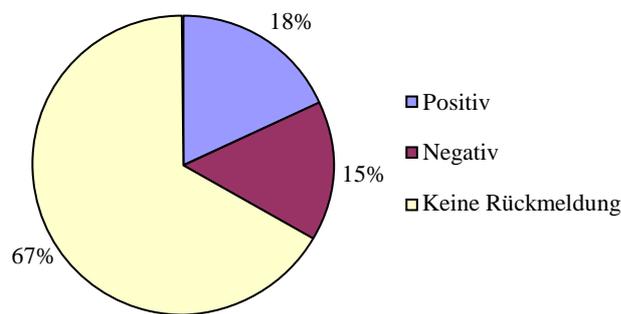


Abb. 9: Zweite Kontaktaufnahme zu SLS-Herstellern

3.4 Methoden für die Marktanalyse von SLS für KMU

Begonnen wurde mit der primären Marktforschung vor Ort bei der Fa. Magna Powertrain in Lannach. Der innerbetriebliche Materialtransport, welcher mittels Laufkarten von statten geht, wurde besichtigt. Hier wurden erste Ideen für Fragen im Fragebogen gesammelt.

Anschließend erfolgte die Erstellung eines Onlinefragebogens zur quantitativen Marktforschung. Die teilnehmenden Unternehmen erhielten einen Link mit Passwort, mit dem sie den online gestellten Fragebogen ausfüllen konnten. Um möglichst viele Unternehmen für die Teilnahme zu gewinnen, wurde der Fragebogen auch ins Englische übersetzt und online gestellt. Die Aussendung der Fragebögen übernahm die Fa. ISA mit einem Industriepartner. Nachdem die Fragebögen ausgewertet waren, wurde noch ein Staplerleitsystem in Deutschland besichtigt.

Die Teilnahme an der Marktanalyse erfolgte auf freiwilliger Basis. Als Dankeschön für die Teilnahme, erhielten die Unternehmen auf Wunsch eine anonymisierte Auswertung des Fragebogens, damit sie die Möglichkeit haben, ihren Flurförderzeug-Materialfluss mit dem anderer Unternehmen gegenüber zu stellen. Um den Teilnehmern eine Auswertung zur Verfügung zu stellen, war es notwendig, demographische Daten abzufragen. Die Beantwortung war freiwillig und die Fragen am Ende des Fragebogens gestellt und waren somit keine Voraussetzung für die Teilnahme.

3.4.1 Aufbau und Erstellung des Fragebogen ³⁶

Umfang

Der Fragebogen wurde so kurz wie möglich und so lang wie nötig gestaltet, um den Aufwand für die Teilnehmer gering zu halten. Dies sollte die Akzeptanz und die Rücklaufquote erhöhen.

Sortierung/Reihenfolge der Fragen

Die Themengebiete und die Fragen innerhalb der Themengebiete wurden sinnvoll sortiert. Es wurde vom Allgemeinen zum Konkreten bzw. vom Einfachen zum Abstrakten gefragt.

Formulierung der Fragen/Itemformulierung

Bei der Formulierung von Fragen wurde zwischen direkter- und indirekter Formulierung von Aussagen unterschieden. Die direkte Formulierung eignet sich für die Ermittlung von Fakten und Wünschen. Bei der indirekten Formulierung werden Aussagen und Fragen bewertet und dienen zur Ermittlung von Einstellungen, Wahrnehmungen und Meinungen.

Zu beachten war die Formulierung der Fragen, sodass diese unmissverständlich und eindeutig sind, da die Teilnehmer nicht nachfragen konnten was gemeint ist. Dazu wurde ein Pretest durchgeführt, der Unstimmigkeiten klärte. Es war darauf zu achten, dass z.B. keine Fach- oder

³⁶ Vgl. <http://www.2ask.de/> (22.07.2010)

Fremdwörter genauso wie Abkürzungen und doppelte Verneinungen oder auch absolute Begriffe verwendet wurden.

Fragetypen

Bei den Fragetypen, offene oder geschlossene Fragen, wurden geschlossene Fragen verwendet.

Offene Fragen eignen sich besonders gut, wenn man nicht weiß, welche Antwortmöglichkeiten es gibt. Sie sind besonders sinnvoll, wenn Meinungen, Einstellungen und Vorschläge gefragt werden, bei denen die wahrscheinlichen Antworten vorher schwer einschätzbar sind. Durch den Umfang dieser Datenmenge sind sie schwer auszuwerten. Daher ist es sinnvoll, aus offenen Fragen in Voruntersuchungen geschlossene Fragen für die Hauptbefragung zu generieren.

Geschlossene Fragen sind von den Teilnehmern schnell, leicht zu beantworten und machen die Auswertung sehr einfach. Das gesamte Antwortspektrum muss abgedeckt sein und es darf kein weiterer Bedarf an zusätzlichen Antworten bestehen. Bei Unsicherheit mit „sonstige“ oder „weiß nicht“ ergänzen.

Demographische Daten

Demographische Daten sind Antworten auf Fragen nach z.B. Alter, Beruf, Wohnort, etc. Den Teilnehmern wurde mitgeteilt wozu die Daten notwendig sind und man beschränkte sich darauf, nur die notwendigsten Daten für eine Kontaktaufnahme abzufragen.

Die Begründung, diese Fragen am Anfang des Fragebogens zu stellen sind, dass man sie schnell und einfach beantworten kann. Nachteil kann sein, dass die Teilnehmer abgeschreckt werden, wenn man mit der Tür ins Haus fällt. Stellt man die Fragen am Ende des Fragebogens konnten sich die Teilnehmer bereits ein Bild von den Inhalten der Umfrage machen und sind eher bereit persönliche Details anzugeben.

3.4.2 Durchführung der Marktanalyse

Der Befragungszeitraum war vom 14. September bis 31. Oktober 2010. Dabei wurde der Fragebogen wie in Abb. 10 ersichtlich, 61-mal in Deutscher und 43-mal in Englischer Version geöffnet.

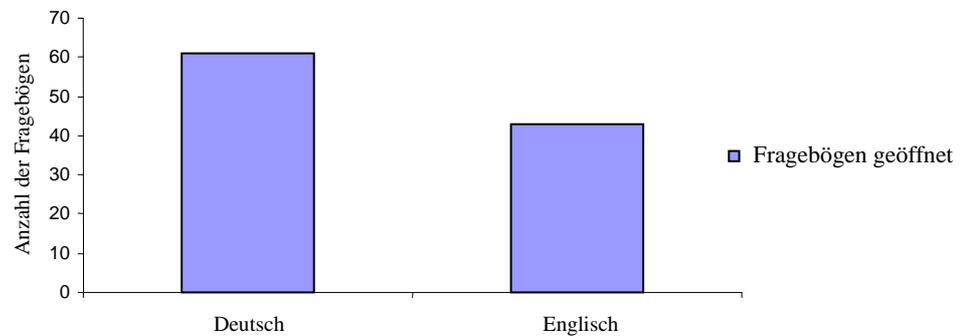


Abb. 10: Fragebögen gesamt

In Abb. 11 sieht man, wie viele Fragebögen tatsächlich zur Auswertung verwendet werden konnten, da sehr viele Teilnehmer den Fragebogen lückenhaft ausfüllten, nur durchklickten, die Befragung abbrachen oder den Fragebogen nur öffneten und gleich wieder gingen. Daher kommt es in der Auswertung zum Teil vor, dass nicht alle Fragen ausgewertet werden konnten.

72,4 % (N=21) der Teilnehmer füllten den Fragebogen in Deutsch davon 55,2 % (N=16) den Fragebogen ohne Staplerleitsystem und 17,2 % (N=5) den Fragebogen mit Staplerleitsystem aus. Die restlichen 27,6 % (N=8) der Teilnehmer füllten den Fragebogen in Englisch davon 17,2 % (N=5) den Fragebogen ohne Staplerleitsystem und 10,3 % (N=3) den Fragebogen mit Staplerleitsystem aus.

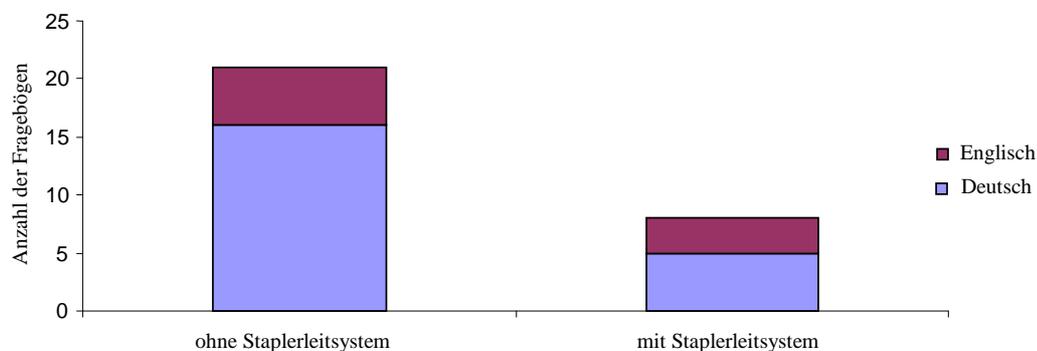


Abb. 11: ausgewertete Fragebögen

3.4.3 Fragebogen ohne Staplerleitsystem

Zu Beginn enthält der Fragebogen eine Eisbrecherfrage siehe Anhang 10.1, welche fragt, wie wichtig den befragten Unternehmen der innerbetriebliche Materialfluss ist. Dabei konnte auf einer Vier-Punkte-Skala (1=Sehr hoch, 2=Hoch, 3=Niedrig, 4=Sehr niedrig) ausgewählt werden. Diese Frage diente auch dazu, einen Zusammenhang zwischen der bewerteten Wichtigkeit und dem ausgefüllten Fragebogen herstellen zu können. Im Anschluss daran folgten 23 geschlossene Fragen, wie deren derzeitiger innerbetrieblicher Materialfluss geregelt wird, was sich in Zukunft ändern soll und welche Funktionalitäten ein Staplerleitsystem erfüllen müsste bzw. welche Effekte und Änderungen ein Staplerleitsystem erzielen soll.

3.4.4 Fragebogen mit Staplerleitsystem

Bei diesem Teil des Fragebogens, wird ebenfalls mit der Eisbrecherfrage begonnen siehe Anhang 10.2, welche fragt, wie wichtig den befragten Unternehmen der innerbetriebliche Materialfluss ist. Dabei konnte auf einer Vier-Punkte-Skala (1=Sehr hoch, 2=Hoch, 3=Niedrig, 4=Sehr niedrig) ausgewählt werden. Diese Frage diente auch dazu, einen Zusammenhang zwischen der bewerteten Wichtigkeit und den ausgefülltem Fragebogen herstellen zu können. Anschließend folgten 25 geschlossene Fragen. Diese Fragen bezogen sich auf die Handhabung des innerbetrieblichen Materialflusses vor der Einführung eines Staplerleitsystems, wie der Materialfluss seit der Einführung eines Staplerleitsystems gehandhabt wird und welche Verbesserungen oder Wünsche weiterhin offen sind.

3.5 Exemplarische Auswertung

Die ausgewerteten Fragebögen sind im Anhang beigelegt. Zum leichteren Verständnis der Auswertung werden in den folgenden Punkten exemplarische Beispiele der in der Auswertung abgebildeten Diagramme erläutert.

3.5.1 Kreisdiagramm

Ein Kreisdiagramm, auch Tortendiagramm genannt, ist eine einfache grafische Darstellungsform für Teilwerte eines Ganzen, als Teile eines Kreises. Alle dargestellten

Anteile müssen zusammen 100 % ergeben. Um einen Überblick zu bewahren, dürfen nicht zu viele Kategorien verwendet werden, da für das menschliche Auge 90 Grad besonders gut zu erkennen sind. Als Beispiel wird die Antwort zur Frage, wie wichtig ist Ihnen der Materialfluss in der innerbetrieblichen Logistik, angeführt.

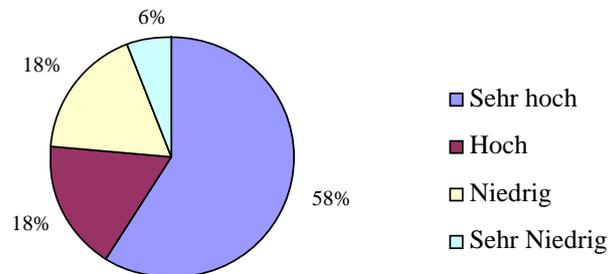


Abb. 12: Wichtigkeit des Materialflusses

Wie im Kreisdiagramm abzulesen, ist 76 % (N=13) der Teilnehmer die innerbetriebliche Logistik sehr wichtig bis wichtig. Nur einem geringen Anteil von 24 % (N=4) ist die innerbetriebliche Logistik unwichtig. Daraus lässt sich schließen, dass bereits ein Großteil der Teilnehmer die Wichtigkeit der innerbetrieblichen Logistik erkannt hat.

3.5.2 Säulendiagramm

Ein Säulendiagramm zeigt vertikale Balken an, welche nach Kategorien gruppiert sind. Sie dienen dazu, Vergleiche zwischen Elementen zu veranschaulichen. Bei mehr als 15 Kategorien sind Liniendiagramme zu bevorzugen. Eine Sonderform des Säulendiagramms ist das gruppierte Säulendiagramm. Dabei werden mehrere Datenreihen nebeneinander dargestellt.

Das Säulendiagramm wird nun anhand der Antwort von der Fragestellung, von wem werden die Transportaufträge erstellt, dargestellt.

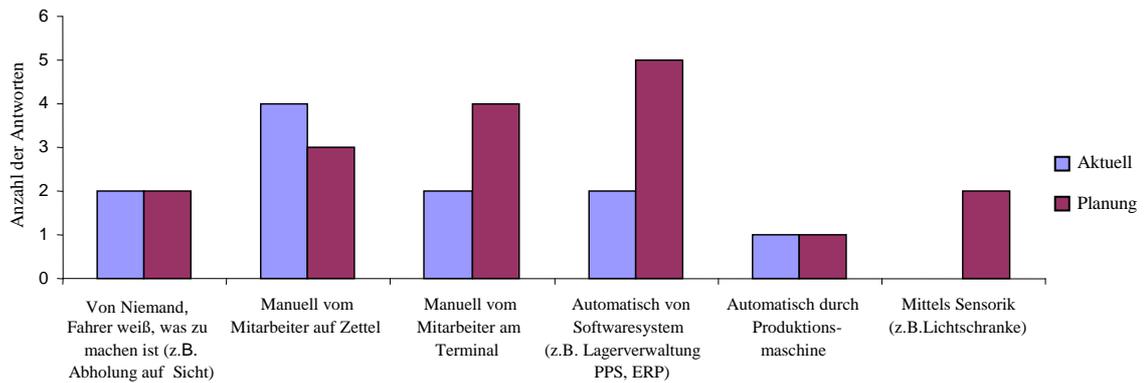


Abb. 13: Erstellung der Transportaufträge

Aktuell werden die meisten Transportaufträge manuell vom Mitarbeiter oder gar nicht erstellt. Nur bei einem geringen Anteil der Teilnehmer wird dies bereits automatisch durchgeführt. Die Planung jedoch lässt eine starke Tendenz zur automatisierten Auftragserstellung erkennen, wobei die manuelle Einflussnahme vom Mitarbeiter am Terminal weiterhin gewünscht wird.

3.5.3 Liniendiagramm

Das Liniendiagramm wurde aus dem Säulendiagramm weiterentwickelt, da in einem Säulendiagramm zu viele Daten unübersichtlich wirkten. In einem Liniendiagramm kann es nur Wertepaare geben, welche im Koordinatensystem eingetragen und mit Linien verbunden werden. Ein Beispiel für die Darstellung geht aus der Fragestellung, wie viele Bereiche/Abteilungen haben fix zugeteilte Stapler, hervor.

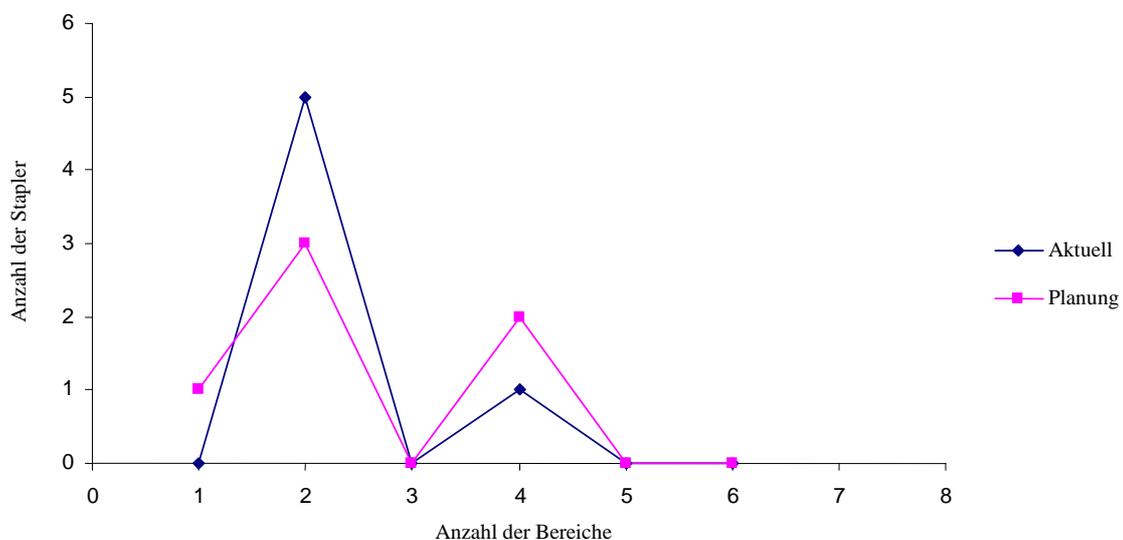


Abb. 14: Fix zugeteilte Stapler

Aufgrund der geringen Antworten bei dieser Frage, ist in diesem Liniendiagramm leider keine Auswertung möglich.

3.5.4 Quartile

Quartile werden häufig bei Verkaufs- oder Umfragedaten verwendet, um die Grundgesamtheiten in Gruppen einzuteilen. Mit einer Quartile kann zum Beispiel der Wert ermittelt werden, ob das bei einer Stichprobe erhobene Einkommen zu den oberen 25 Prozent der Einkommen gehört oder nicht.

Eine Quartile zeigt das erste, zweite und dritte Quartil an. Das 1. Quartil (unteres Quartil) ist derjenige Punkt der Messwertskala, unterhalb dessen 25% der Messwerte liegen. Das 2. Quartil ist derjenige Punkt der Messwertskala, unterhalb dessen 50% der Messwerte liegen. Das 2. Quartil wird auch als Median bezeichnet. Das 3. Quartil (oberes Quartil) ist derjenige Punkt der Messwertskala, unterhalb dessen 75% der Messwerte liegen.

Das Minimum ist der kleinste und das Maximum ist der größte der in der Datenreihe vorkommende Wert. Die Differenz aus Minimum und Maximum ist die Spannweite. Der Median ist derjenige Punkt an dem unterhalb und oberhalb der Messwertskala die Hälfte der Messwerte liegt. Bei einer geraden Anzahl an Messwerten, wird der Median aus dem arithmetischen Mittel zweier benachbarter Messwerte berechnet. Zur Erläuterung ist ein Boxplot in Abb. 15 dargestellt.

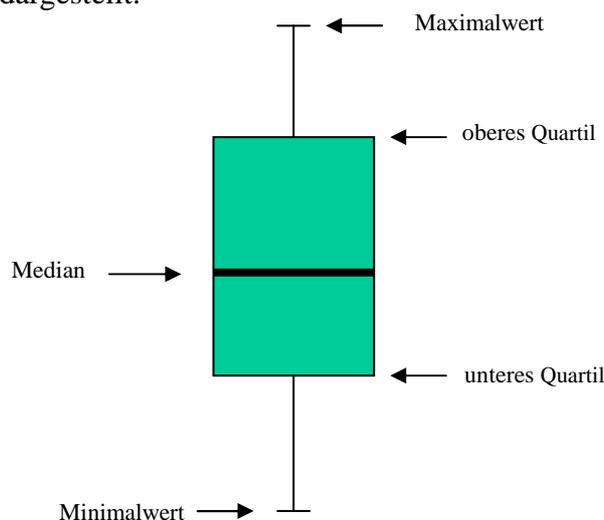


Abb. 15: Darstellung eines Boxplot zur Erklärung einer Quartile ³⁷

³⁷ Vgl. <http://stubber.math-inf.uni-greifswald.de/algebra/statistik0708/vorl-07-08-3.ppt> (20.11.2010)

Die Berechnung einer Quartile wird nun anhand der Frage, welche und wie viele Flurförderzeuge aktuell eingesetzt werden, dargestellt. In Tab. 1 sind die Antworten der Teilnehmer zu sehen, die zeigen welche und wie viele Flurförderzeuge eingesetzt werden. In Tab. 2 werden die Daten als Quartil für die Abb. 16 dargestellt.

	Teiln. 1	Teiln. 2	Teiln. 3	Teiln. 4	Teiln. 5	Teiln. 6	Teiln. 7
Handgabelhubwagen/Handstapler Akt.	8		2	15	20	10	1
Nieder-/ Hochhubwagen Akt.	4		1	0	10	5	1
Schub-/ Schubmaststapler Akt.	4		6	2	9	10	5
Elektro-/Diese-/Gasstapler Akt.	1		0	2	0	20	40
Schmalgang-/Hochregalstapler Akt.	0		0	33	3	0	0
Kommissionierer Akt.	12		0	0	35	0	2
Schlepper Akt.	1		0	0	0	0	0

Tab. 1: Anzahl der Flurförderzeuge - Aktuell

	Median	oberes Quartil	Maximum	Minimum	unteres Quartil
Handgabelhubwagen/Handstapler Akt.	9	15	20	1	2
Nieder-/ Hochhubwagen Akt.	2,5	5	10	0	1
Schub-/ Schubmaststapler Akt.	5,5	9	10	2	4
Elektro-/Diese-/Gasstapler Akt.	1,5	20	40	0	0
Schmalgang-/Hochregalstapler Akt.	0	3	33	0	0
Kommissionierer Akt.	1	12	35	0	0
Schlepper Akt.	0	0	1	0	0

Tab. 2: Quartile Flurförderzeuge - Aktuell

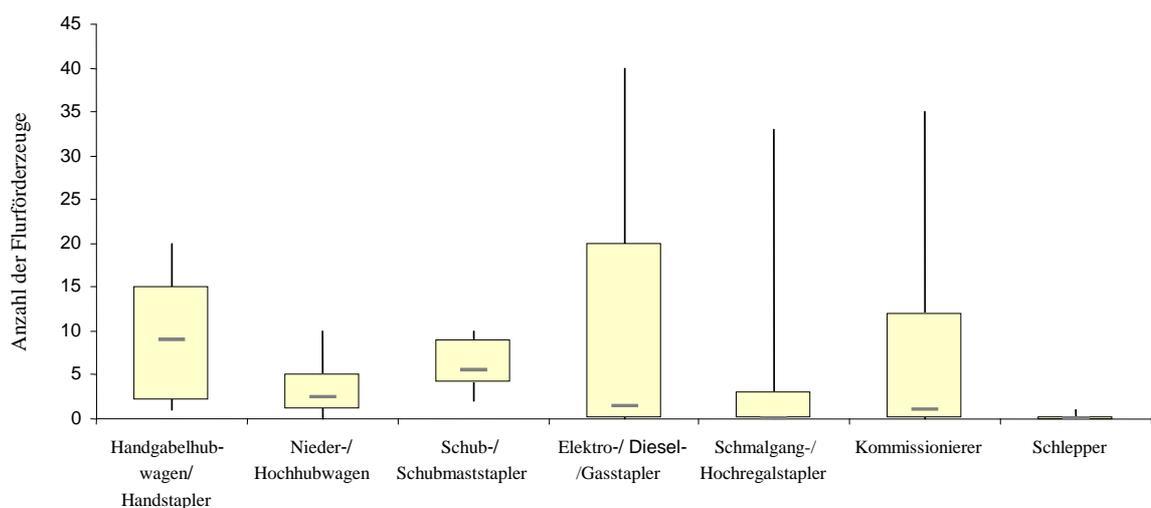


Abb. 16: Quartile Stapler - Aktuell

4 Lastenheft des Staplerleitsystems (SLS)

Den größten und wichtigsten Teil der Diplomarbeit stellt das Lastenheft dar. Es beinhaltet Informationen von den Angeboten der Staplerleitsystem-Hersteller der zweiten Analyse (siehe 10.6) kombiniert mit der Auswertung der Marktanalyse des Fragebogens.

