

# Forschungsbericht

---

**fml** • Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik • Technische Universität München  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. W. A. Günthner (Hrsg.)

Willibald A. Günthner  
Makrem Kadachi  
Ingomar Schubert

**Einführung von rechnergestützten  
Hilfsmitteln zur Planung  
automatisierter Verladesysteme**

---

# **Abschlussbericht**

## **Einführung von rechnergestützten Hilfsmitteln zur Planung automatisierter Verladesyteme**

Dieses Vorhaben (Projekt-Nr. 13377N) ist aus Mitteln des Bundesministerium für Wirtschaft über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) gefördert und im Auftrag der Bundesvereinigung Logistik e.V., Bremen, durchgeführt worden.

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Willibald A. Günthner (Herausgeber)**

**Dipl.-Ing. Makrem Kadachi**

**Dipl.-Ing. Ingomar Schubert**

fml • Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

Technische Universität München

Boltzmannstraße 15

D-85748 Garching bei München

Lehrstuhl fml

13377 N / 7

---

Name der Forschungsstelle(n)

---

AiF-Vorhaben-Nr. / GAG

01.08.2002 bis 31.07.2004

---

Bewilligungszeitraum

**Schlussbericht für den Zeitraum: 01.08.2002 bis 31.07.2004**

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



geförderten Forschungsvorhaben

Forschungsthema:

Einführung von rechnergestützten Hilfsmitteln zur Planung  
automatisierter Verladesysteme

Garching, 20.11.2004

---

Ort, Datum

---

Unterschrift



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Umfeld und Einordnung des Projekts.....	2
1.2	Zielsetzung.....	4
1.3	Vorgehensweise.....	5
<b>2</b>	<b>Generierung von Pilotanwendungen</b> .....	<b>10</b>
2.1	Zielgruppe .....	10
2.2	Anschreiben .....	11
2.3	Veröffentlichungen .....	11
2.4	Ergebnis .....	11
<b>3</b>	<b>Genereller Ablauf der Pilotanwendungen</b> .....	<b>14</b>
3.1	Erfassung der Ist-Situation .....	14
3.1.1	Fragebogen .....	14
3.1.2	Ergebnisse der Auswertung der Ist-Daten .....	15
3.2	Planungsphase.....	16
3.2.1	Groboptimierung .....	16
3.2.2	Feinoptimierung.....	16
3.3	Umsetzungsphase.....	17
<b>4</b>	<b>Pilotanwendung A</b> .....	<b>18</b>
4.1	Erfassung der Ist-Situation (Pilot A) .....	18
4.1.1	Ergebnis der Ist-Daten Erfassung (Pilot A).....	19
4.1.2	Auswertung der Ist-Daten (Pilot A) .....	20
4.2	Planungsphase (Pilot A).....	36
4.2.1	Groboptimierung (Pilot A) .....	36
4.2.2	Feinoptimierung (Pilot A) .....	39
4.3	Umsetzungsphase (Pilot A).....	43