Das Lastenheft dient als wesentliche Ausschreibungs- Angebots- und/oder Vertragsgrundlage und definiert, was und wofür zu lösen ist. Es sind die Anforderungen aus Anwendersicht beschrieben und das Lastenheft stellt alle Anforderungen des Auftraggebers hinsichtlich Liefer- und Leistungsumfang dar.

Im Vergleich dazu nimmt das Pflichtenheft Bezug auf alle Anforderungen im Lastenheft und definiert, wie und womit die Anforderungen zu realisieren sind. Es wird erst nach Auftragserteilung vom Auftragnehmer erstellt und bedarf der Genehmigung durch den Auftraggeber.

4.1 Schnittstellen und Systemstruktur in einem SLS

4.1.1 Schnittstellen

Das System soll in der Lage sein, jederzeit auf Kundenwunsch bestehende Systeme über die jeweilig zur Verfügung gestellten Schnittstellen anzubinden. Systeme mit denen meist kommuniziert werden muss sind üblicherweise LVS- und ERP- (z.B. SAP) Systeme.

4.1.1.1 Schnittstelle zwischen Staplerleitsystem und LVS, ERP (z.B. SAP)

Das Staplerleitsystem soll Schnittstellen zu den übergeordneten Systemen ERP und LVS enthalten. Über diese Schnittstellen ist es möglich, Daten in beide Richtungen zwischen dem

Staplerleitsystem und dem HOST-System auszutauschen. Das Staplerleitsystem erhält vom HOST die auftragsrelevanten Daten für die auszuführenden Transporte und meldet die Ausführung anschließend wieder zurück.

Eine Schnittstelle zum übergeordneten ERP, im speziellen SAP System wird häufig vorausgesetzt und kann über die SAP Standard Idoc-Schnittstelle realisiert werden. SAP- MM (Material Manager), PP (Production Planning), WM (Warehouse Manager) und SD (Sales and Distribution) sind bereits Standard. Die Integration weiterer Schnittstellen soll auf Anfrage möglich sein.

4.1.1.2 Schnittstelle zwischen Staplerleitsystem und Staplerterminal

Auf jedem Stapler wird ein PC-Terminal installiert. Die Kommunikation zwischen Staplerleitsystem und Staplerterminal wird über eine TCP/IP Socket-Schnittstelle realisiert über die die Informationen per WLAN übertragen werden.

4.1.2 Systemstruktur

Die Systemstruktur ist charakterisiert durch eine Client-Server-Architektur. Das Client-Server-Modell ist das Standardkonzept für die Verteilung von Aufgaben innerhalb eines Netzwerks. Aufgaben werden mittels Server auf verschiedenen Rechnern verteilt und können bei Bedarf von mehreren Clients zur Lösung ihrer eigenen Aufgaben oder Teilen davon angefordert werden.

4.1.2.1 WLAN- Ausleuchtung

Zur Kommunikation zwischen den Staplerterminals und dem Staplerleitsystem ist eine ständige Verbindung der Terminals mit dem SLS notwendig. Hierzu ist eine WLAN/GSM oder DECT Kommunikation möglich.

Die optimale Positionierung und die Anzahl von WLAN-Router kann nur mit einer Funkausmessung ermittelt werden, da die Ausleuchtung durch unterschiedlichstes Inventar wie z.B. Regale, Decken, Zwischenwände beeinflusst werden kann. Anhand der Messung wird dies in einem Protokoll festgehalten. Häufig werden Router der Firma CISCO verwendet.

4.1.2.2 Anforderungen an den Leitstandsrechner

Als Leitstandsrechner genügt ein Rechner mit folgenden Anforderungen anhand eines Angebots der anbietenden SLS-Hersteller (siehe 10.6):

- Midi-Tower-Gehäuse
- Standard Desktop Mainbord
- 2,0 GB Arbeitsspeicher
- CPU mind. 2 GHz
- Grafikkarte mind. 256 MB
- 160 GB Festplatte
- Tastatur dt.
- 2 Tasten-Maus mit Scrollrad
- Monitor ab 19''
- Betriebssystem MS Windows XP Professional

Die Datenhaltung ist als RAID-System mit Backup-Lösung auszuführen.

4.2 Generell logistische Funktionen

4.2.1 Priorisierung

Eine Priorisierung und Beeinflussung der Transportaufträge kann mit folgenden Methoden durchgeführt werden. Von den meisten anbietenden SLS-Herstellern (siehe 10.6) werden folgende Möglichkeiten der Priorisierung zur Verfügung gestellt:

- Priorität des Transportauftrages (manuelle Eingabe)
- Route des Transportauftrages, Vermeidung von Leerfahrten (wegeoptimiert)

Diese speziellen Methoden werden nur manchmal von den SLS-Herstellern angeboten:

- Zieltermin und Dauer des Transportauftrages (Durchlaufzeit)
- Zeitpunkt der Auftragseinlastung (komplexe Auslager-Nachschubstrategie) (FIFO)

- Kosten einer Route
- Aktueller Standort des Staplers
- Aktuelle Belastung der Route
- Aktuelle Auslastung der Stapler
- Engpasskontrolle (Termine, Kosten, Einsatzmittel)

4.2.2 Wege/- Routenoptimierung

Zur Reduzierung der Leer- und Suchfahrten und somit zur Wege- und Routenoptimierung gibt es folgende Möglichkeit.

Die erste Variante ist die grafische Lösung. Mittels Knoten und Wegen werden anhand des maßstabsgetreuen Lagerplans alle Wege, Ressourcen und Lagerbereiche visuell dargestellt. Die Berechnung der kürzesten Wege und Routen läuft im Hintergrund ab. Zugleich wird mit dem SAP-System kommuniziert, wodurch die Ergebnisse sofort im SAP zur Verfügung stehen. Änderungen in der Lagerplanung können einfach und schnell grafisch vom Disponenten durchgeführt werden. Ist eine Route blockiert, kann diese gesperrt, als Einbahn deklariert und anschließend wieder freigegeben werden unter Beachtung der Generierung von kürzesten Wegen.

Eine andere Möglichkeit ist, die Wegdistanzen innerhalb des Lagers in Tabellen einzutragen. Die Tabelle enthält die jeweiligen Start- und Endpunkte. Diese „Knoten“ bilden sich aus dem Lagerbereich der Zeile und dem jeweiligen Feld. Die Entfernung zwischen den Knoten wird ermittelt und in der Tabelle festgehalten. Ausgehend von der Wegtabelle, werden dann die kürzesten Entfernungen zum Knoten berechnet. Die Distanz zum Start-Knoten ist in jedem einzelnen Knoten gespeichert. Fehlende Einträge in der Entfernungstabelle werden durch temporäre Knoten ergänzt um vorübergehende Wege zu berechnen.

Wege, Routen, Knoten und Übergabebereich könnten mit folgenden Eigenschaften definiert werden.

- Standortbezeichnung (z.B. für Übergabebereich: Halle 1, Tor 3)
- Routen-Nr.

- Quell-Bahnhof
- Ziel-Bahnhof
- Fahrstrecke in Meter
- Stufentransport notwendig/möglich
- Richtungsrestriktion (Einbahnen)
- Breitenrestriktion in mm
- Gewichtsrestriktion in kg
- Status (frei, gesperrt)

4.2.3 Optimierung der Durchlaufzeit

Zur Optimierung der Durchlaufzeit ist ein belastungsorientiertes Arbeiten unter Ausnutzung der vorhandenen Kapazitäten und Ressourcen mit kurzen Reaktionszeiten der Zuordnung von Transportaufträgen an die Fahrzeuge notwendig. Beim belastungsorientierten Arbeiten wird eine vorangegangene Kapazitätsberechnung durchgeführt. Dabei wird die vorhandene Kapazität der benötigten Kapazität gegenübergestellt.

Durch eine spezifische und zielorientierte Transportauftragsplanung lassen sich Leerfahrten, Leerzeiten, Fehler und Fehlfahrten vermeiden.

4.3 Transportaufträge

In den folgenden Punkten werden nun die Transportaufträge erläutert. Im speziellen werden die Transportauftragsdaten bis hin zur Erstellung, Bearbeitung und Übermittlung der Transportaufträge behandelt.

4.3.1 Auftragsdaten der Transportaufträge

Mit den folgenden Informationen kann das Transportgut eindeutig identifizierbar gemacht werden. Die gleichen Informationen, mit ein paar Zusatzinformationen, soll der Transportauftrag am Staplerterminal enthalten, um eine einfache Überprüfung bzw. Identifikation des Transportguts zu ermöglichen.

- 6 Stellen laufende Nummer
- 6 Stellen laufende Fertigungsauftrags-Nr.
- 8 Stellen Artikelnummer
- 4 Stellen Losgröße
- 3 Stellen Menge der Paletten

Zusatzinformation Transportauftrag

- Abholplatz
- Aufgabepplatz
- Priorität
- bei Abweichung des Standardladehilfsmittels das zu verwendende Ladehilfsmittel
- Status des Transportauftrages (new, update, delete)

4.3.2 Erstellen von Transportaufträgen

Transportaufträge können manuell vom Disponenten am Leitstand, vom Staplerfahrer am Staplerterminal, vom Mitarbeiter in der Produktion oder automatisch erstellt werden. Der Auftragsersteller muss in der menügeführten Transportauftragserstellung angeben, was in welcher Menge wohin zu transportieren ist.

4.3.2.1 Erstellung von Transportaufträgen am Leitstand

Am Leitstand ist der Disponent in der Lage, Transportaufträge (TA) einfach und schnell zu erstellen. Wird ein Transportauftrag für eine Ware erstellt, die vom Lager in den Produktionsbereich transportiert werden soll, welche aber nicht vorhanden ist, wird entweder ein Fehlbeleg gedruckt oder eine Warnung angezeigt, da eine direkte Kommunikation mit dem übergeordneten LVS besteht.

Nach dem Erstellen des Transportauftrags gibt es zwei Möglichkeiten zur Art der Durchführung.

Abschließen der Erstellung

Wird diese Schaltfläche betätigt, wird der Transportauftrag abgeschlossen und nicht gestartet. Er kann, wenn nötig zu einem späteren Zeitpunkt, weiter bearbeitet werden. (z.B. Transportauftragsposition hinzufügen und/oder löschen). Es wird nicht die voreingestellte Ablaufsteuerung gestartet. Der Transportauftrag erhält den Status „neu“.

Start des Transportauftrages

Wird diese Schaltfläche betätigt, wird der Transportauftrag gestartet und er durchläuft anschließend alle entsprechenden Schritte der Ablaufsteuerung.

4.3.2.2 Erstellung von Transportaufträgen am Stapler (mobil)

Transportaufträge können gegebenenfalls am Stapler mit dem Staplerterminal manuell angelegt und nach Priorität abgearbeitet werden können. Dies kann mit der Funktion „Transportauftrag manuell anlegen“ geschehen und ist notwendig, damit Aufträge zur Dokumentation und Abarbeitung vorliegen, wenn beispielsweise Aufräumarbeiten zu tätigen sind. Eine direkte online Kommunikation mit dem SLS ist zu gewährleisten.

4.3.2.3 Erstellung von Transportaufträgen vom Mitarbeiter in der Produktion

Mitarbeiter an der Produktionsmaschine können mit einem Terminal (gleich wie am Stapler) oder mit einem PC Transportaufträge erstellen. Dadurch ist der Mitarbeiter auch in der Lage, Leergut jeder Art anzufordern. Der Vorteil bei der Verwendung eines Terminals ist, dass es sehr robust, widerstandsfähig und transportabel ist.

Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von einem Rufsystem (Taster). Die erste Taste kann zur Leergutanforderung (nur ein allgemeines und kein spezifisches Leergut) und die zweite Taste zum Rufen eines Staplers verwendet werden. Dadurch wird ein Transportauftrag automatisch im SLS generiert.

4.3.2.4 Automatische Erstellung von Transportaufträgen

Ein Transportauftrag kann automatisch, durch Auslösen mittels Sensorik beispielsweise einer Lichtschranke, erstellt werden.

Eine weitere automatische Erstellung von Transportaufträgen soll durch vorgelagerte Events durch übergeordnete Systeme wie z.B. ERP im speziellen durch SAP Applikationen wie SAP WM, SAP MM, SAP PP, etc. möglich sein.

4.3.3 Bearbeiten von Transportaufträgen

Die Bearbeitung von Transportaufträgen ist mit der identen Menüführung wie bei der Erstellung von Transportaufträgen möglich. Transportaufträge können nur bearbeitet werden, solange sie noch nicht durchgeführt werden. Während der Durchführung ist eine Bearbeitung nur vom Staplerfahrer am Staplerterminal möglich.

4.3.3.1 Bearbeiten von Transportaufträgen am Leitstand

Der Disponent am Leitstand hat einen Überblick über alle Transportaufträge und ist in der Lage, diese bei Bedarf einfach und schnell bearbeiten zu können. Ist der Transportauftrag in der Warteschlange und noch nicht in Auftragsdurchführung, kann der Disponent alle Eigenschaften ändern. Ist der Transportauftrag bereits in Bearbeitung, kann auch der Disponent nichts mehr ändern, außer einen neuen Transportauftrag für die Korrektur des falschen Transports anlegen.

4.3.3.2 Bearbeiten von Transportaufträgen mobil

Eine einfache Bearbeitung von Transportaufträgen mit Basisfunktionen am jeweiligen Staplerterminal unter Beachtung von Entfernung, Zeit und manueller Priorität ist grundsätzlich zu gewährleisten.

Eine Konsolidierung von Transportaufträgen und gegebenenfalls eine Bearbeitung von Gruppenaufträgen, Einzel-/Mehrfachpalettenaufnahme, Aufnahme zusätzlicher Behältnisse, Doppelspiel oder Änderung der Priorität soll möglich sein.

Auch wenn ein Transportauftrag bei der Abholung nicht komplett ist, muss dies mobil erfasst werden können. Dies kann daran liegen, dass ein Teil der zu bearbeitenden Artikel noch nicht fertig ist, bzw. die Anzahl nicht stimmt da Artikel fehlen.

4.3.3.3 Bearbeiten von Transportaufträgen am Arbeitsplatz in der Produktion

Der Mitarbeiter an der Produktionsmaschine kann seine erstellten Transportaufträge und all diejenigen Transportaufträge, die ihn betreffen, bearbeiten. Transportaufträge an der Maschine zu bearbeiten kann beispielsweise dann notwendig werden, wenn Waren früher abgeholt werden können (früher fertig als geplant) oder müssen (Platz bei Produktionsmaschine wird knapp). Auch wenn Waren früher als erwartet zur Weiterbearbeitung benötigt werden, soll es möglich sein, diese Priorität zu beeinflussen. Anderweitige Korrekturen wie die Anzahl der Paletten oder Stückzahl sollen möglich sein.

4.3.4 Löschen von Transportaufträgen

Transportaufträge können am Leitstand durch den Disponenten, am Staplerterminal durch den Fahrer und dem Mitarbeiter an der Produktionsmaschine gelöscht werden. Das wird notwendig, wenn ein fehlerhafter Transportauftrag erstellt oder der Transport schon durchgeführt wurde. Der Leitstand kann Transportaufträge mit verschiedenem Transportauftragsstatus stornieren, wie beispielsweise new, update etc. Bei der Stornierung von freigegeben muss jedoch darauf geachtet werden, dass dieser Transportauftrag noch nicht in Bearbeitung ist. Wird er bereits bearbeitet, kann er nicht mehr gelöscht werden. Es muss ein neuer Transportauftrag mit „zurücksetzen“ erstellt werden, um die Ware wieder zum ursprünglichen Platz zurück zu bringen.

4.3.5 Übermitteln der Transportaufträge vom SLS zum Stapler

Die Übermittlung der Transportaufträge zu den Terminals am Stapler erfolgt mittels WLAN. Soll ein ständiger Kontakt mit dem Staplerterminal vorhanden sein, ist eine durchgehende Ausleuchtung der Betriebshalle notwendig. Ist keine durchgehende Ausleuchtung der Betriebshalle erwünscht oder notwendig, wird die Verbindung zum mobilen Terminal

getrennt und sobald wieder ein Empfang vorhanden ist, hergestellt. Nachdem die Verbindung wieder hergestellt ist, werden sofort alle Daten am mobilen Staplerterminal aktualisiert, bzw. mit diesem abgeglichen.

4.3.6 Zuweisen der Transportaufträge zu einem Stapler

Die Zuweisung der Transportaufträge basiert auf der Einhaltung von Musskriterien und der optimalen Steuerung wie beispielsweise richtiges Ladehilfsmittel, Beachtung der Priorität und Auslastung der Fahrzeuge und Fahrwege. Eine fehlerfreie bzw. optimierte Auftragsabwicklung führt zu einer verbesserten Auslastung der Fahrzeuge, Mitarbeiter und Produktionsanlagen.

4.3.7 Auswählen der Transportaufträge durch den Staplerfahrer

Das Auswählen von Transportaufträgen ist ein wesentlicher Bestandteil der mobilen Dialoge auf einem Handscanner oder auf dem Staplerterminal. Freie Transportaufträge können anhand einer Liste zur Bearbeitung ausgewählt und direkt bearbeitet werden. Die Auswahlmöglichkeiten können dabei anhand einer Sortierung des aktuellen Platzes des Staplers erfolgen. Somit kann die Bearbeitung für den Staplerfahrer vereinfacht und beschleunigt werden. Besonders bei Aufnahme mehrerer Paletten eines Staplers ist diese Funktion relevant, oder dann, wenn keine prioritätsorientierte Zuweisung der Transportaufträge erfolgt, sondern eine manuelle Auswahl durch den Staplerfahrer durchgeführt werden soll.

4.3.8 Übernahme und Quittieren von Transportaufträgen

Bei der Quittierung (Übernahme) eines Transportauftrags können Folgefunktionen wie Transportauftrag quittieren (durchgeführt) oder Transportauftrag bearbeiten, ausgelöst werden. Durch (durchgeführt) Quittieren des Auftrags am Staplerterminal wird der Transportauftrag im SLS abgeschlossen.

4.3.9 Konsolidierung von Transportaufträgen

Eine Konsolidierung ist ein Zusammenfassen von einzelnen Transportaufträgen zu einem Transportauftrag. Siehe auch Bearbeitung von Transportaufträgen. (4.3.3.2)

4.3.10 Koordination der Transportaufträge

Die Koordination der Transportaufträge geschieht im Leitstand wo eine Übersicht über alle Transportaufträge gegeben ist, unter Berücksichtigung der Kapazitätsplanung von freien Ressourcen, Mitarbeitern und der Integration von manuellen Transportaufträgen und Transportaufträgen von SAP MM, SAP PP, SAP WM (siehe 4.1.1.1).

Eine Erweiterung der Koordination von Transporten ist die Durchführung mehrstufiger Transporte mit Ressourcentypwechsel, die eine Definition von entsprechenden Übergabepunkten fordert. Ist ein Transportauftrag eines Bereiches fertig gestellt, kann dieser von einer anderen Ressource aus einem anderen Bereich übernommen und vom Übergabepunkt abgeholt werden. Eine Statusüberwachung und Steuerung für die geordnete Auftragsbearbeitung komplettiert diese Erweiterung.

4.4 Identifikation

Dieses Kapitel behandelt die Identifikation der Mitarbeiter, der Flurförderzeuge, der Stellplätze und der Transportgüter.

4.4.1 Identifikation des Mitarbeiters am Leitstand

Die Anmeldung des Mitarbeiters erfolgt gewöhnlich mit einem Benutzernamen und Kennwort. Diese muss personenbezogen sein.

Benutzerverwaltung durch den Disponenten am Leitstand

In der Benutzerverwaltung hat das Anlegen und Ändern von Stammdaten problemlos zu gelingen. Die Stammdaten und weitere SLS-Funktionen werden übersichtlich von einer

zentralen Administrationsoberfläche verwaltet. Diese Administrationstätigkeiten werden vom Disponenten durchgeführt.

Da die Auswahl von Stammdaten zu einer Routinetätigkeit gehört und täglich sehr häufig angewendet wird, ist sie einheitlich und effizient zu gestalten. Eine Möglichkeit wäre die Verwendung von Kürzel (muss jedoch bekannt sein) oder die Verwendung von Dropdown-Menüs.

Alle relevanten Tabellen, Einstellungen und Transaktionen werden von einem zentralen Leitstand aus gesteuert und verwaltet. Dazu gehören die Tabellenpflege mit Benutzerrechten, die Anbindung an das SAP-Transportmanagement und ein zentraler Transaktionsüberblick.

4.4.2 Identifikation des Mitarbeiters am Staplerterminal (mobil)

Der Zugang zum Rechnersystem ist „benutzerabhängig“ zu strukturieren (Berechtigungsebenen) und soll durch das Login am Staplerterminal (mobile Scanner oder Terminals mit Touch Screen) definiert werden. Für jeden Bediener mit gültiger User-ID soll ein Qualifikationscode existieren. In einer Berechtigungstabelle sind dann die Dialogtransaktionen definiert, die dem Bediener mit diesem Qualifikationscode zugänglich sind. Damit wird gewährleistet, dass jeder Bediener nur die für ihn vereinbarten Dialogtransaktionen aufrufen kann.

4.4.3 Identifikation des Mitarbeiters am Arbeitsplatz in der Produktion

Siehe Identifikation des Mitarbeiters am Staplerterminal (mobil). (4.4.2)

4.4.4 Identifikation des Staplers

Ein Flurförderzeug kann mit folgenden Eigenschaften identifiziert und im System hinterlegt werden.

- zugeordneter Bereich des Staplers
- Stapler-Nummer für das SLS
- Hersteller

- Typ
- Seriennummer des Herstellers
- Eigengewicht des Staplers in kg
- Fahrhöhe in mm
- Fahrbreite in mm
- Staplerhöhe in mm
- Geschwindigkeit in m/s
- Max. Zuladung in kg
- Anhängerkupplung (ja/nein)
- Transportbehälter (n-fach)
- Status (aktiv, gesperrt)
- Gehäuse (Elektro, Diesel, Gas)

4.4.5 Identifikation des Bahnhofs

Die Identität des Bahnhofs kann mit folgenden Eigenschaften definiert werden.

- Standort
- Nummer
- Standort-Bezeichnung/Nr.
- Kostenstelle
- Anzahl der Stellplätze
- Fläche des Bahnhofs

4.4.6 Identifikation des Transportguts (Ladehilfsmittels)

Die Identifikation des Transportgutes erfolgt entweder auf Sicht durch Abgleich von Angaben auf dem Transportauftrag und dem Transportgut oder durch Identifikation mittels Barcode Reader. Ist ein Lesen des Barcodes aufgrund von Schmutz nicht mehr möglich, muss notfalls eine Eingabe per Hand möglich sein.

Zudem ist im Staplerleitsystem ein Transportgut immer einem Ladehilfsmittel zugeordnet. Jedes Ladehilfsmittel ist mit einem eindeutigen Barcode (LHM-ID) gekennzeichnet. Dieser

Barcode ist solange das LHM existiert gültig. Informationen zu diesem LHM werden angezeigt.

4.4.7 Identifikation des Stellplatzes

In den Stellplatzbereichen der Produktion, in denen mit Datenerfassung gearbeitet wird, muss ein eindeutiger Stellplatzcode eingetragen sein, damit der Ortsbarcode bei den Ein- und Auslagerungen verarbeitet werden kann. Die Identifikation erfolgt per Barcode und falls dieser aufgrund von Schmutz nicht mehr lesbar ist, muss notfalls eine Eingabe per Hand möglich sein.

4.5 Auswertungen am SLS

4.5.1 Transparenz der Transporte

Um Verbesserungen am Staplerleitsystem vornehmen zu können, ist es notwendig, alle Materialtransporte transparent zu machen um bereits durchgeführte Transportaufträge und Prozesse rückverfolgen zu können. Dazu ist ein regelmäßiges kundenspezifisches Reporting der eingesetzten Ressourcen notwendig.

4.5.2 Pausenfunktion (mobil)

Eine Funktion „Pause“ ermöglicht dem MA das Durchführen einer Pause. Nach Beendigung der Pause kann der Mitarbeiter den Transportauftrag weiter bearbeiten. Für den Leitstand ist somit erkennbar, wenn der Transportauftrag bzw. der Stapler im Pausenstatus ist. Es erfolgt somit keine Verfälschung der Auswertung, da der Status nachvollziehbar ist.

4.5.3 Statistische Auswertungen

Statistische Auswertungen des Gesamtsystems, einzelner Komponenten und bestimmter Stapler ist durch den Disponenten am Leitstand möglich. Zur flexiblen Leistungsauswertung werden die Daten archiviert und Kennzahlen visualisiert. Die bewerteten Leistungen und

Ressourcen lassen sich statistisch in Tabellen und Grafiken darstellen, drucken und ins Excel exportieren. Der Export von Daten in andere Programme außer Excel wird von keinem Hersteller unterstützt.

Vor jeder Berechnung wird der Zeitraum der Berechnung angegeben. Die Datumsfelder können über eine Kalenderfunktion befüllt werden.

Folgende Auswertungen müssen möglich sein

- Auftragspool (Anzahl der unerledigten Aufträge)
- LHM-Typen Auswertung (welche LHM werden am häufigsten verwendet)
- Anzahl der unterschiedlichen Auftragsstypen
- Auftragsspitzen
- Produktivitätsindex (statistische Beziehung zwischen Transportauftragsinput und Leistungoutput der Staplerfahrer)
- Liegedauer des Transportguts
- Umschlaghäufigkeit des Transportguts
- Fahrzeiten je Stapler
- Verhältnis Transportzeiten/Leerzeiten
- Verhältnis Transportmeter/Leermeter
- Anzahl der gefahrenen Meter
- Leerfahrtenanteil
- Arbeitszeiten je Stapler
- Transportzeiten (wie lange dauerte der Transport von A nach B)
- Transporte je Stapler
- Transporte je Fahrer pro Stunde/pro Tag
- Liegezeiten pro Quelle
- Quellen Analyse (wie oft ist ein Transportgut von A abzuholen)
- Senken Analyse (wie viele Transporte erhält B täglich)
- Quellen-Senken-Matrix (Materialflussmatrix) zeigt, welche Anzahl von Transporten pro Zeiteinheit von Quellen und Senken bewegt wird. Durch die Summierung der Spalten (Quellen) und Zeilen (Senken) ergibt sich die Gesamtmenge am Ausgang und Eingang. Daraus lässt sich ablesen, ob eine feste Quellen-Senken-Beziehung (überwiegend einzelne Transporte) oder eine Quelle mit vielen Senken-Beziehung

vorhanden ist. Mit dieser Erkenntnis ist man in der Lage, das Transportsystem bzw. die zu verwendenden Ladehilfsmittel zu optimieren.

4.6 Sicherheiten und Fehler des Systems

4.6.1 Datensicherheit

Zur Vermeidung von Störungen und Datenverlust bei Ausfall der Verbindung, sind die mobilen Terminals so zu gestalten, dass nach jedem Scannen die Daten an das HOST-System gesichert übergeben werden. Dadurch wird gewährleistet, dass jeder Vorgang bei Verbindungsabbruch dort wieder aufgesetzt werden kann, wo er abgebrochen wurde. Das HOST-System ist als RAID-System mit Backup-Funktion auszuführen.

4.6.2 Fehler- und Störungsbehandlung

Fehler- und Störungsbehandlungen von Transportaufträgen müssen auf den Endgeräten möglich sein. Störungen sind via Tastendruck auszuwählen, zu bestätigen und zu bearbeiten. Zur Vorbeugung von Fehlern wie durch Verdrücken auf den Terminals, sind große symbolische Tasten zu verwenden.

Folgende Fehler können am Staplerleitsystem korrigiert werden:

- Transportgut TG ist nicht zu finden
- TG da, TA fehlt
- Etikett am TG fehlt
- Etikett kann nicht gelesen werden
- Zielbahnhof existiert nicht
- Stapler führt TA nicht aus
- Ziel belegt
- Stapler defekt
- Transportgut beschädigt
- falsches Ladehilfsmittel
- falscher Staplertyp

4.7 Der Leitstand

4.7.1 Allgemein

Der Leitstand ist die Zentrale, in der der Disponent einen Überblick über den aktuellen Bearbeitungsstand aller Transportaufträge und den Auftragsvorrat je Mitarbeiter/Ressource hat. Der Disponent kann die Transportaufträge steuern, einfach und schnell anlegen und bei Bedarf durch intelligente Funktionen gezielt eingreifen.

Ziel ist, den Administrationsumfang am Leitstand zu minimieren und einen optimierten Auftragsvorrat für den Mitarbeiter zu gewährleisten.

Am Leitstand werden alle unerledigten, aktuellen und letzten Transportaufträge angezeigt und gegebenenfalls bearbeitet. Transportaufträge können unter Berücksichtigung von Priorität, Zieldatum/Uhrzeit und Zielbahnhöfen bestimmten Staplern zugewiesen werden.

Der Status jedes aktiven Staplers wird angezeigt und er ist in der Lage, Kapazitäten auf Ressourcen und Mitarbeiter einzuplanen und Gruppen von Kommissionieraufträgen zu bilden. Der Status eines Transportauftrages, wie Durchführung oder Störung, wird mit einer Ampelanzeige angezeigt. Zusätzlich ist der Leitstand in der Lage, den Status der Transportaufträge zu beeinflussen, eine manuelle Priorität einzugeben und bei Bedarf den Ressourcentyp zu ändern.

4.7.2 Staplerleitsystem Administration

Die Administrationstätigkeiten werden vom Disponenten durchgeführt. Durch den Disponenten erfolgt die Verwaltung der Stapler, Routen, Bahnhöfe, Mitarbeiter und Ladehilfsmittel.

4.8 Visualisierung/Lokalisierung/Navigation

4.8.1 Visualisierung am Leitstand

Durch die Darstellung des Werksgeländes und der Fertigungshallen, können die darin befindlichen Transportwege einfach und schnell grafisch geplant werden. Die Knoten und Transportwege werden anhand des geladenen Plans visuell dargestellt und können verändert werden. Die Berechnung von kürzesten Wegen und Routen läuft im Hintergrund ab.

Anhand des grafischen Plans, können alle Knoten, Wege, Lagerbereiche und Lagerplätze gepflegt und zur Weiterbearbeitung geladen werden. Dazu zählen auch verschiedene Modi zum Einfügen von Knotenpunkten, Wegen und Einbahnstraßen. Die Zuordnung von Ressourcen zu Wegen und Lagerplätzen und die Zuordnung von Zonen und Lagerplätzen sind weitere Vorteile. Zusätzlicher Vorteil ist auch, dass das Lagerlayout jederzeit geladen und weiterbearbeitet werden kann.

Bei der SLS-Visualisierung soll es weitere zusätzliche Funktionen geben:

- Auftragsübersichtsfunktion mit grafischer Darstellung des unterschiedlichen Status und aktueller Auslastung
- Übersichtsfunktion zu Transportauftragsdetails
- Grafische Anzeige der im System angemeldeten Ressourcen jeweiliger Bearbeiter und deren aktuelle Position anhand des kundenindividuellen Lagerplans inkl. Infomeldungen
- Grafische Anzeige der Auslastung je Knoten inklusive Darstellung der Transportaufträge in entsprechendem Status
- Nachrichtenübersicht mit Anzeige von Statusmeldungen

4.8.2 Lokalisierung der Stapler

An jedem Quell- und Zielort ist bauseitig ein eindeutiger Barcode angebracht. Dieser wird mit dem Barcodescanner gelesen und die aktuelle Position wird gespeichert. Durch das Scannen des Barcodes weiß man, wo sich der Stapler zuletzt befand bzw. im Moment befindet. Durch

den Auftragsstatus ist auch ersichtlich, welchen Abhol- oder Aufgabeplatz der Fahrer als nächstes ansteuert.

4.8.3 Navigation

Eine Navigation mit positionsgenauer Ortung im Werk ist mit einem 3D-Dialog möglich. Die Routen werden am Staplerterminal visualisiert und der Fahrer des FFZ muss sich an die vorgegebene Route halten. Der Vorteil ist, dass Leerfahrten vermieden und ungelernete Arbeitskräfte sehr schnell produktiv werden. Zusätzlich kann das aufzunehmende Transportmaterial visualisiert und bei Bedarf Handhabungshinweise angezeigt werden. Der Abgabeplatz wird farbig auf dem Bildschirm visualisiert bis die Abgabe bestätigt ist.

4.9 Weitere Funktionen

Zur einfachen Handhabung sind große Tasten und Symbole sowie Mehrsprachigkeit auf den mobilen Endgeräten vorzusehen.

Eine einfache und anwenderfreundliche grafische Aufbereitung der Benutzeroberfläche je nach Kundenwunsch ist zu gestalten.

Das Staplerleitsystem soll auch auf dem Werksgelände im Freien ohne Restriktionen funktionieren.

4.10 Pricing

Um ein Vorstellung dafür zu bekommen, welche Preisspanne bei den Staplerleitsystemen vorhanden ist, sind nun die wesentlichen Komponenten mit Richtpreisangaben angeführt. Die angeführten Preise sind ohne Hochschulrabatte.

Staplerleitsystem „Basic“:	10.000 € - 15.000 €
Benutzerlizenz je parallel arbeitendem Benutzer:	500 € - 1.000 €
Optimierungstools für den besten Transportauftrag: (siehe 4.2)	3.000 € - 5.000 €
Controlling/Statistische Auswertung: (siehe 4.5)	2.500 € - 3.500 €
Import der Daten ins Excel: (siehe 4.5.3)	ca. 3000 €

Anpassung der Masken am Staplerterminal:	1.900 €- 2.400 €
Anpassung der Masken am Leitstand:	2.500 € - 3.200 €
Schnittstelle SAP – SLS: (siehe 4.1)	3.800 € -9.900 €
Monatlicher Servicevertrag:	300 € - 800 €

Im Staplerleitsystem „Basic“ wird keine Routen- und Auftragsoptimierung vorgenommen. Die Transportaufträge werden nicht optimiert und priorisiert zugeteilt, sondern werden nur am Staplerterminal angezeigt, sodass der Staplerfahrer selbstständig den Transportauftrag auswählen kann. Auswertungen sind ebenfalls nicht möglich. All diese Tools können separat erworben und wie ein Baukasten zusammengesetzt und erweitert werden. Im monatlichen Servicevertrag sind die Gebühren für Hotline, Fehlerbeseitigung und telefontechnischen Support enthalten.

Das kostengünstigste System aus diesen Richtpreisen wäre demnach um 27.200 € und das teuerste um 43.000 € ohne monatliche Gebühren und mit nur einer Benutzerlizenz zu erwerben. Darin sind keine Kosten für Hardware, Pflichtenheft, Besprechungen, Inbetriebnahme und Schulungen enthalten.

4.11 Anforderungen der Teilnehmer der durchgeführten Marktanalyse

Die Anforderungen der Teilnehmer der Marktanalyse an ein Staplerleitsystem werden nun angeführt. Es fließen die Auswertungen der Fragebögen mit und ohne Staplerleitsystem ein.

Die Teilnehmer planen, die Transportaufträge nach Priorität abzuarbeiten und die Priorität beeinflussen zu können. Die Erstellung der Transportaufträge soll automatisch von einem übergeordneten HOST-System (LVS, PPS, ERP), automatisch mittels Sensorik durch eine Lichtschranke oder manuell von einem Mitarbeiter an einem Terminal geschehen. Die Übermittlung der Transportaufträge und Rückmeldung getätigter Transportaufträge soll ebenfalls automatisch durchgeführt werden.

Eine globale Ortung soll mittels WLAN, Kamera oder GPS funktionieren. Es wird keine punktuelle Ortung gewünscht und es werden auch keine gebäudeübergreifenden Transporte

geplant. Besonders wichtig ist den Teilnehmern, eine statistische Erfassung und Auswertung der Staplerfahrten, um eine Kontrolle über das Arbeitsverhalten und der Auslastung zu erhalten.

Wesentliche gewünschte positive Einführungseffekte für ein Staplerleitsystem wären eine Reduzierung der Fehlerquote, Optimierung der Durchlaufzeit, eine Reduzierung der Leer- und Suchfahrten und allgemein eine Senkung der innerbetrieblichen Logistikkosten. Bei der Auswahl eines Staplerleitsystems sind die angebotenen Funktionalitäten, das Einsparungspotential und die laufenden Kosten ausschlaggebend.

4.12 Aufbau und Features des zu erstellenden Staplerleitsystems

4.12.1 Aufbau des Staplerleitsystems

Eine Möglichkeit ist, das Staplerleitsystem wie in Abb. 17 modular aufzubauen. Das „Staplerleitsystem Basic“ dient als Basissystem und darauf aufbauend soll es möglich sein, je nach Kundenwunsch das Basissystem durch das geforderte Modul zu erweitern.

SLS- bester TA	SLS- Statistik	SLS- Toolbox	SLS- Route Optimizer	SLS- mobil	SLS- Leitstand	SLS- Visualisierung	SLS- Navigation
SLS-BASIC							
SLS-Systemfunktionen				SLS-Schnittstellen			

Abb. 17: Aufbau des Staplerleitsystems

Durch das Modul „SLS- bester TA“ ist dem Stapler der für ihn beste Transportauftrag in Abhängigkeit von Priorität und optimierter Fahrzeugauslastung zuzuteilen. Mit „SLS- Statistik“ ist es möglich, im Leitstand verschiedene statistische Auswertungen vorzunehmen. In der „SLS-Toolbox“ erfolgt die Verwaltung der Anwender und der Flurförderzeuge.

Der „SLS-Route Optimizer“ dient dazu, die kürzeste, schnellste Route für den Transportauftrag zu finden. „SLS-mobil“ ist für die mobilen Staplerterminals und der Auftragserstellung vom Mitarbeiter an der Maschine gedacht. Das Modul „SLS-Leitstand“ ist für den Disponenten gedacht und soll je nach Kundenwunsch gestaltet und optimiert werden.

Die „SLS-Visualisierung“ dient dazu, das Werksgelände und die Fertigungshallen bzw. die sich darin befindlichen Transportwege darzustellen. Der Disponent soll die Möglichkeit haben, Transportwege, Abholplätze, Abgabeplätze, Sammelplätze selbst zu definieren und Restriktionen zu setzen. Mit „SLS-Navigation“ wird der Stapler durch die Hallen navigiert und der Disponent weiß zusätzlich den aktuellen Standpunkt des Staplers.

In den „SLS-Systemfunktionen“ ist beispielsweise die Transportauftragserstellung integriert. Die „SLS-Schnittstellen“ sind je nach Kundenwunsch anzupassen, um mit den jeweiligen HOST-Systemen wie z.B. LVS, ERP insbesondere SAP kommunizieren zu können.

4.12.2 Hardware-Features des SLS

In Tab. 3 sind die Features der anbietenden Hersteller (siehe 10.6) den Kundenwünschen gegenübergestellt. Da für die Hardware solche Wünsche jedoch nicht vorliegen, ist die gleiche Hardware-Technik, wie anderer SLS-Hersteller zu verwenden, um am Markt konkurrenzfähig zu sein.

Unter „SLS-Hersteller“ sind die Features aufgelistet, welche von den anbietenden SLS-Herstellern angeboten werden. Sind Zellen mit einem Kreuz unter „sehr häufig“ markiert, bedeutet dies, dass sieben, sechs oder fünf der anbietenden SLS-Hersteller dieses Feature anbietet. Bei Zellen, welche ein Kreuz unter „manchmal“ haben, bedeutet dies, dass dieses Feature von vier, drei, zwei oder einem anbietenden SLS-Hersteller angeboten wird. „Nie“ bedeutet, dass kein einziger SLS-Hersteller dieses Feature anbietet.

Unter „Kundenwunsch“ sind die Ergebnisse der Marktanalyse von potentiellen Kunden eingetragen.

Das neue Staplerleitsystem „Neues SLS“ spiegelt die Wünsche der Kunden, kombiniert mit den angebotenen Features der anbietenden SLS-Hersteller. Diese dienen dazu, sich orientieren zu können, welche Features das Staplerleitsystem anbieten soll.

Hardware	SLS-Hersteller			Kundenwunsch	Neues SLS
	sehr häufig	manchmal	nie		
Kommunikationstechnik Funk			x		
Kommunikationstechnik WLAN	x				x
Scanner am Stapler RFID			x		
Scanner am Stapler Barcode	x				x

Tab. 3: Hardware-Features

4.12.3 Staplerortungs-Features des SLS

In folgender Tab. 4 sind die Möglichkeiten der Staplerortung aufgelistet und die angebotenen Features der anbietenden SLS-Hersteller (siehe 10.6) den Kundenwünschen gegenübergestellt. Der Kundenwunsch nach einer globalen Ortung ist zwar vorhanden, aber welche Ortung wird vom Kunden abhängen.

Ortung/Navigation	SLS-Hersteller			Kundenwunsch	Neues SLS
	sehr häufig	manchmal	nie		
Lokale Ortung					
Scannen von Lagerplätzen/ Positionsmarken		x			
Eingabe am Terminal			x		
Globale Ortung				x	
GPS			x		
Laser			x		
Barcode an der Decke			x		
Kamera			x		
WLAN		x			
Navigation					
3D-Dialog		x			

Tab. 4: Staplerortung-Features

4.12.4 Software-Features des SLS

In Tab. 5 sind die Software-Features aufgelistet und die angebotenen Features der anbietenden SLS-Hersteller (siehe 10.6) den Kundenwünschen gegenüber gestellt. Zu erkennen ist, dass die angebotenen Systeme die Kundenwünsche teilweise nicht erfüllen und viele gewünschte Features nur manchmal oder nie angeboten werden.

Um mit den Kundenanforderungen und den Angeboten anderer Hersteller gleich zu ziehen, ist es notwendig, das Staplerleitsystem bei den Software-Funktionalitäten zu gestalten. Auch bei der Auswahl eines Staplerleitsystems, sind die angebotenen Funktionalitäten mitunter ein ausschlaggebender Grund bei den Kunden.

Software	SLS-Hersteller			Kundenwunsch	Neues SLS
	sehr häufig	manchmal	nie		
Schnittstellen					
HOST-System ERP	x			x	x
HOST-System ERP z.B. SAP	x			x	x
HOST-System LVS	x			x	x
zu Produktionsanlagen		x		x	x
Topologie					
Definition der Transportwege etc.		x		x	x
Restriktionen für Transportwege etc.		x		x	x
Kostenparameter für Transportwege etc.			x		
Störungsbehandlung Transportwege etc.		x		x	x
Abbildung der Transportwege		x		x	x
Visualisierung					
2 Dimensional		x			
3 Dimensional		x		x	x
Wege, Staplerposition, Aufträge			x		
Ressourcen					
Verwaltung der User	x			x	x
Verwaltung der Stapler	x			x	x
Auftragsverwaltung					
Prioritätssteuerung	x			x	x
Beeinflussung der Priorität		x		x	x
Manuelle Übermittlung der Transportaufträge			x		
Automatische Übermittlung der TA	x			x	x
Manuelle TA-Erstellung am PC	x			x	x
Automatische TA-Erstellung von HOST	x			x	x
Automatische TA-Erstellung mit Sensorik		x		x	x
Manuelle Rückmeldung (am Papier) getätigter TA			x		
Automatische Rückmeldung getätigter TA per Scanner		x		x	x

Optimierungen					
Strategie zur Transportmittelbestimmung			x	x	x
Auslastungsabhängige Transportmittelwahl		x			x
Optimierte TA- Zuordnung je nach Ressource		x		x	x
Reihenfolgeoptimierung der Transporte	x				x
Wegoptimierung	x			x	x
Doppelspiel		x		x	x
Auswertung					
Staplerbezogen	x			x	x
Personenbezogen	x			x	x
Allgemeine Statistik	x			x	x

Tab. 5: Software-Features

5 Ausblick - SLS für KMU

Um das Staplerleitsystem mit allen beschriebenen und notwendigen Funktionalitäten realisieren zu können, ist davor die Erstellung eines Pflichtenhefts notwendig, um das „WIE?“ zu klären.

Eine besondere Abstimmung ist mit den Kunden bezüglich der Hardware-Komponenten notwendig. Das betrifft das Staplerterminal, ob ein Touch-Display oder ein Display mit Tastatur verwendet wird und auch die Ausleuchtung in den Betriebs- und Fertigungshallen mit WLAN.

Zu entscheiden ist zudem, wie die Lokalisierung und Navigation der Stapler realisiert wird.

Bezüglich der Software-Features wurden alle derzeit am Markt angebotenen Features erwähnt und den Kundenwünschen aus der Marktanalyse gegenübergestellt.

Werden bei der Realisierung des Staplerleitsystems alle Features berücksichtigt, ist man am Markt mit Sicherheit vielen Konkurrenten funktionell einen Schritt voraus.

Um konkurrenzfähig zu sein, wird für viele Kunden der ROI (Return On Investment) ausschlaggebend sein. Dadurch bietet sich ein modularer Aufbau des Staplerleitsystems an, um nur jene Module anzubieten die auch gefordert werden.

Interessant wird in Zukunft der Einsatz der RFID-Technologie sein. Um jedoch von einem derartigen System profitieren zu können, müsste in sehr vielen Branchen mit der Identifizierung der Transportgüter, ein allgemeiner Standard angestrebt werden.

6 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Einteilung der Flurfördermittel	8
Abb. 2: Frontgabelstapler bei der Regal Be-/Entladung	10
Abb. 3: Infrastruktur eines Staplerleitsystems	11
Abb. 4: Eingabemaske eines Staplerleitsystems	12
Abb. 5: Industrie WLAN Router	13
Abb. 6: Anordnung der WLAN-Router in einer Halle	13
Abb. 7: Staplerterminal	14
Abb. 8: Erste Kontaktaufnahme zu SLS-Herstellern.....	22
Abb. 9: Zweite Kontaktaufnahme zu SLS-Herstellern.....	24
Abb. 10: Fragebögen gesamt	27
Abb. 11: ausgewertete Fragebögen.....	27
Abb. 12: Wichtigkeit des Materialflusses.....	29
Abb. 13: Erstellung der Transportaufträge	30
Abb. 14: Fix zugeteilte Stapler	30
Abb. 15: Darstellung eines Boxplot zur Erklärung einer Quartile	31
Abb. 16: Quartile Stapler - Aktuell	32
Abb. 17: Aufbau des Staplerleitsystems.....	53

7 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anzahl der Flurförderzeuge - Aktuell	32
Tab. 2: Quartile Flurförderzeuge - Aktuell.....	32
Tab. 3: Hardware-Features	55
Tab. 4: Staplerortung-Features	55
Tab. 5: Software-Features.....	57

8 Literaturverzeichnis

- [1] Arnold D. et al.: Handbuch Logistik, 3. neu bearbeitete Auflage, Düsseldorf 2007
- [2] Arnold D.: Intralogistik – Potentiale, Perspektiven, Prognosen, 1. Auflage, Berlin (Springer) 2006
- [3] Baumgarten H.: Das beste der Logistik – Innovationen, Strategien, Umsetzungen, Berlin 2008
- [4] Dickmann P.: Schlanker Materialfluss mit Lean Production, Kanban und Innovationen, München 2006
- [5] Engelbrecht C.: Logistikoptimierung durch Outsourcing – Erfolgswirkung und Erfolgsfaktoren, 1. Auflage, Wiesbaden 2004
- [6] Grötschel M.; Lukas K.; Mehrmann V.: Produktionsfaktor Mathematik – Wie Mathematik Technik und Wirtschaft bewegt, Berlin 2008
- [7] Heiserich O.: Logistik – Eine praxisorientierte Einführung, 3. Auflage, Wiesbaden 2002
- [8] Heinrich M.: Transport- und Lagerlogistik – Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen in der Intralogistik, 6.vollständig überarbeitete Auflage, Hamburg 2006
- [9] Hompel M.; Schmidt T.: Warehouse Management – Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen, 2. korrigierte Auflage, Dortmund 2004

[10] Jünemann R.; Schmidt T.: Materialflusssystem – Systematische Grundlagen, 2. Auflage, Dortmund 1999

[11] Stölze W.: Umweltschutz und Entsorgungslogistik – Theoretische Grundlagen mit ersten empirischen Ergebnissen zur innerbetrieblichen Entsorgungslogistik, Berlin 1993

[12] Willibald A. G.; Hompel M.: Internet der Dinge in der Intralogistik, 1. Auflage, Dortmund 2010

9 Abkürzungsverzeichnis

DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
EPC	Elektronischer Produktcode
ERP	Enterprise Ressource Planning
FFZ	Flurförderzeug
GPS	Global Positioning System
GSM	Global Systems for Mobile Communications
HOST	Hauptcomputer bzw. Server zum Steuern und Überwachen
ID	Identität
IT	Informationstechnik
ITS	Internet Transaction Service
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
LAN	Local Area Network
LHM	Ladehilfsmittel
LVS	Lagerverwaltungssystem
MM	Material Management
PC	Personal Computer
PP	Production Planning
PPS	Produktionsplanungs- und Steuerungssystem
RFID	Radio Frequency Identification
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte
SLS	Staplerleitsystem
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
TA	Transportauftrag
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TG	Transportgut
WLAN	Wireless Local Area Network
WM	Warehouse Management

WWS

Warenwirtschaftssystem

10 Anhang

10.1 Fragebogen für Unternehmen ohne Staplerleitsystem

I.1 Wie wichtig ist Ihnen der Materialfluss in der innerbetrieblichen Logistik?