4.3.1	Vorgehensweise (Pilot A).....	44
4.3.2	Aktueller Stand (Pilot A).....	44
<b>5</b>	<b>Pilotanwendung B.....</b>	<b>45</b>
5.1	Erfassung der Ist-Situation (Pilot B) .....	45
5.1.1	Ergebnis der Ist-Daten Erfassung (Pilot B) .....	45
5.1.2	Auswertung der Ist-Daten (Pilot B) .....	49
5.2	Planungsphase (Pilot B).....	62
5.2.1	Groboptimierung (Pilot B) .....	62
5.2.2	Feinoptimierung (Pilot B) .....	67
5.3	Umsetzungsphase (Pilot B).....	71
5.3.1	Vorgehensweise (Pilot B).....	72
5.3.2	Aktueller Stand (Pilot B).....	74
<b>6</b>	<b>Anpassungsmaßnahmen.....</b>	<b>75</b>
6.1	Ziele der Anpassungsmaßnahmen .....	75
6.2	Technikanalyse .....	75
6.2.1	Buttons .....	75
6.2.2	Gestaltungshilfen.....	78
6.2.3	Optische Maßnahmen .....	81
6.3	Kostenanalyse.....	82
6.3.1	Allgemeine Änderungen .....	82
6.3.2	Buttons .....	82
6.3.3	Optische Maßnahmen .....	83
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>84</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>89</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>95</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Manueller Umschlagbereich.....	1
Abbildung 1-2: Feinoptimierung der Eignungsgrade .....	7
Abbildung 1-3: Übersicht zur Bedienung der Technikanalyse.....	8
Abbildung 2-1: Interessierte Unternehmen nach Branchen .....	12
Abbildung 4-1: Eignungsgrade Detailansicht bei Ist-Daten, Rollenförderer, Pilot A..	22
Abbildung 4-2: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Tragkettenförderer, Pilot A	23
Abbildung 4-3: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Gurtbandförderer, Pilot A..	24
Abbildung 4-4: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Tragprofilförderer, Pilot A..	25
Abbildung 4-5: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Portalkran, Pilot A .....	26
Abbildung 4-6: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Brückenkran, Pilot A .....	27
Abbildung 4-7: Detailansicht, Ist-Daten, Teleskopgabelförderer, Pilot A.....	28
Abbildung 4-8: Kostenanalyse, Ist-Daten, Pilot A .....	31
Abbildung 4-9: Gesamtkosten der Verladung, Pilot A.....	33
Abbildung 4-10: Zeitanteile TPF, Pilot A .....	34
Abbildung 4-11: Zeitanteile GBF, Pilot A.....	34
Abbildung 4-12: Zeitanteile E-Stapler, Pilot A .....	34
Abbildung 4-13: Verladez. TPF, Pilot A.....	35
Abbildung. 4-14: Verladez. GBF, Pilot A .....	35
Abbildung 4-15: Verladezeiten E-Stapler, Pilot A.....	35
Abbildung 4-16: Eignungsgrade bei angepassten Ist-Daten (TPF), Pilot A .....	37
Abbildung 4-17: Eignungsgrade bei angepassten Ist-Daten (GBF), Pilot A .....	38
Abbildung 4-18: Eignungsgrade Bereiche bei optimierten Ist-Daten (TPF), Pilot A ..	41
Abbildung 4-19: Eignungsgrade Bereiche bei optimierten Ist-Daten (GBF), Pilot A..	42
Abbildung 5-1: Umschlagbereich Pilot B .....	47
Abbildung 5-2: Detailansicht, Ist-Daten, Rollenförderer, Pilot B.....	50

---

Abbildung 5-3: Detailansicht, Ist-Daten, Tragkettenförderer, Pilot B.....	51
Abbildung 5-4: Detailansicht, Ist-Daten, Gurtbandförderer, Pilot B .....	52
Abbildung 5-5: Detailansicht, Ist-Daten, Tragprofilförderer, Pilot B.....	53
Abbildung 5-6: Detailansicht, Ist-Daten, Portalkran, Pilot B .....	54
Abbildung 5-7: Detailansicht, Ist-Daten, Brückenkran, Pilot B .....	55
Abbildung 5-8: Datenaufnahme, Ist-Daten, Kostenanalyse, Pilot B.....	57
Abbildung 5-9: Gesamtkosten abhängig. vom Verladeaufkommen, Pilot B.....	59
Abbildung 5-10: Zeitant. Rollenförderer, Pilot B.....	60
Abbildung 5-11: Zeitant. Portalkran, Pilot B .....	60
Abbildung 5-12: Zeitanteile DFG-Stapler, Pilot B.....	60
Abbildung 5-13: Verladez. Rollenförd., Pilot B .....	61
Abbildung 5-14: Verladez, Portalkran, Pilot B .....	61
Abbildung 5-15: Verladezeiten DFG-Stapler, Pilot B.....	61
Abbildung 5-16: Erfüllungsgrade bei angepassten Ist-Daten (Rollenf.), Pilot B.....	63
Abbildung 5-17: Eignungsgrade bei angepassten Ist-Daten (Rollenf.), Pilot B .....	64
Abbildung 5-18: Erfüllungsgrade bei angepassten Ist-Daten (Portalk.), Pilot B.....	65
Abbildung 5-19: Eignungsgrade bei angepassten Ist-Daten (Portalk.), Pilot B .....	66
Abbildung 5-20: Erfüllungsgrade bei optimierten Ist-Daten (Rollenf.), Pilot B.....	68
Abbildung 5-21: Eignungsgrade bei optimierten Ist-Daten (Rollenf.) , Pilot B.....	69
Abbildung 5-22: Erfüllungsgrade bei optimierten Ist-Daten (Portalk.), Pilot B.....	70
Abbildung 5-23: Eignungsgrade bei optimierten Ist-Daten (Portalk.), Pilot B.....	70
Abbildung 5-24: Örtliche Gegebenheiten Pilot B.....	73
Abbildung 6-1: Schaltfläche „Drucken“ im Datenb. „Datenerfassung und Eignung“ .	76
Abbildung 6-2: Auswahl Schaltflächen im Datenblatt „Datenerfassung und Eignung“	76
Abbildung 6-3: Schaltflächen im Datenblatt „Auswertung“ .....	77
Abbildung 6-4: Schaltflächen im Datenblatt „Details“ .....	78
Abbildung 6-5: Der Button „Gestaltungshilfen“ im Datenblatt „Details“ .....	79