- Sehr hoch
 Hoch
 Niedrig
 Sehr niedrig

I.2 Welche und wie viele Flurförderzeuge werden eingesetzt?

(Aktuell= derzeitiger IST- Stand; Planung= Planung in den nächsten Jahren)

Aktuell (Anzahl)	Planung (Anzahl)	
		Handgabelhubwagen/Handstapler
		Nieder-/ Hochhubwagen
		Schub-/ Schubmaststapler
		Elektro-/Diesel-/Gasstapler
		Schmalgang-/Hochregalstapler
		Kommissionierer
		Schlepper
		Sonstige bitte ergänzen: _____

I.3 Wie viele angestellte Staplerfahrer gibt es?

Aktuell (Anzahl)	Planung (Anzahl)

I.4 In wie vielen Schichten arbeiten die Staplerfahrer?

Aktuell	Planung
Drop Down 1-5 (1-5 Schichten)	Drop Down 1-5 (1-5 Schichten)

I.5 Wie viele Bereiche/Abteilungen haben fix zugeteilte Stapler?

Aktuell	Planung
Drop Down 0-10	Drop Down 0-10

I.6 Werden gebäudeübergreifende Staplerfahrten getätigt?

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein

I.7 Wie viele Transporte werden pro Schicht zwischen den folgenden Bereichen durchgeführt?

Aktuell (Anzahl)	Planung (Anzahl)	
		Lager - Fertigung
		Fertigung - Fertigung
		Lager – Freibereich (z.B. Verladerrampe)
		Fertigung - Freibereich
		Lager - Lager
		Sonstige bitte ergänzen: _____

I.8 Wie hoch schätzen Sie den Auslastungsgrad Ihrer Stapler?

Aktuell	
<input type="checkbox"/>	0-20%
<input type="checkbox"/>	21-40%
<input type="checkbox"/>	41-60%
<input type="checkbox"/>	61-80%
<input type="checkbox"/>	81-90%
<input type="checkbox"/>	>90%
<input type="checkbox"/>	Nicht bekannt

**I.9 Von wem werden die Fahraufträge erstellt?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Von Niemand, Fahrer weiß, was zu machen ist (z.B. Abholung auf Sicht)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manuell vom Mitarbeiter auf Zettel
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manuell vom Mitarbeiter am Terminal
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatisch von Softwaresystem (z.B. Lagerverwaltung, PPS, ERP)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatisch durch Produktionsmaschine
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mittels Sensorik (z.B. Lichtschranke)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstige bitte ergänzen: _____

**I.10 Wie werden die Fahraufträge dem Stapler/Staplerfahrer übermittelt?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Persönlich (z.B. Zuruf, Telefon)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beleg basiert (z.B. Auftragsschein)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatisch (z.B. Terminal am Fahrzeug, zentrale Anzeigestelle)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Es werden keine Aufträge übermittelt

I.11 Ist es möglich, Fahraufträge nach Ihrer Priorität abzuarbeiten?

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein

I.11 a) Ist es möglich, diese Priorität zu verändern/beeinflussen? (Erscheint nur, wenn I.11 JA)

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein

**I.13 Wie erfolgt die Rückmeldung über getätigte Fahraufträge?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Persönlich (z.B. Zuruf, Telefon, ...)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beleg basiert (z.B. Auftragsschein, ...)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatisch (z.B. Terminal am Fahrzeug, zentrale Anzeigestelle)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Keine Rückmeldung

I.14 Ist es möglich, Staplerfahrten statistisch zu erfassen und auszuwerten?

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein

I.15 Gibt es eine Möglichkeit die Stapler zu orten?

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Globale Ortung (z.B.: GPS, Kamera, WLAN)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Punktuelle Ortung (z.B.: bei Transport-Start bzw. -Ende)

I.16 Beurteilen Sie bitte, wie häufig folgende Situationen in Ihrem Betrieb auftreten.

Nie	Selten	Öfters	Häufig	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verspätete Auftragsdurchführung
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aufträge werden nicht ausgeführt
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stapler wollen denselben Auftrag ausführen
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aufträge werden falsch ausgeführt

I.17 Wie viele Fehltransporte passieren durchschnittlich pro Schicht?

0 1-5 6-10 > 10 Nicht bekannt

I.18 Wie hoch schätzen Sie die Anzahl der Leerfahrten (z.B. Suchfahrt, leere Hinfahrt zu einem Transport) pro Schicht?

0-20% 21-40% 41-60% 61-80% 81-90% > 90%
 Nicht bekannt

I.19 Wäre es für Sie in Zukunft relevant, ein Staplerleitsystem einzuführen?

Ja Nein

**I.20 Wie wichtig wären Ihnen folgende Kriterien bei der Auswahl eines Staplerleitsystems?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Entscheidend	Sehr Wichtig	Weniger Wichtig	Unwichtig	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Investitionskosten
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Laufende Kosten
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einsparungspotential
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Funktionalität
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Service/Örtliche Nähe
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erfahrung/Bekanntheitsgrad des Herstellers
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abbildung der Produktionsprozesse
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Referenzkunden des Anbieters
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstige bitte ergänzen: _____

**I.21 Wie wichtig wären Ihnen folgende positive Effekte bei der Einführung eines Staplerleitsystems?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Entscheidend	Sehr wichtig	Weniger Wichtig	Unwichtig	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Senkung der Kosten
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduzierung der Leer- und Suchfahrten
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduzierung der Fehlerquote
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aufträge priorisieren zu können
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Optimierung der Durchlaufzeit
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erhöhung der Staplerauslastung
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kontrolle des Arbeitsverhalten und der Auslastung
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstige bitte ergänzen: _____

I. 22 Falls Sie Interesse am Ergebnis des Forschungsprojektes haben, geben Sie bitte Ihre Daten an.

Name des Unternehmens:	
Name der Kontaktperson:	
e-mail Kontaktperson:	
Telefonnummer Kontaktperson:	

I.23 Sonstiges bzw. Anmerkungen bitte ergänzen:

10.2 Fragebogen für Unternehmen mit Staplerleitsystem

II.1 Wie wichtig ist Ihnen der Materialfluss in der innerbetrieblichen Logistik?

Sehr hoch Hoch Niedrig Sehr niedrig

II.2 Welches Staplerleitsystem (SLS) wird verwendet?

(Aktuell= derzeitiger IST- Stand; Planung= Planung in den nächsten Jahren)

Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einfaches Staplerrufsystem
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eigenständiges Staplerleitsystem (Stand Alone)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eigenständiges Staplerleitsystem (gekoppelt mit LVS/ERP)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Integriert mit ERP
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstige bitte ergänzen: _____

II. 3 Seit wann ist das Staplerleitsystem (SLS) im Einsatz?

MM.JJJJ

**II.4 Wie wichtig waren Ihnen folgende Kriterien bei der Auswahl des Staplerleitsystems (SLS)?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Entscheidend	Sehr Wichtig	Weniger Wichtig	Unwichtig	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Investitionskosten
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Laufende Kosten
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einsparungspotential
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Funktionalität
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Service/Örtliche Nähe
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erfahrung/Bekanntheitsgrad des Herstellers
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abbildung der Produktionsprozesse
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Referenzkunden des Anbieters
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstige bitte ergänzen: _____

**II.5 Wie wichtig waren Ihnen folgende positive Effekte bei der Einführung des Staplerleitsystems (SLS)?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Entscheidend	Sehr Wichtig	Weniger Wichtig	Unwichtig	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Senkung der Kosten
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduzierung von Leer- und Suchfahrten
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduzierung der Fehlerquote
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aufträge priorisieren zu können
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Optimierung der Durchlaufzeit
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erhöhung der Staplerauslastung
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kontrolle des Arbeitsverhalten und der Auslastung
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstige bitte ergänzen: _____

**II.6 Welche und wie viele Flurförderzeuge werden eingesetzt?
(Vor SLS=vor Einführung eines SLS; Aktuell= derzeitiger IST- Stand; Planung= Planung in den nächsten Jahren)**

Vor SLS (Anzahl)	Aktuell (Anzahl)	Planung (Anzahl)	
			Handgabelhubwagen/Handstapler
			Nieder-/ Hochhubwagen
			Schub-/ Schubmaststapler
			Elektro-/Diesel-/Gasstapler
			Schmalgang-/Hochregalstapler
			Kommissionierer
			Schlepper
			Sonstige bitte ergänzen: _____

II.7 Wie viele angestellte Staplerfahrer gibt es?

Vor SLS (Anzahl)	Aktuell (Anzahl)	Planung (Anzahl)

II.8 In wie vielen Schichten arbeiten die Staplerfahrer?

Vor SLS	Aktuell	Planung
Drop Down 1-5 (1-5 Schichten)	Drop Down 1-5 (1-5 Schichten)	Drop Down 1-5 (1-5 Schichten)

II.9 Wie viele Bereiche/Abteilungen haben fix zugeteilte Stapler?

Vor SLS	Aktuell	Planung
Drop Down 0-10	Drop Down 0-10	Drop Down 0-10

II.10 Werden gebäudeübergreifende Staplerfahrten getätigt?

Vor SLS	Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein

II.11 Wie viele Transporte werden pro Schicht zwischen den folgenden Bereichen durchgeführt?

Vor SLS (Anzahl)	Aktuell (Anzahl)	Planung (Anzahl)	
			Lager - Fertigung
			Fertigung - Fertigung
			Lager – Freibereich (z.B. Verladerampe)
			Fertigung - Freibereich
			Lager - Lager
			Sonstige bitte ergänzen: _____

II.12 Wie hoch schätzen Sie den Auslastungsgrad Ihrer Stapler?

Vor SLS	Aktuell	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0-20%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21-40%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41-60%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	61-80%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	81-90%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	>90%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nicht bekannt

**II.13 Von wem werden die Fahraufträge erstellt?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Vor SLS	Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Von Niemand, Fahrer weiß, was zu machen ist (z.B. Abholung auf Sicht)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manuell vom Mitarbeiter auf Zettel
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manuell vom Mitarbeiter am Terminal
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatisch von Softwaresystem (z.B. Lagerverwaltung, PPS, ERP)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatisch durch Produktionsmaschine
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mittels Sensorik (z.B. Lichtschranke)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstige bitte ergänzen: _____

**II. 14 Wie werden die Fahraufträge dem Stapler/Staplerfahrer übermittelt?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Vor SLS	Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Persönlich (z.B. Zuruf, Telefon)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beleg basiert (z.B. Auftragschein)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatisch (z.B. Terminal am Fahrzeug, zentrale Anzeigestelle)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Es werden keine Aufträge übermittelt

II.15 Ist es möglich, Fahraufträge nach Ihrer Priorität abzuarbeiten?

Vor SLS	Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein

II.15 a) Ist es möglich, diese Priorität zu ändern/beeinflussen? (Erscheint nur, wenn I.11 JA)

Vor SLS	Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein

**II.16 Wie erfolgt die Rückmeldung über getätigte Fahraufträge?
(Mehrfachauswahl möglich)**

Vor SLS	Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Persönlich (z.B. Zuruf, Telefon)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beleg basiert (z.B. Auftragschein)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatisch (z.B. Terminal am Fahrzeug, zentrale Anzeigestelle)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Keine Rückmeldung

II. 17 War es möglich Staplerfahrten statistisch zu erfassen und auszuwerten?

Vor SLS	
<input type="checkbox"/>	Ja
<input type="checkbox"/>	Nein

II.18 Gibt es eine Möglichkeit die Stapler zu orten?

Vor SLS	Aktuell	Planung	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Globale Ortung (z.B.: GPS, Kamera, WLAN)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Punktuelle Ortung (z.B.: bei Transport-Start bzw. -Ende)

II.19 Beurteilen Sie bitte, wie häufig folgende Situationen in Ihrem Betrieb vor Einführung des Staplerleitsystems auftraten.

Nie	Selten	Öfters	Häufig	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verspätete Auftragsdurchführung
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aufträge werden nicht ausgeführt
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stapler wollen denselben Auftrag ausführen
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aufträge werden falsch ausgeführt

II.20 Wie viele Fehltransporte passierten durchschnittlich pro Schicht vor Einführung des Staplerleitsystems?

0 1-5 6-10 > 10 Nicht bekannt

II.21 Wie hoch schätzen Sie die Anzahl der Leerfahrten (z.B. Suchfahrt, leere Hinfahrt zu einem Transport) pro Schicht?

Vor SLS	Aktuell	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0-20%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21-40%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41-60%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	61-80%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	81-90%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	>90%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nicht bekannt

II. 22 Wie lange dauerte es, bis sich das System amortisierte (ROI)?

- <1/2 Jahr 1 Jahr 1 1/2 Jahre 2 Jahre >2 Jahre

II. 23 Wie hoch waren die Investitionskosten für das Staplerleitsystem?

- <20.000€ 20.000-50.000€ 50.000-100.000€ >100.000€
 genauer Wert: _____

II. 24 Falls Sie Interesse am Ergebnis des Forschungsprojektes haben, geben Sie bitte Ihre Daten an.

Name des Unternehmens:	
Name der Kontaktperson:	
e-mail Kontaktperson:	
Telefonnummer Kontaktperson:	

II.25 Sonstiges bzw. Anmerkungen bitte ergänzen:

10.3 Questionnaire for companies without a Forklift management System

I.1 How much importance do you attribute to material flow regarding your company's internal logistics?

- Very much Much A little Very little

I.2 Which and how many forklift trucks are used?

(Before FMS=Prior to the introduction of an FMS; Currently= current status quo; Planned= Planned for the coming years)

Currently (Quantity)	Planned (Quantity)	
		Hand forklift truck/Hand stacker
		Low-lift-/ High-lift trucks
		Reach trucks
		Electric-/Diesel-/LPG forklift trucks
		Narrow aisle turret trucks
		Order pickers
		Tow tractors
		Others, please specify: _____

I.3 How many fork-lift operators are employed?

Currently (Quantity)	Planned (Quantity)

I.4 In how many shifts do the fork-lift operators work?

Currently (Quantity)	Planned (Quantity)
Drop Down 1-5 (1-5 shifts)	Drop Down 1-5 (1-5 shifts)

I.5 How many areas/departments have forklifts that are permanently allocated to them?

Currently	Planned
Drop Down 0-10	Drop Down 0-10

I.6 Are forklifts driven across buildings?

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No

I.7 How many transports are driven per shift between the following areas?

Currently (Quantity)	Planned (Quantity)	
		Warehouse – Production
		Production – Production
		Warehouse – Outdoors area (e.g. loading platform)
		Production – Outdoors area
		Warehouse – Warehouse
		Others, please specify: _____

I.8 Please estimate the degree of capacity utilization of your trucks?

Currently	
<input type="checkbox"/>	0-20%
<input type="checkbox"/>	21-40%
<input type="checkbox"/>	41-60%
<input type="checkbox"/>	61-80%
<input type="checkbox"/>	81-90%
<input type="checkbox"/>	>90%
<input type="checkbox"/>	I do not know

**I.9 Who generates the driving instructions?
(Multi-selection possible)**

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No instructions are generated, operator knows what to do (e.g. pick-up by sight)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Employee, manually on a list
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Employee, manually on a terminal
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatically by the software system (e.g. Warehouse Management, PPS, ERP)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatically by a production machine
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	By means of sensor technology (e.g. photo sensor)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Others, please specify: _____

**I.10 In what way are the driving instructions communicated to the forklift/ forklift operator?
(Multi-selection possible)**

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	In person (e.g. by acclamation, phone)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Paper-based (e.g. order sheet)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatically (e.g. terminal on the device, central location on which orders are displayed)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orders are not communicated at all

I.11 Is it possible to process driving instructions with regard to their priorities?

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No

I.11 a) Are you able to change/ control priorities?

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No

**I.13 In what way are completed driving instructions reported back/confirmed?
(Multi-selection possible)**

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	In person (e.g. by acclamation, phone)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Paper-based (e.g. order sheet)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatically (e.g. terminal on the device, central location on which orders are displayed)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No confirmation

I.14 Is it possible to collect and analyse statistics of forklift drives?

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No

I.15 Is there a possibility to locate a forklift truck?

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Global positioning (e.g.: GPS, Camera, WLAN)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selective locating (e.g. upon start/end of transport)

I.16 Please judge how often the following situations occur in your company.

Never	Seldom	Occasionally	Frequently	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Delayed order processing
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orders are not executed
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Forklift trucks try to carry out the same order
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Errors in order execution

I.17 How many erroneous transports occur per shift on average?

0 1-5 6-10 > 10 I do not know

I.18 How high would you estimate the number of empty runs (e.g. search run, empty run to a transport) per shift?

0-20% 21-40% 41-60% 61-80% 81-90% > 90%
 I do not know

I.19 Would it be relevant for you in future to introduce a forklift management system?

Yes No

I.20 Please classify the following criteria with regard to their significance in your considerations, if you were to choose a forklift management system?

Decisive	Important	Less important	Not important	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Investment costs
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Running expenses
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Savings potential
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Functionality
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Service/Location
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Experience/Degree of popularity of provider
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Illustration of manufacturing processes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reference customers of provider
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Others, please specify: _____

I.21 How much importance would you attribute to the following positive effects that might be achieved by introducing a forklift management system (FMS)?

Decisive	Important	Less important	Not important	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduction of costs
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduction of empty drives and search runs
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduction of errors
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Possibility to prioritize orders
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Optimization of throughput time
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Increased forklift utilization
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Monitoring of operating behaviour and capacity utilisation
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Others, please specify: _____

I. 22 In case you are interested in the results of the research project, please enter your contact data.

Company name:	
Contact person:	
e-mail contact person:	
Telephone number contact person:	

I.23 Comments / Other:

10.4 Questionnaire for companies with a Forklift management System

II.1 How much importance do you attribute to material flow regarding your company's internal logistics?

Very much Much A little Very little

II.2 Which forklift management system (FMS) is used?

(Currently= current status quo; Planned= In planning for the coming years)

Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Basic forklift call system
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Independent Forklift Management System (stand-alone)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Independent Forklift Management System (coupled with WMS/ERP system)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Integrated with ERP
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Others, please specify: _____

II. 3 Since when have you been using the forklift management system (FMS)?

MM.YYYY

II.4 Below you find a list of criteria one might want to consider for choosing a forklift management system. Please classify them with regard to their significance in your considerations when you chose your current forklift management system (FMS). (Multi-selection possible)

Decisive	Important	Less important	Not important	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Investment costs
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Running expenses
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Savings potential
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Functionality
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Service/Location
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Experience/Degree of popularity of provider
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Illustration of manufacturing processes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reference customers of provider
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Others, please specify: _____

II.5 How much importance do you attribute to the following positive effects achieved since the introduction of the forklift management system (FMS)? (Multi-selection possible)

Decisive	Important	Less important	Not important	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduction of costs
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduction of empty drives and search runs
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reduction of errors
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Possibility to prioritize orders
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Optimization of throughput time
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Increased forklift utilization
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Monitoring of operating behaviour and capacity utilisation
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Others, please specify: _____

II.6 Which and how many forklift trucks are used? (Before FMS=Prior to the introduction of an FMS; Currently= current status quo; Planned= Planned for the coming years)

Before FMS (Quantity)	Currently (Quantity)	Planned (Quantity)	
			Hand forklift truck/Hand stacker
			Low-lift-/ High-lift trucks
			Reach trucks
			Electric-/Diesel-/LPG forklift trucks
			Narrow aisle turret trucks
			Order pickers
			Tow tractors
			Others, please specify: _____

II.7 How many fork-lift operators are employed?

Before FMS (Quantity)	Currently (Quantity)	Planned (Quantity)

II.8 In how many shifts do the fork-lift operators work?

Before FMS (Quantity)	Currently (Quantity)	Planned (Quantity)
Drop Down 1-5 (1-5 shifts)	Drop Down 1-5 (1-5 shifts)	Drop Down 1-5 (1-5 shifts)

II.9 How many areas/departments have forklifts that are permanently allocated to them?

Before FMS	Currently	Planned
Drop Down 0-10	Drop Down 0-10	Drop Down 0-10

II.10 Are forklifts driven across buildings?

Before FMS	Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No

II.11 How many transports are driven per shift between the following areas?

Before FMS (Quantity)	Currently (Quantity)	Planned (Quantity)	
			Warehouse – Production
			Production – Production
			Warehouse – Outdoors area (e.g. loading platform)
			Production – Outdoors area
			Warehouse – Warehouse
			Others, please specify: _____

II.12 Please estimate the degree of capacity utilization of your trucks?

Before FMS	Currently	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0-20%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21-40%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41-60%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	61-80%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	81-90%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	>90%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	I do not know

II.13 Who generates the driving instructions?**(Multi-selection possible)**

Before FMS	Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No instructions are generated, operator knows what to do (e.g. pick-up by sight)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Employee, manually on a list
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Employee, manually on a terminal
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatically by the software system (e.g. Warehouse Management, PPS, ERP)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatically by a production machine
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	By means of sensor technology (e.g. photo sensor)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Others, please specify: _____

**II. 14 In what way are the driving instructions communicated to the forklift/ forklift operator?
(Multi-selection possible)**

Before FMS	Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	In person (e.g. by acclamation, phone)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Paper-based (e.g. order sheet)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatically (e.g. terminal on the device, central location on which orders are displayed)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orders are not communicated at all

II.15 Is it possible to process driving instructions with regard to their priorities?

Before FMS	Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No

II.15 a) Are you able to change/ control priorities?

Before FMS	Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No

**II.16 In what way are completed driving instructions reported back/confirmed?
(Multi-selection possible)**

Before FMS	Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	In person (e.g. by acclamation, phone)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Paper-based (e.g. order sheet)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Automatically (e.g. terminal on the device, central location on which orders are displayed)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No confirmation

II. 17 Was it possible to collect and analyse statistics of forklift drives?

Before FMS	
<input type="checkbox"/>	Yes
<input type="checkbox"/>	No

II.18 Is there a possibility to locate a forklift truck?

Before FMS	Currently	Planned	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Global positioning (e.g.: GPS, Camera, WLAN)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selective locating (e.g. upon start/end of transport)

II.19 Please judge how often the following situations occurred in your company before the introduction of the forklift management system (FMS).

Never	Seldom	Occasionally	Frequently	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Delayed order processing
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orders are not executed
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Forklift trucks try to carry out the same order
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Errors in order execution

II.20 How many erroneous transports have occurred per shift on average before the introduction of the forklift management system (FMS)?

0 1-5 6-10 > 10 I do not know

II.21 How high would you estimate the number of empty runs (e.g. search run, empty run to a transport) per shift?

Before FMS	Currently	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0-20%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21-40%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41-60%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	61-80%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	81-90%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	>90%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	I do not know

II. 22 What was the amortization time of the system (ROI)?

<1/2 year 1 year 1 1/2 years 2 years >2 years

II. 23 How high were the investment costs for the forklift management system?

<€20,000 €20,000-50,000 €50,000-100,000 >€100,000
 exact amount: _____

II. 24 In case you are interested in the results of the research project, please enter your contact data.

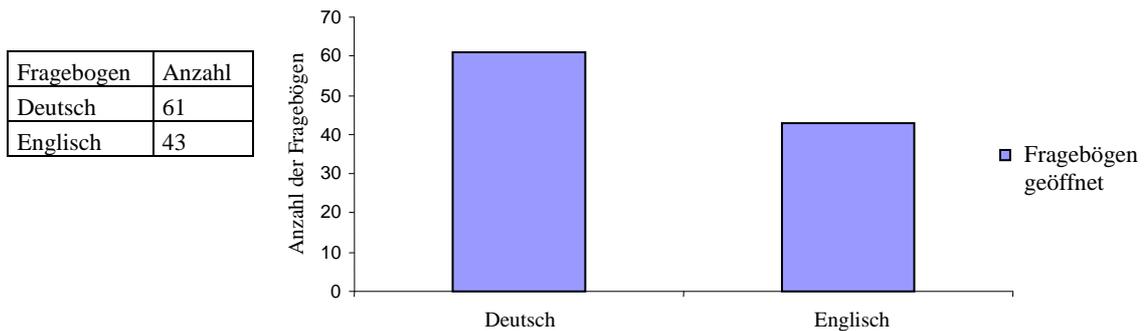
Company name:	
Contact person:	
e-mail contact person:	
Telephone number contact person:	

II.25 Comments / Other:

10.5 Auswertung der Fragebögen

10.5.1 Vorspann zur Auswertung

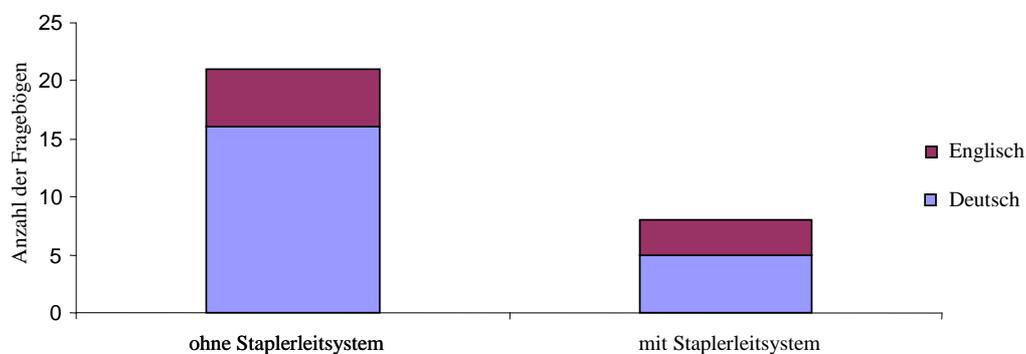
Der Befragungszeitraum war vom 14. September bis 31. Oktober 2010. Dabei wurde der Fragebogen wie in Abbildung 1 ersichtlich, 61-mal in deutscher und 43-mal in englischer Version geöffnet.



A. 1: Fragebögen gesamt

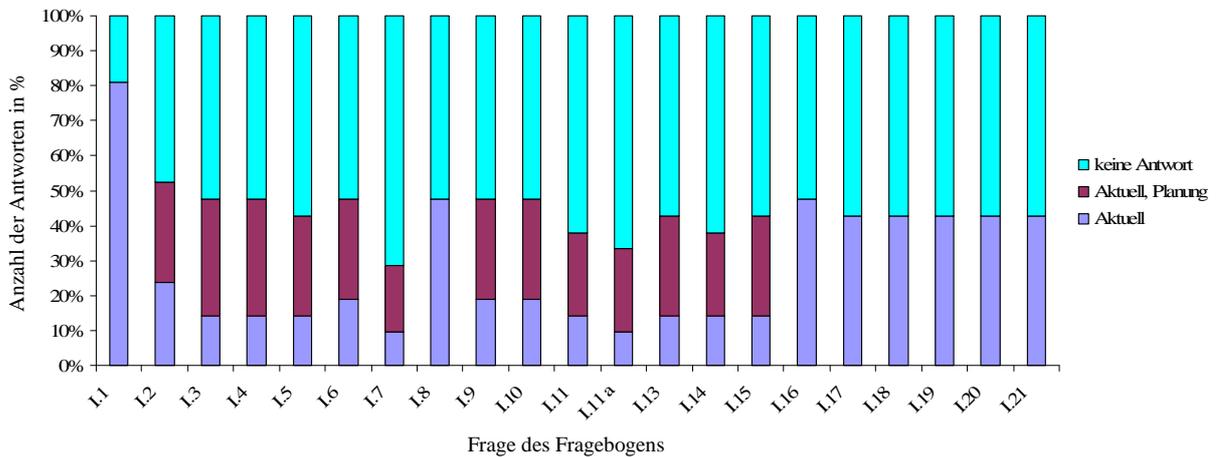
In Abbildung 2 ist ersichtlich, wie viele Teilnehmer tatsächlich den Fragebogen beantwortet haben. Teilnehmer welche den Fragebogen öffneten, gleich wieder schlossen oder die Befragung abbrachen wurden aus der Wertung genommen. Nicht alle Teilnehmer welche für die Bewertung herangezogen wurden, beantworteten alle Fragen. Daher kommt es in der Auswertung vor, dass nicht aus allen Antworten ein Resümee gezogen werden kann.

	Deutsch	Englisch
ohne Staplerleitsystem	16	5
mit Staplerleitsystem	5	3

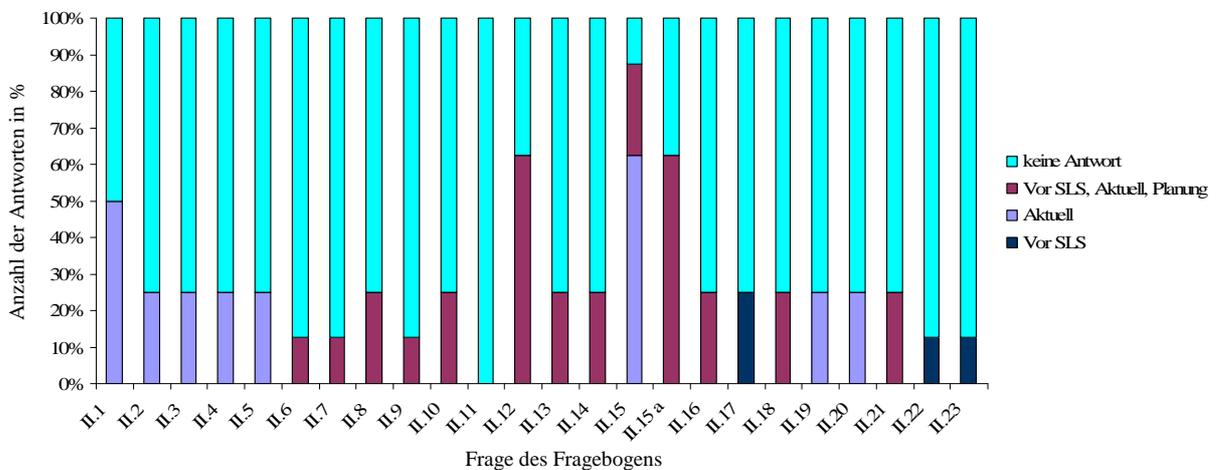


A. 2: auswertbare Fragebögen

In den folgenden Abbildungen 3 und 4 sieht man, wie lückenhaft, vollständig oder gar nicht manche Fragen, von den 29 auswertbaren Fragebögen, beantwortet wurden. In Abbildung 3 ist die Beantwortung der Fragen von Teilnehmer ohne Staplerleitsystem und in Abbildung 4 ist die Beantwortung der Fragen von Teilnehmer mit Staplerleitsystem dargestellt.



A. 3: Beantwortung ohne Staplerleitsystem

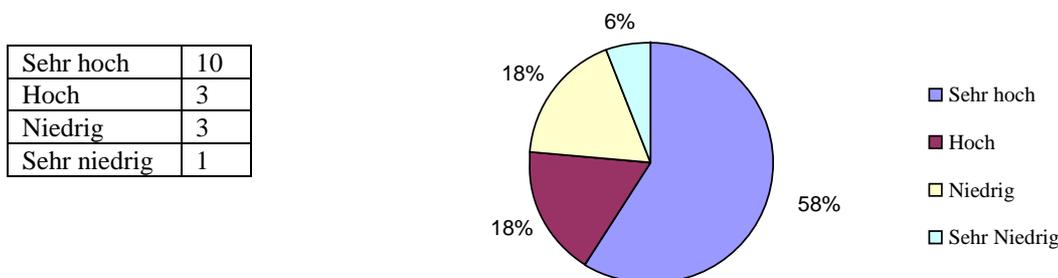


A. 4: Beantwortung mit Staplerleitsystem

10.5.2 Auswertung Fragebogen ohne Staplerleitsystem

Die erste Tabelle stellt immer die Anzahl der Antworten des Fragebogens dar. Weitere Tabellen dienen zur Auswertung.

I.1 Wie wichtig ist Ihnen der Materialfluss in der innerbetrieblichen Logistik?



A. 5: Wichtigkeit Materialfluss

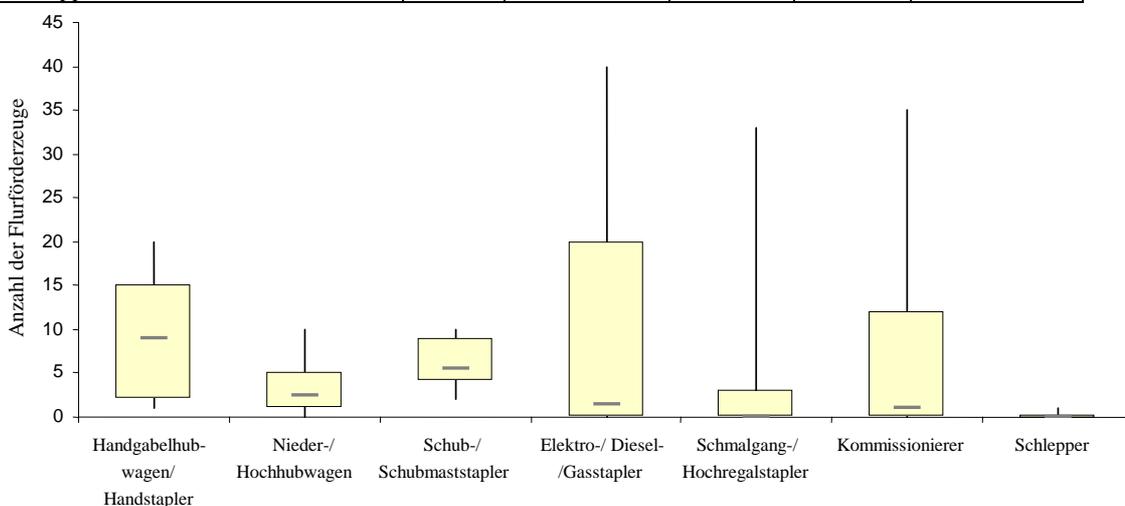
Wie im Kreisdiagramm abzulesen, ist 76 % (N=13) der Teilnehmer die innerbetriebliche Logistik sehr wichtig bis wichtig. Nur einem geringen Anteil von 24 % (N=4) ist die innerbetriebliche Logistik unwichtig. Daraus lässt sich schließen, dass bereits ein Großteil der Teilnehmer die Wichtigkeit der innerbetrieblichen Logistik erkannt hat.

I.2 Welche und wie viele Flurförderzeuge werden eingesetzt?

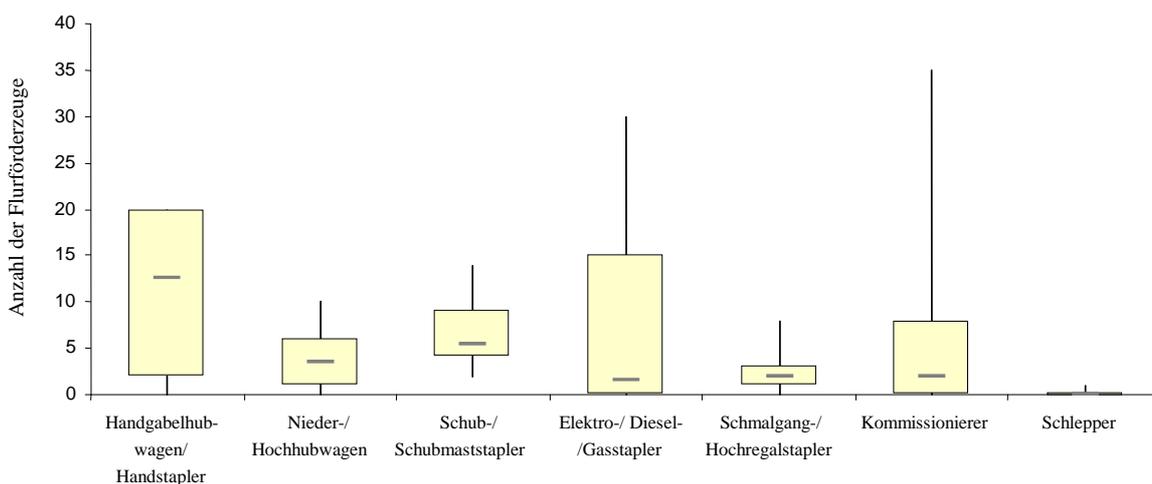
(Aktuell= derzeitiger IST- Stand; Planung= Planung in den nächsten Jahren)

	Teiln. 1	Teiln. 2	Teiln. 3	Teiln. 4	Teiln. 5	Teiln. 6	Teiln. 7
Handgabelhubwagen/Handstapler Akt.	8		2	15	20	10	1
Handgabelhubwagen/Handstapler Pl.	0		2	15	20	10	20
Nieder-/ Hochhubwagen Akt.	4		1	0	10	5	1
Nieder-/ Hochhubwagen Pl.	6		1	0	10	5	2
Schub-/ Schubmaststapler Akt.	4		6	2	9	10	5
Schub-/ Schubmaststapler Pl.	4		7	2	9	14	4
Elektro-/Diesel-/Gasstapler Akt.	1		0	2	0	20	40
Elektro-/Diesel-/Gasstapler Pl.	1		0	2	0	30	15
Schmalgang-/Hochregalstapler Akt.	0		0	33	3	0	0
Schmalgang-/Hochregalstapler Pl.	8		0	1	3	2	2
Kommissionierer Akt.	12		0	0	35	0	2
Kommissionierer Pl.	8		0	0	35	2	2
Schlepper Akt.	1		0	0	0	0	0
Schlepper Pl.	1		0	0	0	0	0

	Median	oberes Quartil	Maximum	Minimum	unteres Quartil
Handgabelhubwagen/Handstapler Akt.	9	15	20	1	2
Handgabelhubwagen/Handstapler Pl.	12,5	20	20	0	2
Nieder-/ Hochhubwagen Akt.	2,5	5	10	0	1
Nieder-/ Hochhubwagen Pl.	3,5	6	10	0	1
Schub-/ Schubmaststapler Akt.	5,5	9	10	2	4
Schub-/ Schubmaststapler Pl.	5,5	9	14	2	4
Elektro-/Diesel-/Gasstapler Akt.	1,5	20	40	0	0
Elektro-/Diesel-/Gasstapler Pl.	1,5	15	30	0	0
Schmalgang-/Hochregalstapler Akt.	0	3	33	0	0
Schmalgang-/Hochregalstapler Pl.	2	3	8	0	1
Kommissionierer Akt.	1	12	35	0	0
Kommissionierer Pl.	2	8	35	0	0
Schlepper Akt.	0	0	1	0	0
Schlepper Pl.	0	0	1	0	0



A. 6: Quartil Stapler - Aktuell



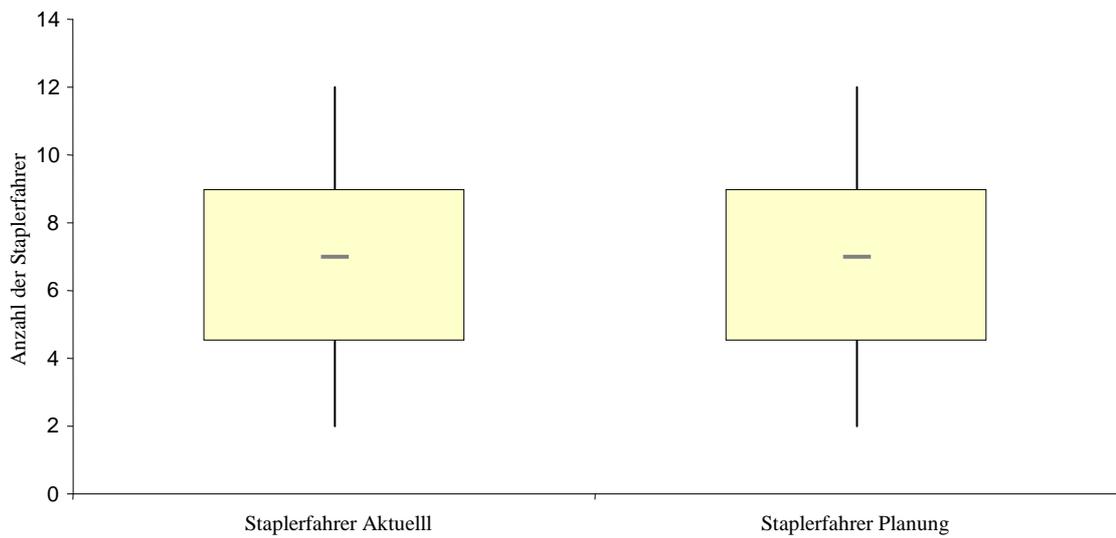
A. 7: Quartil Stapler - Planung

Bei den eingesetzten Flurförderzeugen ist zwischen Aktuell und Planung keine markanter Unterschied erkennbar. Man kann daher nicht feststellen, ob es eine Tendenz zu einer speziellen Art von Flurförderzeugen gibt.

I.3 Wie viele angestellte Staplerfahrer gibt es?

	Teiln. 1	Teiln. 2	Teiln. 3	Teiln. 4	Teiln. 5	Teiln. 6	Teiln. 7
Aktuell	4	10	8	7	12	2	5
Planung	4	10	8	7	12	2	5

	Median	oberes Quartil	Maximum	Minimum	unteres Quartil
Staplerfahrer Akt.	7	9	12	2	4,5
Staplerfahrer Pl.	7	9	12	2	4,5

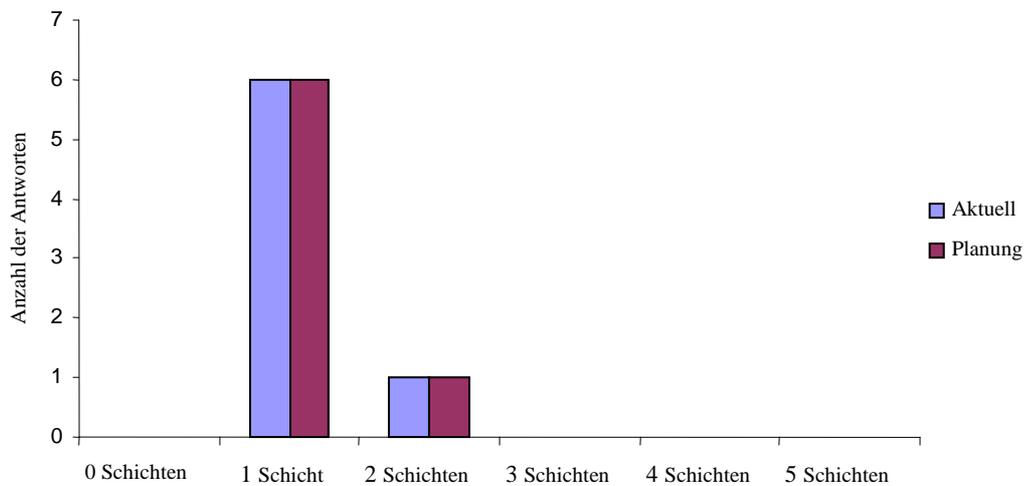


A. 8: Quartil Staplerfahrer

Wie in dieser Gegenüberstellung abzulesen, planen die Teilnehmer keine Reduzierung der angestellten Staplerfahrer.

I.4 In wie vielen Schichten arbeiten die Staplerfahrer?

	0 Schichten	1 Schicht	2 Schichten	3 Schichten	4 Schichten	5 Schichten
Aktuell		6	1			
Planung		6	1			

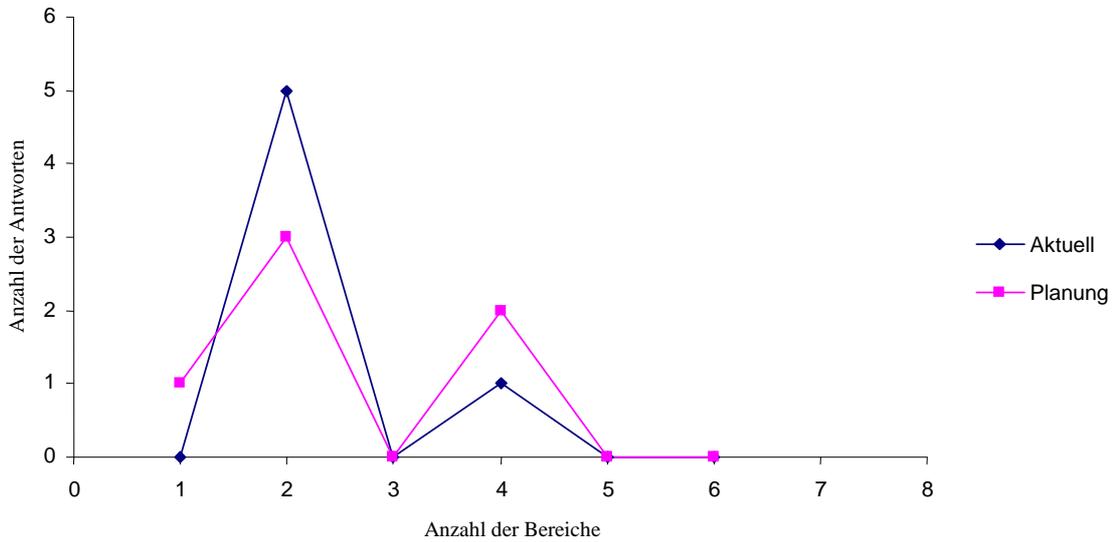


A. 9: Schichten der Staplerfahrer

In dieser Grafik ist abzulesen, dass die Teilnehmer keine Änderung der zu arbeitenden Schichten planen.

I.5 Wie viele Bereiche/Abteilungen haben fix zugeteilte Stapler?

	0 Bereiche	1 Bereich	2 Bereiche	3 Bereiche	4 Bereiche	5 Bereiche
Aktuell	0	5	0	1	0	0
Planung	1	3	0	2	0	0

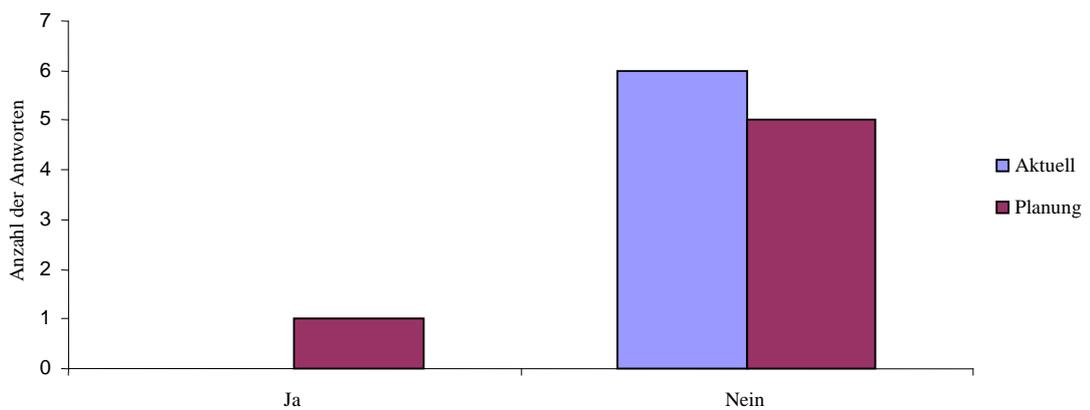


A. 10: Fix zugeteilte Stapler

In diesem Liniendiagramm ist aufgrund der geringen Antworten leider keine Auswertung möglich.

I.6 Werden gebäudeübergreifende Staplerfahrten getätigt?