Abbildung 6-6: Struktur Hilfedatei ..... 80

Abbildung 6-7: Optische Anpassungsmaßnahmen „Datenerfassung und Eignung“ . 81

Abbildung 7-1: Spezifische Lkw beschränken Einsatzmöglichkeiten ..... 87

# 1 Einleitung

Durch die Folgen der Globalisierung, die sich in einem stetig steigenden Konkurrenzdruck und der zunehmenden Einfluss der Kunden auswirken, sind vor allem kleine und mittlere Unternehmen gezwungen, Rationalisierungspotentiale aufzudecken und auch auszuschöpfen. Die Optimierung des Materialflusses spielt hierbei in nahezu allen Branchen eine entscheidende Rolle. Vor allem der Umschlagbereich ist dabei von großer Relevanz, da in diesem Bereich aufgrund von zeitaufwendigen und vermeidbaren Handhabungsvorgängen hohe Kosten entstehen.

Trotz steigender Automatisierung der innerbetrieblichen Logistik ist der Umschlagbereich oft weiterhin manuell bedient.

➡ Hohe Kosten entstehen



*Abbildung 1-1: Manueller Umschlagbereich*

Dieses Forschungsprojekt konzentriert sich speziell auf den Umschlagbereich, die Schnittstelle vom innerbetrieblichen zum außerbetrieblichen Materialfluss, da dieser im Vergleich zu den anderen Bereichen des Materialflusses bisher stark vernachlässigt wurde und somit große Verbesserungsaussichten bietet [Gün-00].

Bei der effizienten Gestaltung des Umschlagbereichs hat die Auswahl der geeigneten Materialflusstechnik und des zugehörigen Grades der Automatisierung einen hohen Stellenwert. Durch den Einsatz automatisierter Technologien lassen sich in diesem Bereich in vielen Fällen große wirtschaftliche und logistische Vorteile erzielen [Gün-92].

Die individuelle Auswahl einer geeigneten Verladetechnik stellt jedoch ein multikriterielles Entscheidungsproblem dar. Außer den technischen und monetären Aspekten

sind häufig „unscharfe“ Anforderungen der Unternehmen an eine einzusetzende Umschlagtechnik, d.h. nicht eindeutig determinierten Größen zuordenbare Eigenschaften, wie z.B. der Wunsch nach einem wartungsarmen Verladesystem, zu berücksichtigen. Das für eine Entscheidung notwendige Expertenwissen steht aber in den seltensten Fällen in den Unternehmen zur Verfügung. Durch den Einsatz eines Rechnerhilfsmittels sollen die Entscheidungsfindung beschleunigt und Planungsunsicherheiten vermieden werden, um mit möglichst geringem Aufwand die richtige Wahl eines geeigneten Verladesystems zu treffen.

## **1.1 Umfeld und Einordnung des Projekts**

Ein erheblicher Teil der Materialfluss- und Logistikkosten und somit der Selbstkosten eines Produkts sind Transport- und Lagerkosten. Gestaltungskriterien bei Entscheidungen über das Transport- und Lagerwesen sind allerdings schwer zu definieren. Allgemeine Forderungen, wie z.B. die richtigen Waren zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zu den günstigsten Preisen bereitzustellen, sind wenig operational. Vielmehr sind die gegenläufigen Kostentendenzen, die von der Erhöhung der Lieferfähigkeit einerseits und von der Verminderung der Transport- und Lagerkosten andererseits ausgehen, aufeinander abzustimmen.