	Aktuell	Planung
Ja	0	1
Nein	6	5



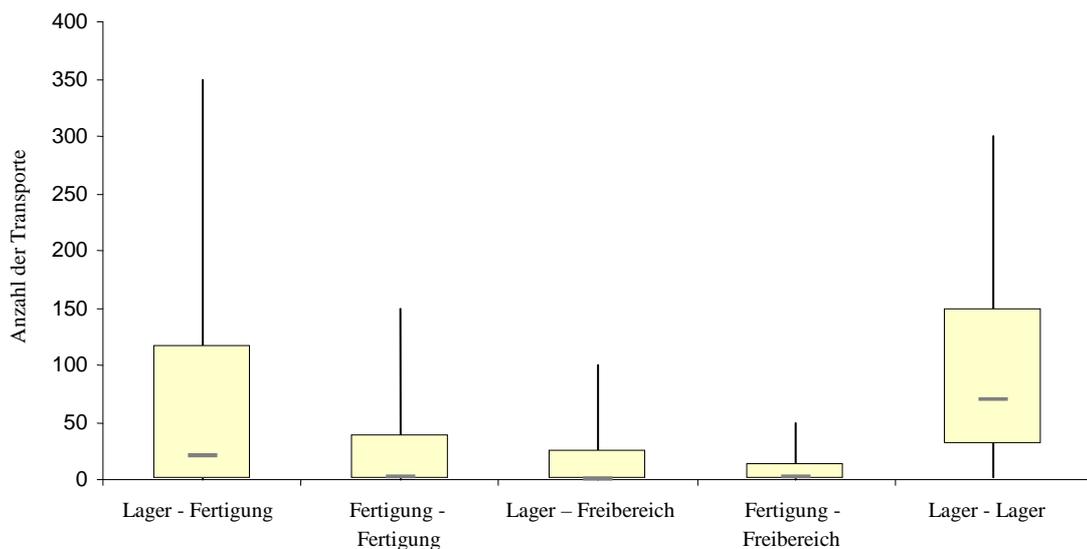
A. 11: Gebäudeübergreifende Staplerfahrten

Wie in Abb. 10 zu erkennen, planen die Teilnehmer mit fix zugeteilten Staplern für einzelne Bereiche/Abteilungen. In Abb. 11 wird bestätigt, dass für Stapler die Bewegungsfreiheit weiterhin stark eingeschränkt bleiben soll, da nur von einem Teilnehmer gebäudeübergreifende Fahrten geplant sind.

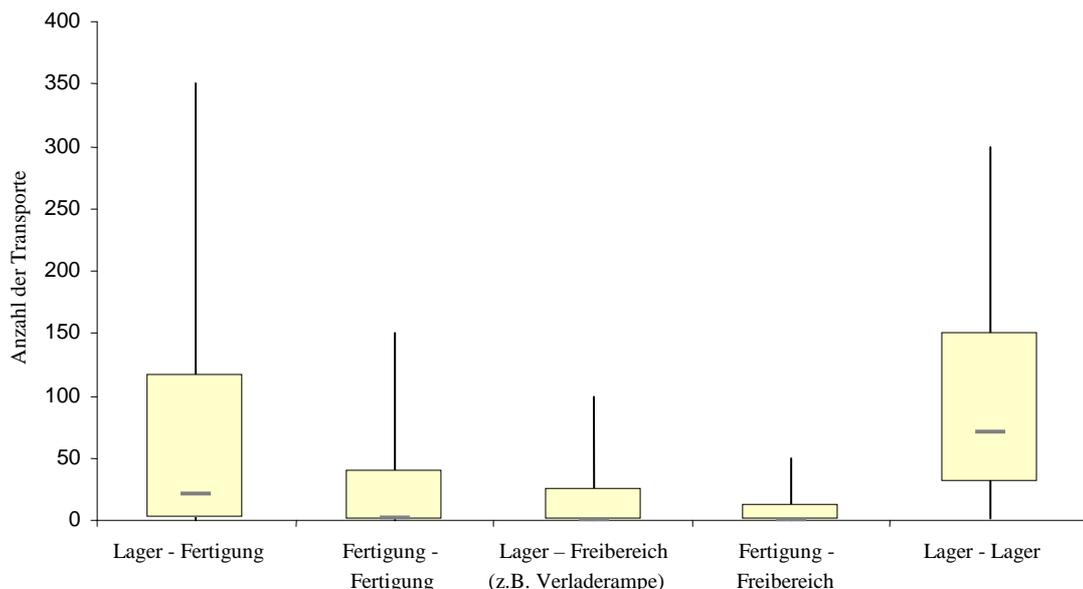
I.7 Wie viele Transporte werden pro Schicht zwischen den folgenden Bereichen durchgeführt?

		Teiln. 1	Teiln. 2	Teiln. 3	Teiln. 4	Teiln. 5	Teiln. 6	Teiln. 7
Lager – Fertigung	Akt.	0			40	350		1
Lager - Fertigung	Pl.	0			40	350		2
Fertigung – Fertigung	Akt.	0			2	150		1
Fertigung – Fertigung	Pl.	0			4	150		0
Lager – Freibereich (z.B. Verladerrampe)	Akt.	0			0	100		1
Lager – Freibereich (z.B. Verladerrampe)	Pl.	0			0	100		0
Fertigung – Freibereich	Akt.	0			0	50		2
Fertigung – Freibereich	Pl.	0			0	50		1
Lager – Lager	Akt.	300			40	100		2
Lager – Lager	Pl.	300			40	100		1

		Median	oberes Quartil	Maximum	Minimum	unteres Quartil
Lager – Fertigung	Akt.					
Lager - Fertigung	Pl.	20,5	117,5	350	0	0,75
Fertigung – Fertigung	Akt.	21	117,5	350	0	1,5
Fertigung – Fertigung	Pl.	1,5	39	150	0	0,75
Lager – Freibereich (z.B. Verladerrampe)	Akt.	2	40,5	150	0	0
Lager – Freibereich (z.B. Verladerrampe)	Pl.	0,5	25,75	100	0	0
Fertigung – Freibereich	Akt.	0	25	100	0	0
Fertigung – Freibereich	Pl.	1	14	50	0	0
Lager – Lager	Akt.	0,5	13,25	50	0	0
Lager – Lager	Pl.	70	150	300	2	30,5
Lager – Fertigung	Akt.	70	150	300	1	30,25



A. 12: Quartil Transporte pro Schicht - Aktuell

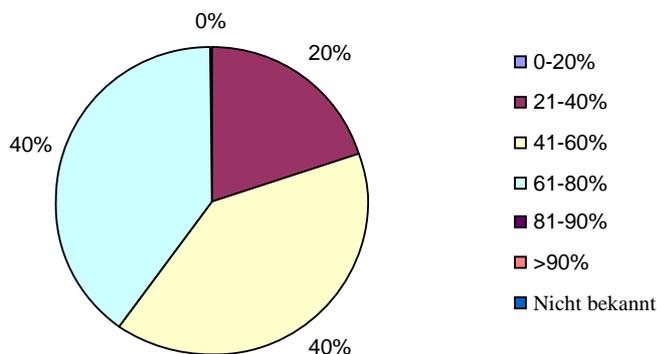


A. 13: Quartil Transporte pro Schicht - Planung

Wie in Abb. 12 und 13 zu interpretieren, planen die Teilnehmer mit keiner Steigerung oder Senkung der Transporte zwischen den angegebenen Bereichen.

I.8 Wie hoch schätzen Sie den Auslastungsgrad Ihrer Stapler?

Aktuell	Anzahl
0-20%	0
21-40%	2
41-60%	4
61-80%	4
81-90%	0
>90%	0
Nicht bekannt	0

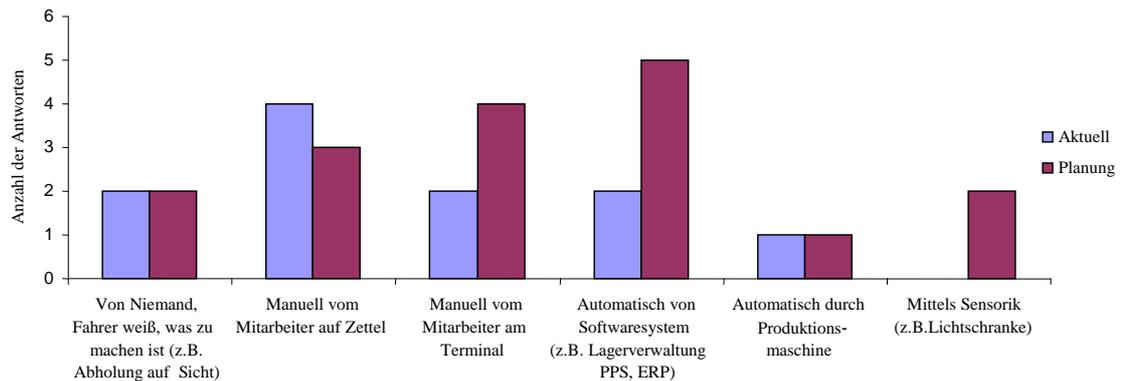


A. 14: Auslastungsgrad der Stapler

Von 40 % (N=4) der Teilnehmer liegt der Auslastungsgrad der Stapler bei 61-80 %. Bei weiteren 40 % (N=4) liegt der Auslastungsgrad bei 41-60 %. Nur bei 20 % (N=2) der Teilnehmer liegt der Auslastungsgrad bei 21-40 %. In diesem Bereich ist noch viel Potential vorhanden den Auslastungsgrad der Stapler zu steigern und die Anzahl der eingesetzten Stapler dadurch zu reduzieren.

I.9 Von wem werden die Fahraufträge erstellt? (Mehrfachauswahl möglich)

	Aktuell	Planung
Von Niemand, Fahrer weiß, was zu machen ist (z.B. Abholung auf Sicht)	2	2
Manuell vom Mitarbeiter auf Zettel	4	3
Manuell vom Mitarbeiter am Terminal	2	4
Automatisch von Softwaresystem (z.B. Lagerverwaltung, PPS, ERP)	2	5
Automatisch durch Produktionsmaschine	1	1
Mittels Sensorik (z.B. Lichtschranke)		2

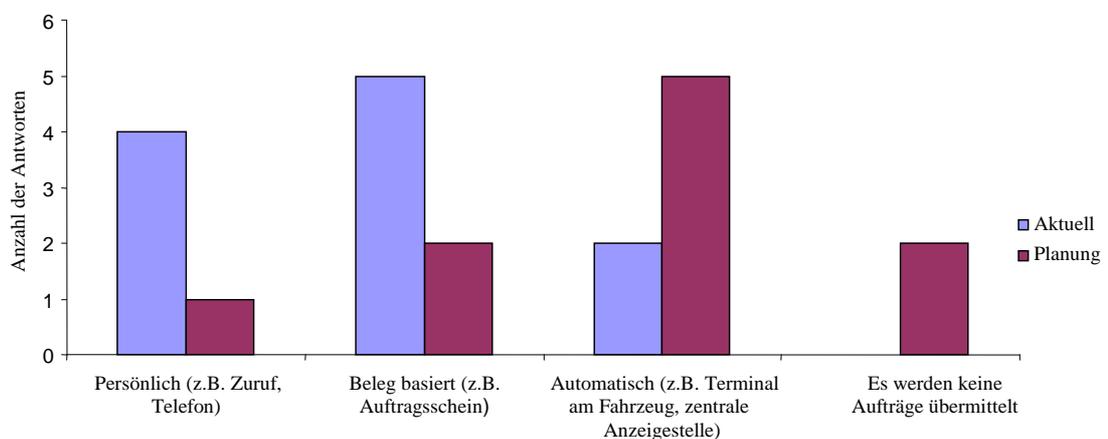


A. 15: Erstellung der Fahraufträge

Aktuell gibt es keine Erstellung von Fahraufträgen oder die Fahraufträge werden manuell vom Mitarbeiter erstellt. Nur bei einem geringen Anteil der Teilnehmer wird dies bereits automatisch durchgeführt. Die Planung jedoch lässt eine starke Tendenz zur automatisierten Auftragserstellung erkennen, wobei die manuelle Einflussnahme vom Mitarbeiter am Terminal weiterhin gewünscht wird.

I.10 Wie werden die Fahraufträge dem Stapler/Staplerfahrer übermittelt? (Mehrfachauswahl möglich)

	Aktuell	Planung
Persönlich (z.B. Zuruf, Telefon)	4	1
Beleg basiert (z.B. Auftragsschein)	5	2
Automatisch (z.B. Terminal am Fahrzeug, zentrale Anzeigestelle)	2	5
Es werden keine Aufträge übermittelt	0	2

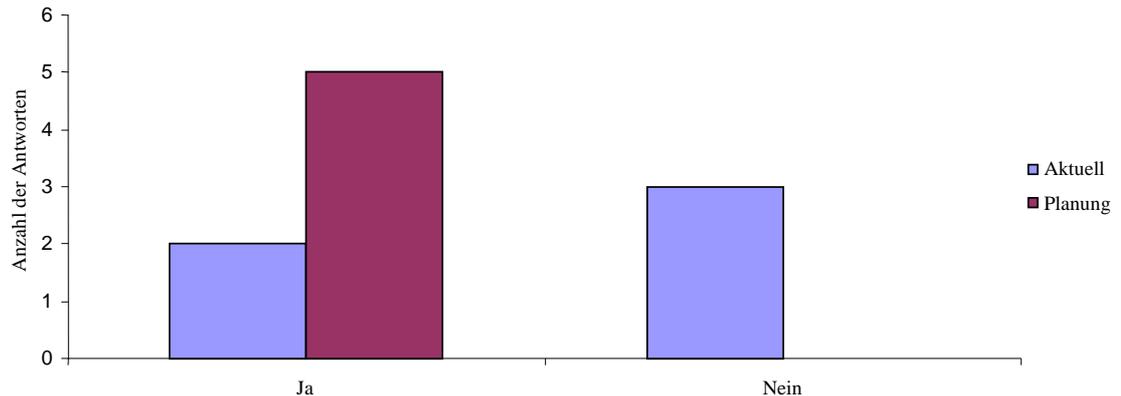


A. 16: Übermittlung der Fahraufträge

Die Übermittlung der Fahraufträge basiert aktuell noch persönlich oder belegbasiert. Viele Teilnehmer müssen bereits erkannt haben, dass dies aufwändig, umständlich und teuer ist. Daher planen die meisten Teilnehmer eine automatische Auftragsübermittlung.

I.11 Ist es möglich, Fahraufträge nach Ihrer Priorität abzuarbeiten?

	Aktuell	Planung
Ja	2	5
Nein	3	0

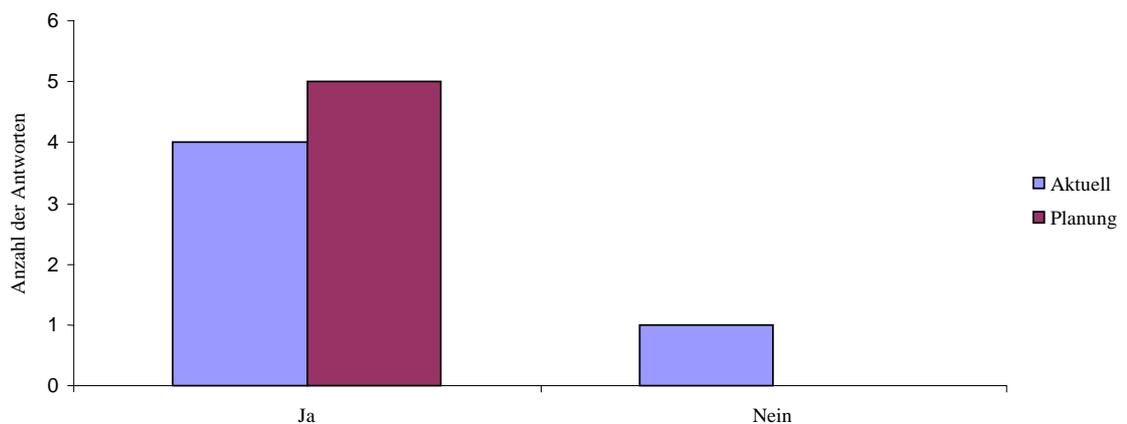


A. 17: Fahraufträge nach Priorität abarbeiten

Aktuell ist es ziemlich ausgeglichen zwischen Teilnehmern, die Aufträge nach Ihrer Priorität abarbeiten können und jenen die es nicht können. Die Planung sieht allerdings vor, dass alle Teilnehmer die Möglichkeit haben wollen, ihre Fahraufträge nach Priorität abzuarbeiten.

I.11 a) Ist es möglich, diese Priorität zu verändern/beeinflussen? (Erscheint nur, wenn I.11 JA)

	Aktuell	Planung
Ja	4	5
Nein	1	0

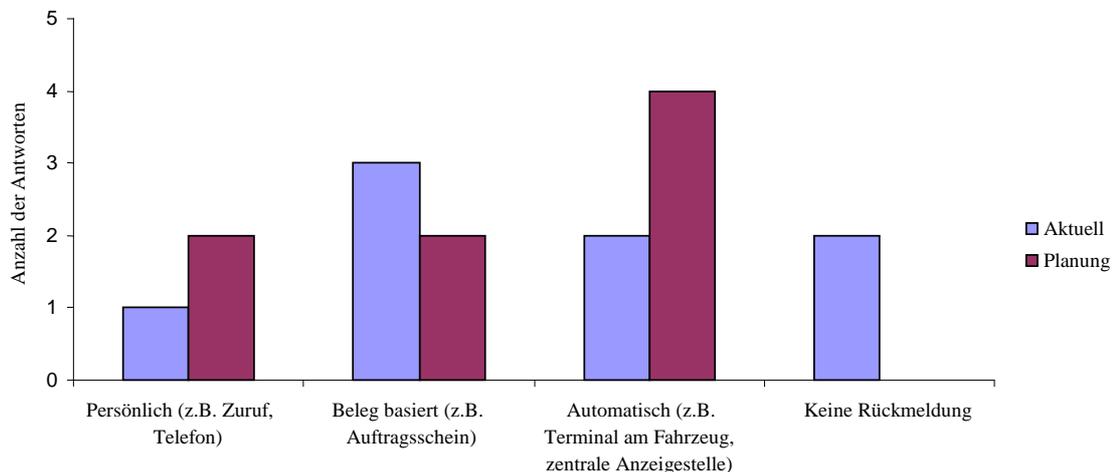


A. 18: Verändern/Beeinflussen der Priorität

Die Priorität zu beeinflussen ist zwar bei den meisten Teilnehmern jetzt schon möglich, doch in Zukunft soll dies bei allen möglich sein.

I.13 Wie erfolgt die Rückmeldung über getätigte Fahraufträge? (Mehrfachauswahl möglich)

	Aktuell	Planung
Persönlich (z.B. Zuruf, Telefon)	1	2
Beleg basiert (z.B. Auftragsschein)	3	2
Automatisch (z.B. Terminal am Fahrzeug, zentrale Anzeigestelle)	2	4
Keine Rückmeldung	2	0

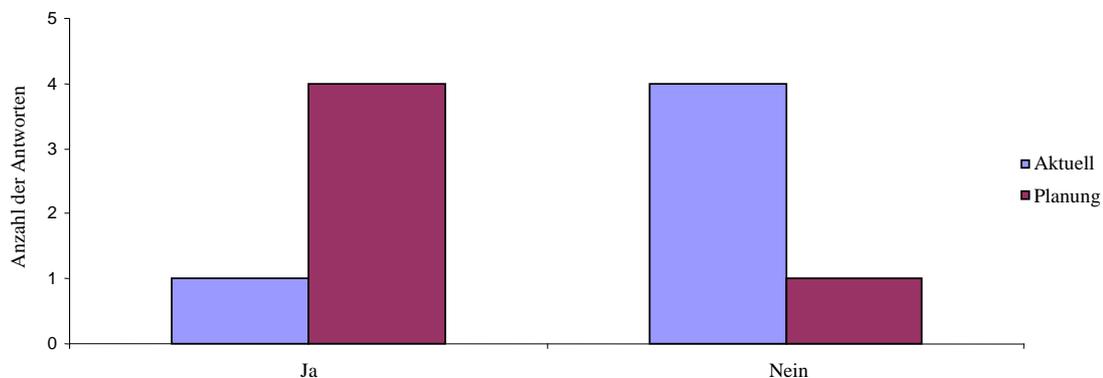


A. 19: Rückmeldung getätigter Fahraufträge

Die Rückmeldung getätigter Fahraufträge wird aktuell entweder vernachlässigt mit keiner Rückmeldung, zum Teil schon automatisch oder noch am häufigsten belegbasiert durchgeführt. In Zukunft jedoch wünscht sich jeder Teilnehmer eine Rückmeldung, wobei die automatische Rückmeldung von den Teilnehmern am meisten gefordert wird.

I.14 Ist es möglich, Staplerfahrten statistisch zu erfassen und auszuwerten?

	Aktuell	Planung
Ja	1	4
Nein	4	1

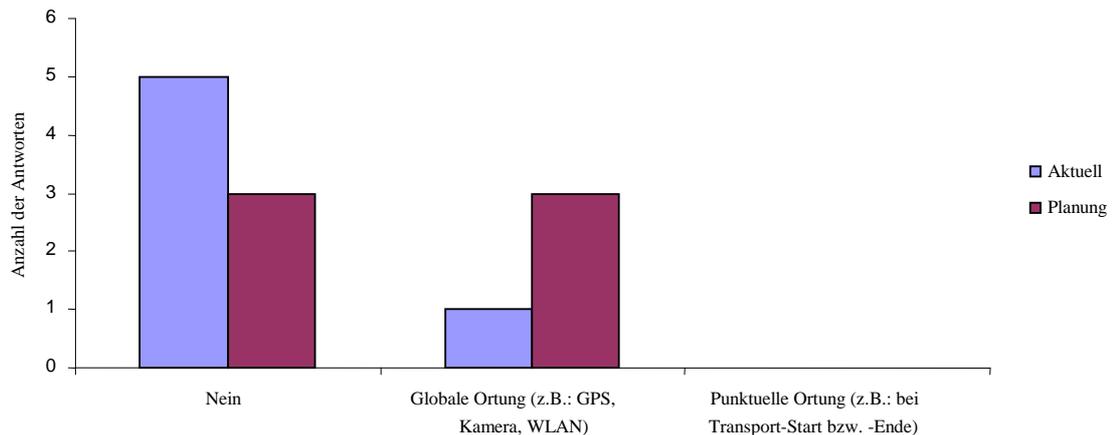


A. 20: Statistische Auswertung der Staplerfahrten

Eine statistische Auswertung der Staplerfahrten ist bei 80 % (N=4) der Teilnehmer nicht möglich. Der Wunsch nach einer Auswertung ist aber von 80 % (N=4) der Teilnehmern vorhanden.

I.15 Gibt es eine Möglichkeit die Stapler zu orten?

	Aktuell	Planung
Nein	5	3
Globale Ortung (z.B.: GPS, Kamera, WLAN)	1	3
Punktuelle Ortung (z.B.: bei Transport-Start bzw. -Ende)	0	0

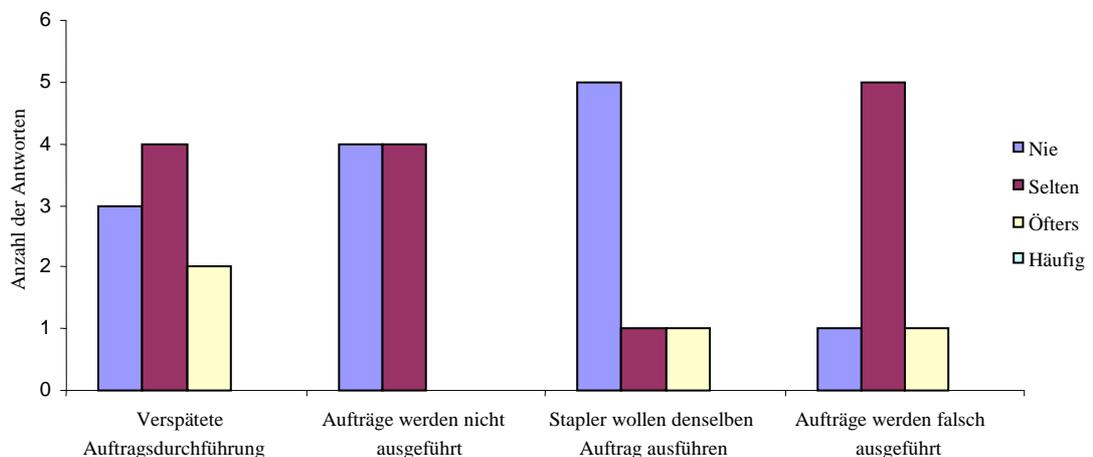


A. 21: Ortung der Stapler

Eine Möglichkeit die Stapler zu orten, hat zurzeit nur ein Teilnehmer. In Zukunft, wenn eine Ortung gewünscht ist, ist für die Teilnehmer nur eine globale Ortung von Interesse um die tatsächlichen Fahrwege und den derzeitigen Standort ermitteln zu können.

I.16 Beurteilen Sie bitte, wie häufig folgende Situationen in Ihrem Betrieb auftreten.

	Nie	Selten	Öfters	Häufig
Verspätete Auftragsdurchführung	3	4	2	
Aufträge werden nicht ausgeführt	4	4		
Stapler wollen denselben Auftrag ausführen	5	1	1	
Aufträge werden falsch ausgeführt	1	5	1	

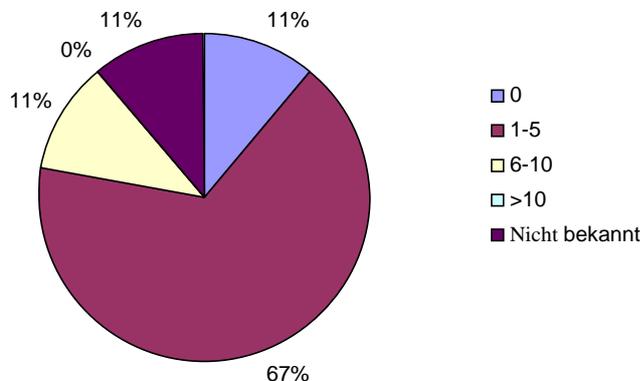


A. 22: Auftretende Situationen im Betrieb

Bei den auftretenden Situationen im Betrieb ist ersichtlich, dass alle angegebenen Antwortmöglichkeiten so gut wie NIE und SELTEN auftreten. Das würde heißen, dass die derzeit eingesetzten Systeme fast fehlerfrei arbeiten.

I.17 Wie viele Fehltransporte passieren durchschnittlich pro Schicht?

Fehltransporte	Anzahl
0	1
1-5	6
6-10	1
>10	
Nicht bekannt	1

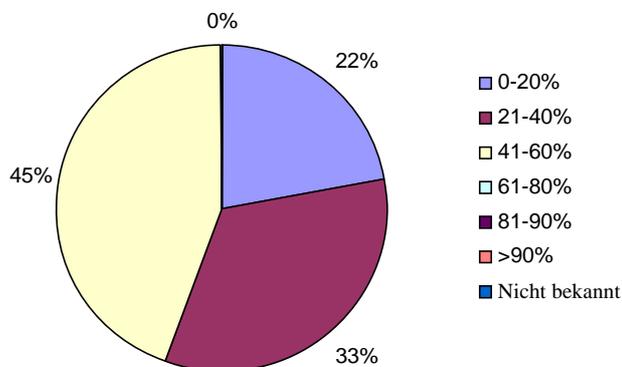


A. 23: Anzahl der Fehltransporte

Wie in Abbildung 23 ersichtlich, passieren bei 67 % (N=6) der Teilnehmer 1-5 Fehltransporte pro Schicht. 11 % (N=1) der Teilnehmer haben keine Fehltransporte und weitere 11 % (N=1) haben 6-10 Fehltransporten.

I.18 Wie hoch schätzen Sie die Anzahl der Leerfahrten (z.B. Suchfahrt, leere Hinfahrt zu einem Transport) pro Schicht?

	Anzahl
0-20%	2
21-40%	3
41-60%	4
61-80%	
81-90%	
>90%	
Nicht bekannt	

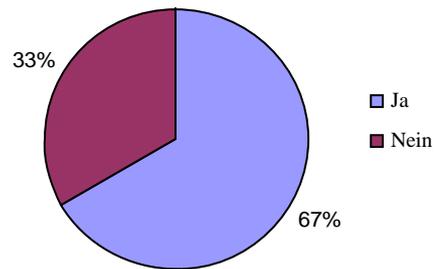


A. 24: Anzahl der Leerfahrten

22 % (N=2) der Teilnehmer schätzen die Anzahl der Leerfahrten pro Schicht auf 0-20 %. Weitere 33 % (N=3) schätzen die Leerfahrten auf 21-40 %. Nur 45 % (N=4) schätzen die Anzahl der Leerfahrten auf 41-60 %. Ein so geringer Prozentsatz an Leerfahrten, ist mit einem Staplerleitsystem bereits schwer realisierbar. Um einen Prozentsatz von unter 50 % erreichen zu können, ist ein Doppelspiel notwendig. Daher ist anzunehmen, dass die Teilnehmer die Fragestellung falsch interpretiert oder eine geringe Kenntnis über die Anzahl der Leerfahrten haben.

I.19 Wäre es für Sie in Zukunft relevant, ein Staplerleitsystem einzuführen?

	Anzahl
Ja	6
Nein	3

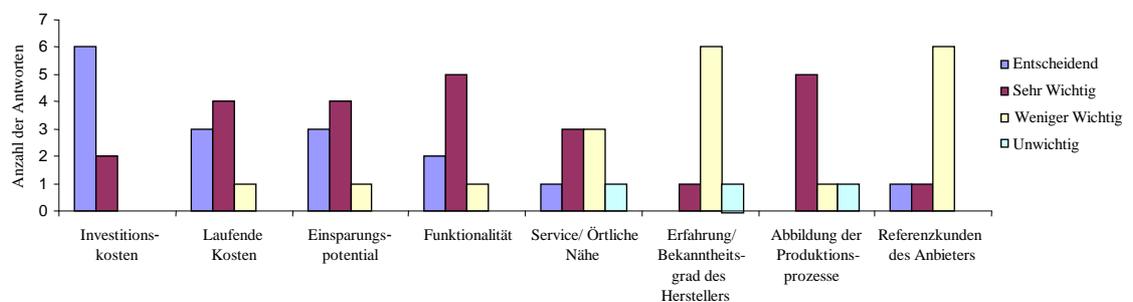


A. 25: In Zukunft ein Staplerleitsystem?

Für die meisten Teilnehmer 67 % (N=6) wäre die Einführung eines Staplerleitsystems in Zukunft relevant. Nur 33 % (N=3) der Teilnehmer erachten ein Staplerleitsystem in Zukunft für nicht notwendig.

I.20 Wie wichtig wären Ihnen folgende Kriterien bei der Auswahl eines Staplerleitsystems? (Mehrfachauswahl möglich)

	Entscheidend	Sehr Wichtig	Weniger Wichtig	Unwichtig
Investitionskosten	6	2		
Laufende Kosten	3	4		1
Einsparungspotential	3	4		1
Funktionalität	2	5		1
Service/Örtliche Nähe	1	3	3	1
Erfahrung/ Bekanntheitsgrad des Herstellers		1		6
Abbildung der Produktionsprozesse		5	1	1
Referenzkunden des Anbieters	1	1	6	

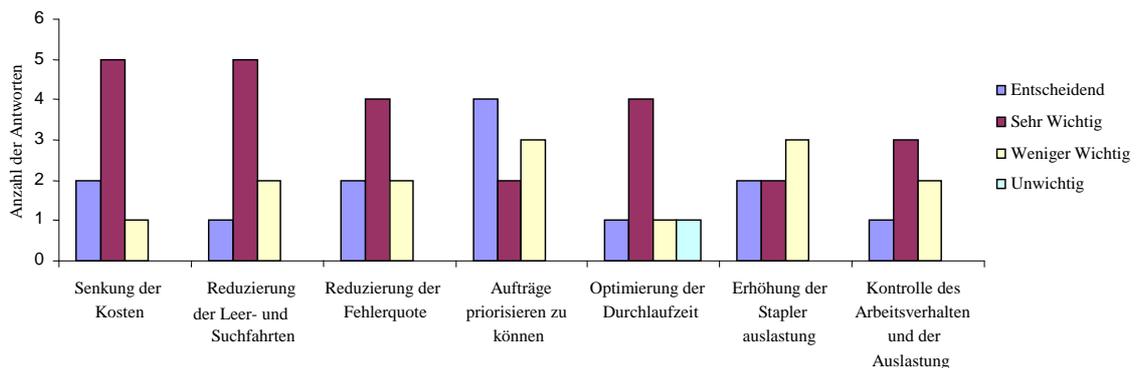


A. 26: Auswahlkriterien

Die entscheidenden Faktoren um ein Staplerleitsystem einzuführen sind die Investitionskosten. Sehr wichtig für die Teilnehmer wären auch die laufenden Kosten, das Einsparungspotential, die angebotenen Funktionalitäten und die Abbildung des Produktionsprozesses. Als weniger wichtig und unwichtig werden Service/Örtliche Nähe, Erfahrung/Bekanntheitsgrad des Herstellers und die Referenzkunden des Anbieters erachtet.

**I.21 Wie wichtig wären Ihnen folgende positive Effekte bei der Einführung eines Staplerleitsystems?
(Mehrfachauswahl möglich)**

	Entscheidend	Sehr Wichtig	Weniger Wichtig	Unwichtig
Senkung der Kosten	2	5	1	
Reduzierung der Leer- und Suchfahrten	1	5	2	
Reduzierung der Fehlerquote	2	4	2	
Aufträge priorisieren zu können	4	2	3	
Optimierung der Durchlaufzeit	1	4	1	1
Erhöhung der Staplerauslastung	2	2	3	
Kontrolle des Arbeitsverhalten und der Auslastung	1	3	2	



A. 27: Positive Effekte

Wie bereits in Abbildung 17 und 18 wird hier bestätigt, dass der entscheidende positive Effekt in der Priorisierung der Aufträge besteht. Alle anderen Effekte bis auf die Erhöhung der Staplerauslastung werden als sehr wichtig betrachtet.

I. 22 Falls Sie Interesse am Ergebnis des Forschungsprojektes haben, geben Sie bitte Ihre Daten an.

Name des Unternehmens:	
Name der Kontaktperson:	
e-mail Kontaktperson:	
Telefonnummer Kontaktperson:	

Aufgrund des Datenschutzes werden keine Daten der Teilnehmer angegeben.

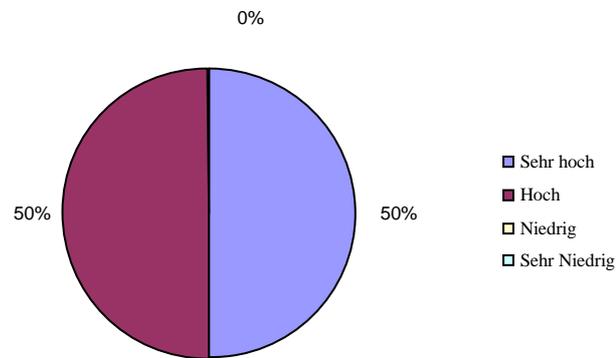
I.23 Sonstiges bzw. Anmerkungen bitte ergänzen:

Kontrolle des Leistungsgrades/ Auslastung des Staplerfahrers ist sehr wichtig.

10.5.3 Auswertung Fragebogen mit Staplerleitsystem

II.1 Wie wichtig ist Ihnen der Materialfluss in der innerbetrieblichen Logistik?

Sehr hoch	2
Hoch	2
Niedrig	0
Sehr Niedrig	0



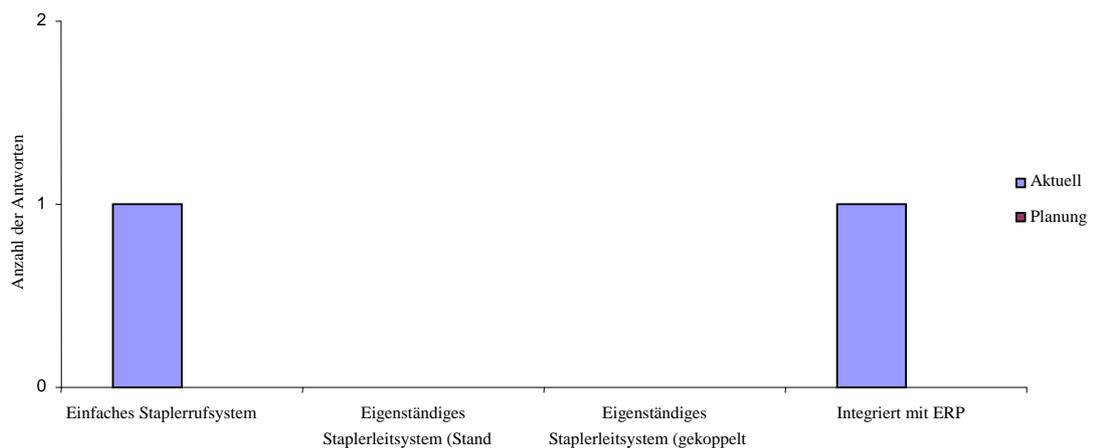
A. 28: Wichtigkeit Materialflusses

Den Teilnehmern, welche bereits ein Staplerleitsystem implementiert haben, ist die innerbetriebliche Logistik in gleichen Teilen zu jeweils 50 % (N=2) sehr wichtig und wichtig.

II.2 Welches Staplerleitsystem (SLS) wird verwendet?

(Aktuell= derzeitiger IST- Stand; Planung= Planung in den nächsten Jahren)

	Aktuell	Planung
Einfaches Staplerrufsystem	1	
Eigenständiges Staplerleitsystem (Stand Alone)		
Eigenständiges Staplerleitsystem (gekoppelt mit LVS/ERP)		
Integriert mit ERP	1	



A. 29: Art des Staplerleitsystems

Ein Teilnehmer besitzt ein einfaches Staplerrufsystem und der andere Teilnehmer besitzt ein Staplerleitsystem integriert mit ERP.

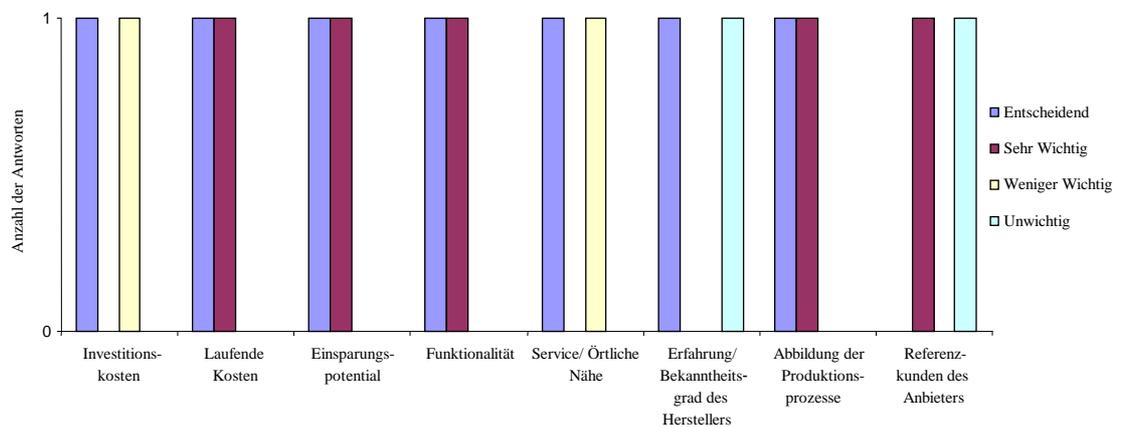
II. 3 Seit wann ist das Staplerleitsystem (SLS) im Einsatz?

Teilnehmer 1: Oktober 2009

Teilnehmer 2: Jänner 2005

II.4 Wie wichtig waren Ihnen folgende Kriterien bei der Auswahl des Staplerleitsystems (SLS)? (Mehrfachauswahl möglich)

	Entscheidend	Sehr Wichtig	Weniger Wichtig	Unwichtig
Investitionskosten	1		1	
Laufende Kosten	1	1		
Einsparungspotential	1	1		
Funktionalität	1	1		
Service/ Örtliche Nähe	1		1	
Erfahrung/ Bekanntheitsgrad des Herstellers	1			1
Abbildung der Produktionsprozesse	1	1		
Referenzkunden des Anbieters		1		1

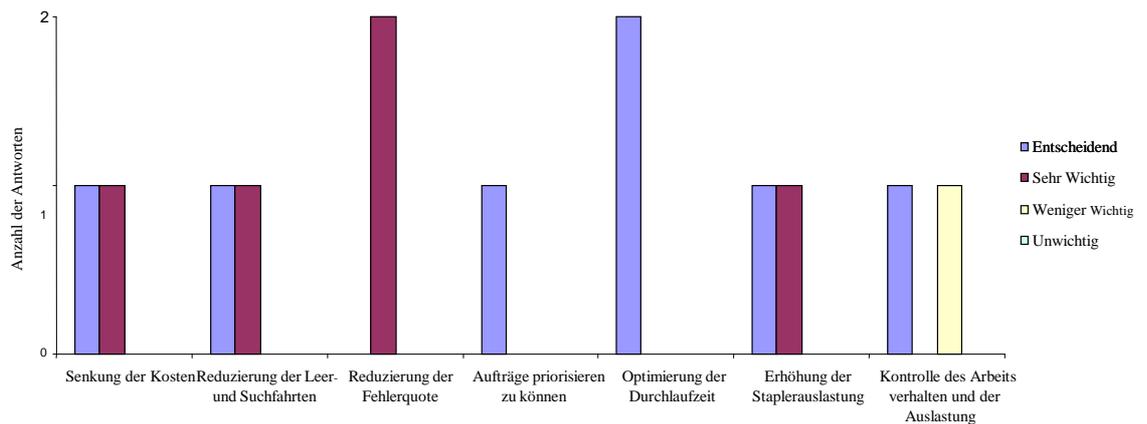


A. 30: Auswahlkriterien

Aufgrund der geringen Anzahl der Teilnehmer, ist keine Auswertung möglich.

II.5 Wie wichtig waren Ihnen folgende positive Effekte bei der Einführung des Staplerleitsystems (SLS)? (Mehrfachauswahl möglich)

	Entscheidend	Sehr Wichtig	Weniger Wichtig	Unwichtig
Senkung der Kosten	1	1		
Reduzierung der Leer- und Suchfahrten	1	1		
Reduzierung der Fehlerquote		2		
Aufträge priorisieren zu können	1			
Optimierung der Durchlaufzeit	2			
Erhöhung der Staplerauslastung	1	1		
Kontrolle des Arbeitsverhalten und der Auslastung	1			1



A. 31: Positive Effekte bei der Einführung

Obwohl nur Antworten von zwei Teilnehmern vorhanden sind, waren diese für die Reduzierung der Fehlerquote und die Optimierung der Durchlaufzeit.

II.6 Welche und wie viele Flurförderzeuge werden eingesetzt?

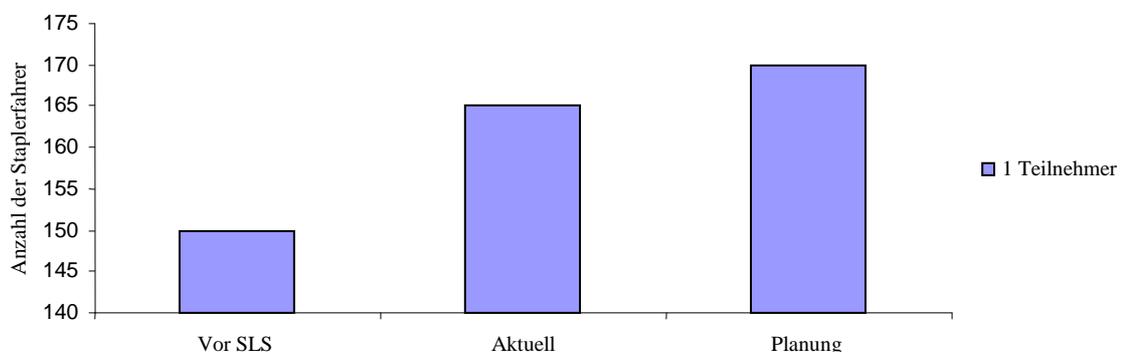
(Vor SLS=vor Einführung eines SLS; Aktuell= derzeitiger IST- Stand; Planung= Planung in den nächsten Jahren)

	Vor SLS (Anzahl)	Aktuell (Anzahl)	Planung (Anzahl)
Handgabelhubwagen/Handstapler			
Nieder-/ Hochhubwagen	60	57	
Schub-/ Schubmaststapler	20	18	
Elektro-/Diesel-/Gasstapler	2	2	
Schmalgang-/Hochregalstapler			
Kommissionierer	60	67	
Schlepper			

Diese Frage wurde von nur einem Teilnehmer beantwortet. Aus diesem Grund ist keine Auswertung möglich.

II.7 Wie viele angestellte Staplerfahrer gibt es?

	Anzahl
Vor SLS	150
Aktuell	165
Planung	170

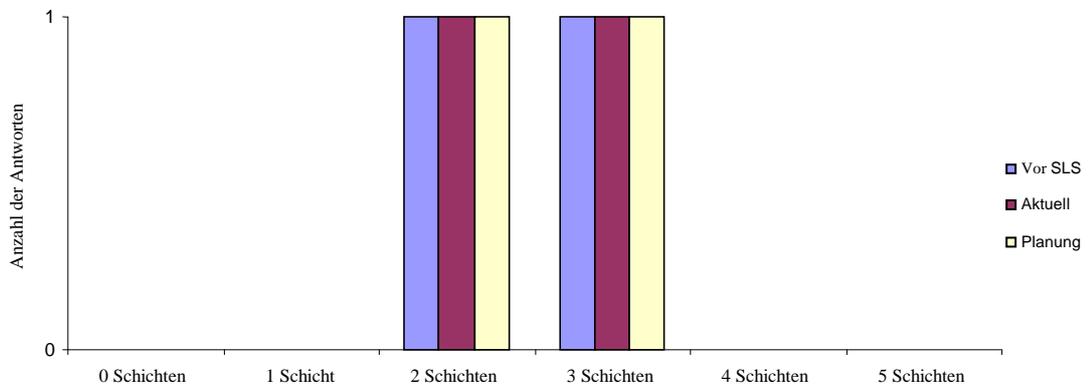


A. 32: Angestellte Staplerfahrer

Aufgrund der geringen Anzahl der Teilnehmer ist keine Auswertung möglich.

II.8 In wie vielen Schichten arbeiten die Staplerfahrer?

	0 Schichten	1 Schicht	2 Schichten	3 Schichten	4 Schichten	5 Schichten
Vor SLS			1	1		
Aktuell			1	1		
Planung			1	1		



A. 33: Schichten der Staplerfahrer

Seit der Einführung der Staplerleitsysteme, gab es keine Änderung bei den zu arbeitenden Schichten der Staplerfahrer.

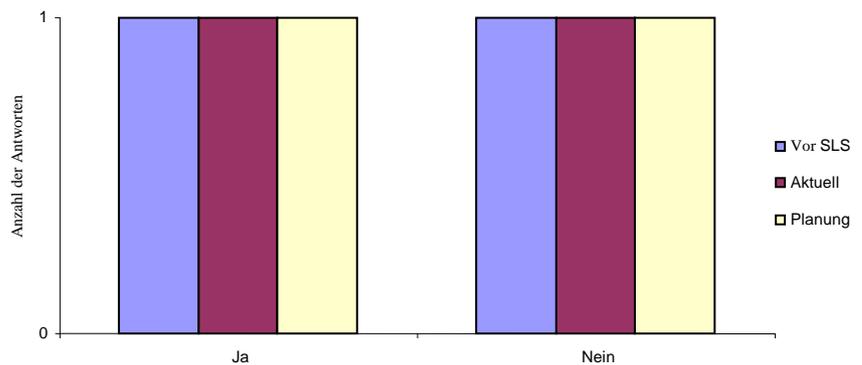
II.9 Wie viele Bereiche/Abteilungen haben fix zugeteilte Stapler?

	0 Bereiche	1 Bereich	2 Bereiche	3 Bereiche	4 Bereiche	5 Bereiche
Vor SLS				1		
Aktuell				1		
Planung				1		

Aufgrund der geringen Anzahl der Teilnehmer, ist keine Auswertung möglich.

II.10 Werden gebäudeübergreifende Staplerfahrten getätigt?

	Ja	Nein
Vor SLS	1	1
Aktuell	1	1
Planung	1	1



A. 34: Gebäudeübergreifende Staplerfahrten

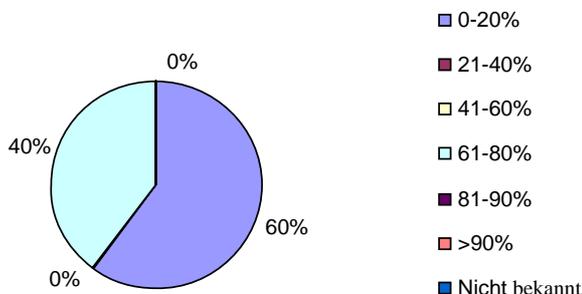
Aufgrund der geringen Anzahl der Teilnehmer ist keine Auswertung möglich.

II.11 Wie viele Transporte werden pro Schicht zwischen den folgenden Bereichen durchgeführt?

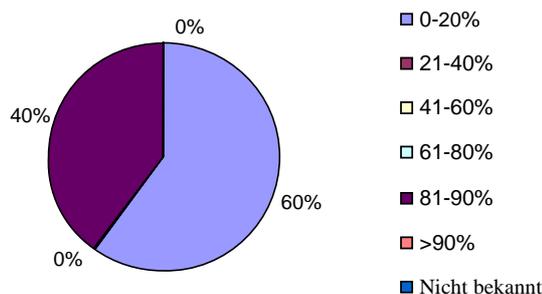
Keine Antworten, keine Auswertung möglich.

II.12 Wie hoch schätzen Sie den Auslastungsgrad Ihrer Stapler?

	Vor SLS	Aktuell
0-20%	3	3
21-40%		
41-60%		
61-80%	2	
81-90%		2
>90%		
Nicht bekannt		



A. 35: Auslastungsgrad der Stapler Vor SLS

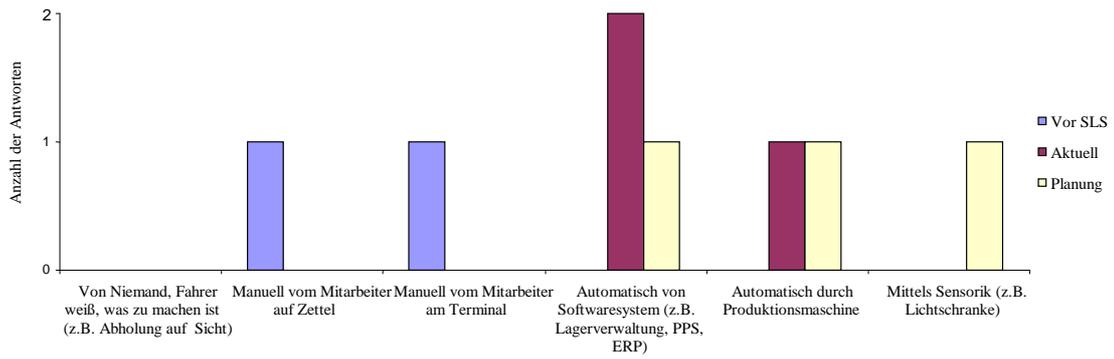


A. 36: Auslastungsgrad der Stapler Aktuell

Der Auslastungsgrad der Stapler hat sich bei 40 % (N=2) der Teilnehmer von 61-80 % auf 81-90 % erhöht. Bei den anderen 60 % (N=3) wurde keine Verbesserung der Auslastung festgestellt.

II.13 Von wem werden die Fahraufträge erstellt? (Mehrfachauswahl möglich)

	Vor SLS	Aktuell	Planung
Von Niemand, Fahrer weiß, was zu machen ist (z.B. Abholung auf Sicht)			
Manuell vom Mitarbeiter auf Zettel	1		
Manuell vom Mitarbeiter am Terminal	1		
Automatisch von Softwaresystem (z.B. Lagerverwaltung, PPS, ERP)		2	1
Automatisch durch Produktionsmaschine		1	1
Mittels Sensorik (z.B. Lichtschranke)			1

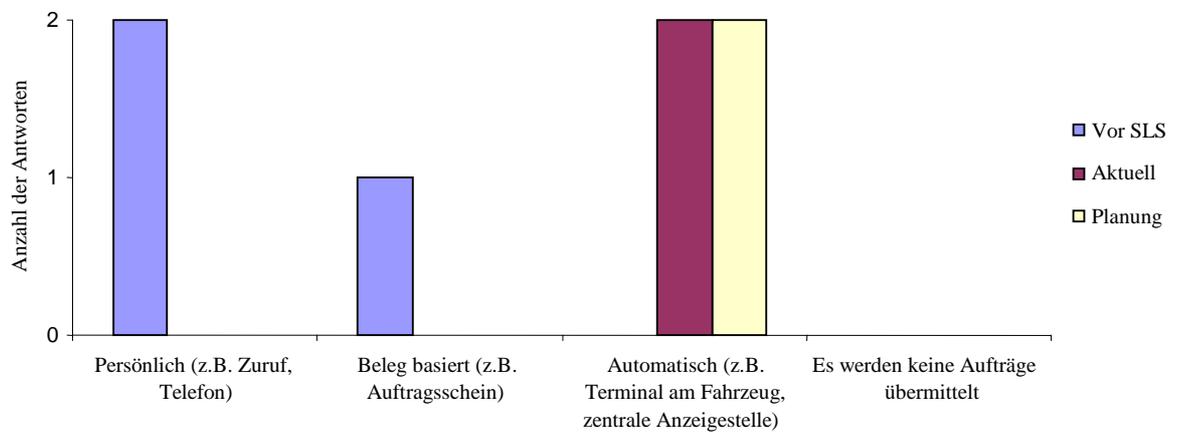


A. 37: Erstellung der Fahraufträge

Aus dieser Abbildung eindeutig erkennbar, werden die Transportaufträge derzeit automatisch erstellt. In Zukunft ist aber auch die automatische Erstellung durch Lichtschranken und Sensorik geplant. Vor der Einführung eines Staplerleitsystems wurden die Fahraufträge klassisch vom Mitarbeiter erstellt.

II. 14 **Wie werden die Fahraufträge dem Stapler/Staplerfahrer übermittelt?**
(Mehrfachauswahl möglich)

	Vor SLS	Aktuell	Planung
Persönlich (z.B. Zuruf, Telefon)	2		
Beleg basiert (z.B. Auftragsschein)	1		
Automatisch (z.B. Terminal am Fahrzeug, zentrale Anzeigestelle)		2	2
Es werden keine Aufträge übermittelt			

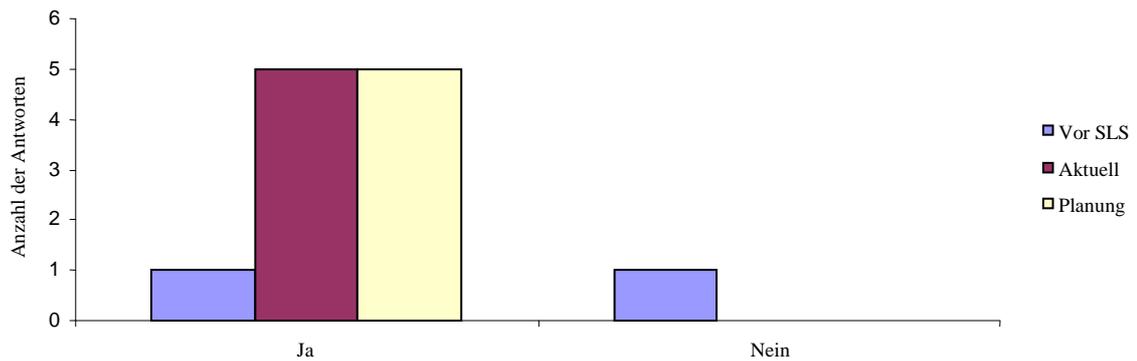


A. 38: Übermittlung der Fahraufträge

Vor der Einführung eines Staplerleitsystems wurden die Fahraufträge persönlich oder belegbasiert übermittelt. Aktuell geschieht die Übermittlung der Fahraufträge automatisch so wie es auch in Zukunft geplant ist.

II.15 **Ist es möglich, Fahraufträge nach Ihrer Priorität abzarbeiten?**

	Vor SLS	Aktuell	Planung
Ja	1	5	5
Nein	1	0	0

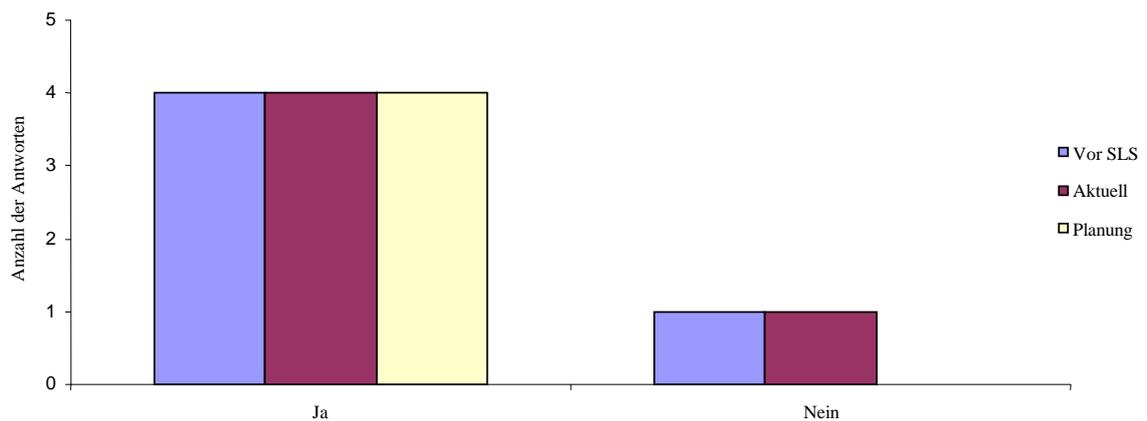


A. 39: Fahraufträge nach Priorität abarbeiten

Seit der Einführung eines Staplerleitsystems ist es möglich die Fahraufträge nach Ihrer Priorität abzuarbeiten. Auch die Planung der Teilnehmer sieht vor, die Fahraufträge nach Ihrer Priorität abarbeiten zu können.

II.15 a) **Ist es möglich, diese Priorität zu ändern/beeinflussen?** (Erscheint nur, wenn I.11 JA)

	Vor SLS	Aktuell	Planung
Ja	4	4	4
Nein	1	1	1

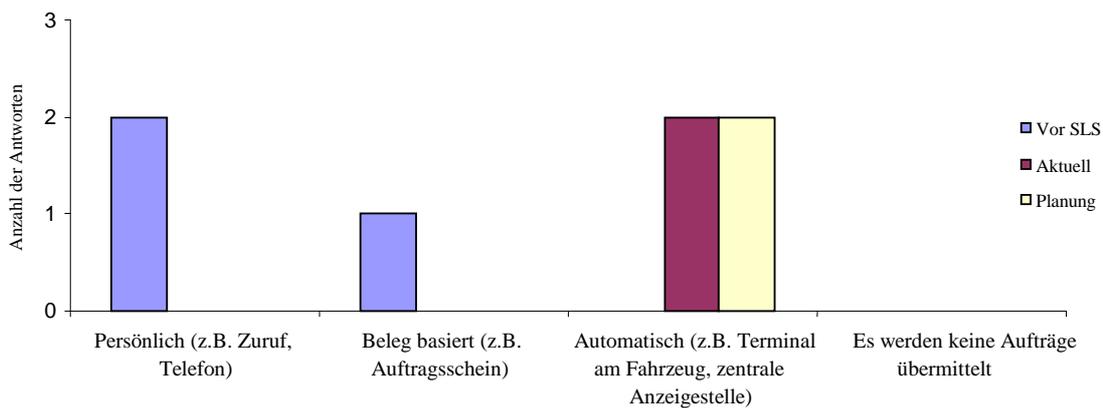


A. 40: Verändern/Beeinflussen der Priorität

Die Beeinflussung der Priorität ist 80 % (N=4) der Teilnehmer mit Staplerleitsystem wichtig. Sie konnten die Priorität bereits vor Einführung eines Staplerleitsystems beeinflussen und würden auch in Zukunft damit planen.

II.16 **Wie erfolgt die Rückmeldung über getätigte Fahraufträge?**
(Mehrfachauswahl möglich)

	Vor SLS	Aktuell	Planung
Persönlich (z.B. Zuruf, Telefon)	2		
Beleg basiert (z.B. Auftragsschein)	1		
Automatisch (z.B. Terminal am Fahrzeug, zentrale Anzeigestelle)		2	2
Es werden keine Aufträge übermittelt			

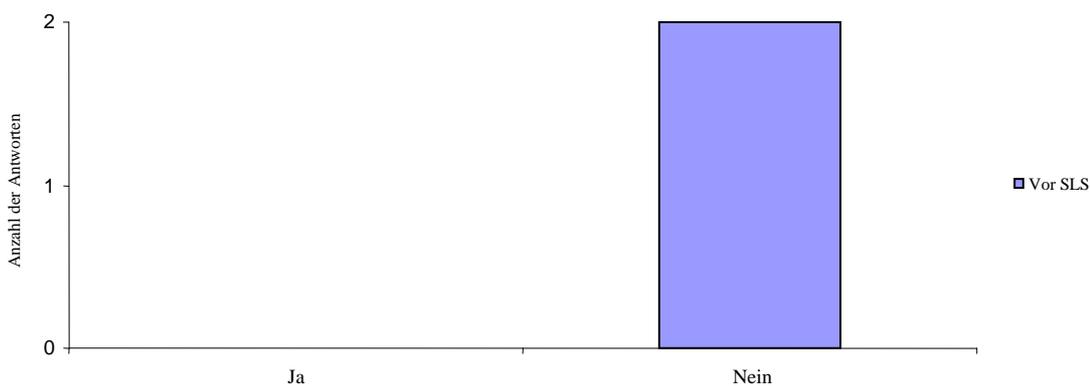


A. 41: Rückmeldung getätigter Fahraufträge

Vor der Umstellung auf ein Staplerleitsystem wurde eine persönliche oder belegbasierte Rückmeldung getätigt. Seit der Implementierung erfolgt die Rückmeldung automatisch was auch in Zukunft geplant ist.

II. 17 War es möglich Staplerfahrten statistisch zu erfassen und auszuwerten?

	Vor SLS
Ja	0
Nein	2

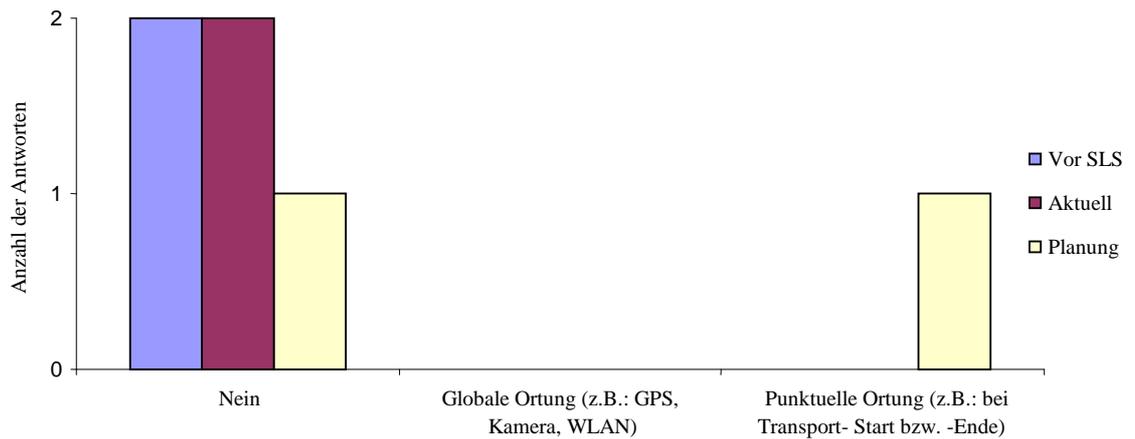


A. 42: Statistische Auswertung der Staplerfahrten

Vor Einführung eines Staplerleitsystems konnten die Teilnehmer die Staplerfahrten statistisch nicht erfassen und auswerten.

II.18 Gibt es eine Möglichkeit die Stapler zu orten?

	Vor SLS	Aktuell	Planung
Nein	2	2	1
Globale Ortung (z.B.: GPS, Kamera, WLAN)			
Punktuelle Ortung (z.B.: bei Transport-Start bzw. -Ende)			1

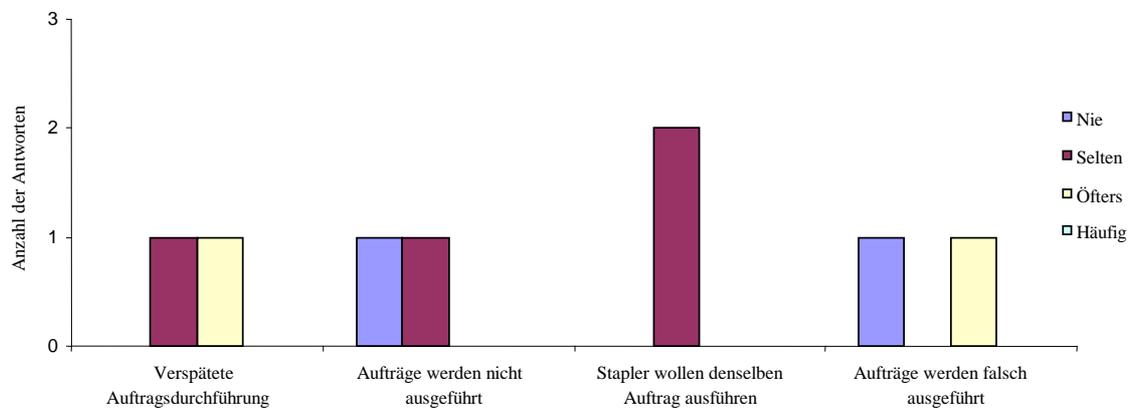


A. 43: Ortung der Stapler

Bei den derzeit eingesetzten Staplerleitsystemen der Teilnehmer ist es nicht möglich die Stapler zu orten. Auch der Wunsch nach einer Ortung ist nur von einem Teilnehmer vorhanden.

II.19 Beurteilen Sie bitte, wie häufig folgende Situationen in Ihrem Betrieb vor Einführung des Staplerleitsystems auftraten.

	Nie	Selten	Öfters	Häufig
Verspätete Auftragsdurchführung		1	1	
Aufträge werden nicht ausgeführt	1	1		
Stapler wollen denselben Auftrag ausführen		2		
Aufträge werden falsch ausgeführt	1		1	

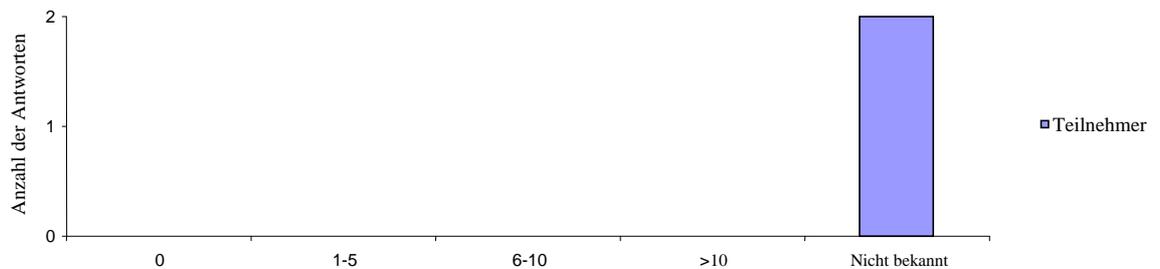


A. 44: Auftretende Situationen im Betrieb vor SLS

Trotz Einführung eines Staplerleitsystems geschieht es nach wie vor, dass Fehler bei den Teilnehmern auftreten.

II.20 Wie viele Fehltransporte passierten durchschnittlich pro Schicht vor Einführung des Staplerleitsystems?

	Anzahl
0	
1-5	
6-10	
>10	
Nicht bekannt	2

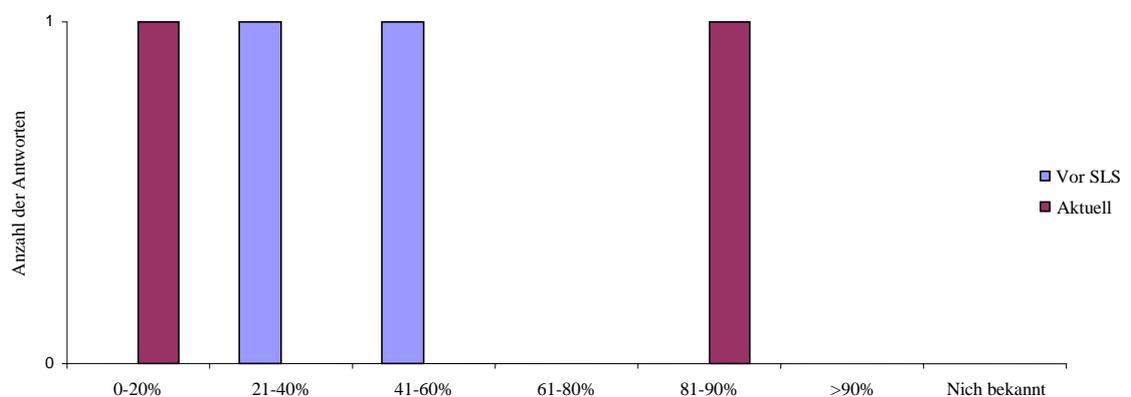


A. 45: Fehltransporte pro Schicht

Die Teilnehmer konnten keine Auskunft darüber geben, wie viele Fehltransporte pro Schicht vor der Einführung eines Staplerleitsystems passierten.

II.21 Wie hoch schätzen Sie die Anzahl der Leerfahrten (z.B. Suchfahrt, leere Hinfahrt zu einem Transport) pro Schicht?

	Vor SLS	Aktuell
0-20%		1
21-40%	1	
41-60%	1	
61-80%		
81-90%		1
>90%		
Nich bekannt		



A. 46: Anzahl der Leerfahrten

Aufgrund der geringen Anzahl der Teilnehmer ist keine Auswertung möglich.

II. 22 Wie lange dauerte es, bis sich das System amortisierte (ROI)?

	1/2 Jahre	1 Jahr	1 1/2 Jahre	2 Jahre	>2 Jahre
Teilnehmer			1		

Ein Teilnehmer gab an, dass sich das Staplerleitsystem innerhalb von eineinhalb Jahren amortisierte.

II. 23 Wie hoch waren die Investitionskosten für das Staplerleitsystem?

	<20.000 €	20.000-50.000€	50.000-100.000€	>100.000€	genauer Wert
Teilnehmer				1	

Ein Teilnehmer teilte mit, dass die Investitionskosten mehr als 100.000€ betragen.

II. 24 Falls Sie Interesse am Ergebnis des Forschungsprojektes haben, geben Sie bitte Ihre Daten an.

Name des Unternehmens:	
Name der Kontaktperson:	
e-mail Kontaktperson:	
Telefonnummer Kontaktperson:	

Aufgrund des Datenschutzes werden keine Daten der Teilnehmer angegeben.

II.25 Sonstiges bzw. Anmerkungen bitte ergänzen:

Keine Anmerkungen.

10.6 Angebote der SLS-Hersteller

In folgender Tabelle sind alle analysierten SLS-Hersteller eingetragen. Jede Zelle ohne Eintrag ist mit keiner Rückmeldung des jeweiligen SLS-Herstellers gleichzusetzen.

	SLS-Hersteller	1. Analyse	2. Analyse
1	3C Gmbh		
2	4logistik		
3	aisys		Angebot per Post
4	aqcon		
5	asap		
6	BRANCHWARE & PARTNER		
7	CIM	Positiv	Angebot per Post
8	COMAS		
9	DE software & control	Positiv	Angebot per E-mail
10	Döbelt		
11	Dr. Schnitz		
12	Ehrhardt + Partner	Positiv	
13	Flexus	Rückmeldung	Angebot per E-mail

14	GDV Kuhn		keine Beteiligung
15	gepasystem		
16	GIGATON		keine Beteiligung
17	GOB Software & Systeme		
18	ICS	Rückmeldung	keine Beteiligung
19	iFD		Angebot per E-mail
20	ILL	Rückmeldung	
21	Indyon	Positiv	
22	InnoLOG		
23	ISI Automation		
24	JOTA		
25	Klumpp		
26	locanis		keine Beteiligung
27	Logitogo	Rückmeldung	
28	MLR		Angebot per Post
29	PLANET LOGISTIK		
30	proLogistik		
31	PSI		Angebot per Post
32	SALT Solution	Positiv	keine Beteiligung
33	Securifix		
34	SEP	Positiv	
35	status [c]		
36	STILL		
37	Suffel	Negativ	
38	TEAM		keine Beteiligung
39	Wöhrle		
40	Beka Engineering		keine Anfrage
41	BSS Materialflussgruppe		keine Anfrage
42	Jungheinrich	Negativ	keine Anfrage
43	Salomon	Positiv	keine Anfrage
44	Wieneke EDV		keine Anfrage

10.7 Datenverzeichnis der abgelegten Daten

Alle Ergebnisse der Diplomarbeit sind auf dem Verzeichnis S:\Projekte\1030910_ISA_SLS\DA_KARL\Ergebnisse abgelegt.