Um in dieser Situation wettbewerbsfähig zu bleiben, hat die Umschlagtechnik hier bei kmU eine entscheidende Rolle inne. Im Rahmen des AiF-Forschungsprojektes 11440 N „Erarbeiten der Einsatzfelder, Voraussetzungen und Möglichkeiten zum automatisierten Be- und Entladen von Stückgütern bei Lastkraftwagen und Eisenbahngüterwagen“ [Gün-00] wurde eine Planungsmethodik entwickelt, die eine technische und wirtschaftliche Vorauswahl geeigneter Umschlagtechniken für Stückgüter ermöglicht. Dazu wurden die für den Einsatz der jeweiligen automatisierten Verlade-technik typischen Randbedingungen und die Wechselwirkungen mit den in den Unternehmen vorhandenen Gegebenheiten ermittelt. Den Schwerpunkt stellte die Analyse der Randbedingungen in Verladezonen und eine Sammlung der auf den Bewertungs- bzw. Auswahlprozess Einfluss ausübenden Indikatoren dar. Die Nachteile

dieses Planungshilfsmittel in „Papierform“, wie z.B. die lange Planungsdauer und der geringe Detaillierungsgrad, wurden in dem AiF-Anschlussprojekt 12377 N „Automatisiertes und datenbankgestütztes Hilfsmittel für dynamische Planungsprozesse von Umschlagbereichen“ [Fre-01] durch die Umsetzung in ein Rechnerwerkzeug behoben. Einsatz finden soll das Planungshilfsmittel in der frühen, kreativen Planungsphase der „Grobplanung“. Wichtige Punkte hierzu waren einerseits die Entwicklung einer Bewertungsmethodik, welche die technische Eignung eines Unternehmens für den Einsatz einer automatisierten Verladetechnik ermittelt, andererseits einer Vorgehensweise zur Bestimmung der zu erwartenden, situationsabhängigen Kosten bei Einsatz einer ausgewählten Umschlagtechnik. Eine Vergleichsmöglichkeit mit herkömmlichen mechanisierten Verladetechniken sollte das Rationalisierungspotential aufzeigen können. Ein weiterer Vorteil der Rechnerunterstützung ist die höhere Flexibilität in der Handhabung. Dadurch eignet sich das Planungswerkzeug für einen praxisbegleitenden Einsatz im dynamischen Planungsprozess, bei dem sich logistische Größen der Umschlagtechnik, wie Verladeaufkommen, Stückgutart, eingesetzte Ladehilfsmittel u.v.a. ständig ändern.

Durch den Einsatz des Planungswerkzeuges ergibt sich eine Verkürzung der Planungs- bzw. der gesamten Realisierungszeit des Vorhabens. Somit stellt sich schneller eine erhöhte Wettbewerbsfähigkeit der kmU ein. Zudem werden die Planungskosten durch einen verringerten Personaleinsatz erheblich gesenkt.

Die enge Zusammenarbeit mit kmU während der beiden Vorgängerprojekte zeigte, dass die Forschungsthematik „Einsatz von automatisierter Umschlagtechnik“ noch an Aktualität gewonnen hat, da laut Verkehrsprognosen der Güterverkehr auf der Straße bis zum Jahr 2010/2012 um 80% zunehmen [Fis-97] und der Transitverkehr sich gegenüber heute nochmals verdoppeln wird.

Eine Verifizierung ex post der in den beiden Forschungsprojekten erarbeiteten Planungssystematik ist bereits erfolgt. Eine Verifizierung ex ante im harten planungsbegleitenden Einsatz, bei dem vor allem die Vorteile der Rechnerunterstützung des Planungswerkzeuges zu tragen kommen, konnte bisher aufgrund der Laufzeit sol-

cher Projekte, von der IST-Analyse, der Grob- und Feinplanung bis hin zur Realisierung, nicht durchgeführt werden. Im Schlußgutachten wurde aber genau dieses Vorgehen im Rahmen eines Folgeprojekts empfohlen. Diese Empfehlung der Gutachter verstärkte das Anliegen zur Durchführung dieses Folgeprojekts.

Auf eine spezielle Darstellung der in den vorangegangenen Projekten ermittelten Einsatzkriterien bzw. auf eine Beschreibung des rechnergestützten Hilfsmittels zur Planung automatischer Umschlagsysteme wird hier verzichtet und explizit auf die entsprechenden Abschlussberichte der Vorgängerprojekte verwiesen [Gün-00], [Fre-01].

## **1.2 Zielsetzung**

Forschungsziel ist es, durch mehrere Pilotanwendungen in unterschiedlichen Branchen die bestmögliche Nutzbarmachung des auf der entwickelten Planungssystematik basierenden rechnergestützten Planungswerkzeugs in Hinblick auf einen praxisbezogenen Einsatz zu erreichen. Hierbei sollen die bei der Anwendung gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen zu einer Verifizierung der Planungssystematik ex ante herangezogen werden. Sollten im Rahmen der geplanten Transferprojekte Schwachstellen in der Bewertungssystematik der verschiedenen automatisierten Umschlagstechniken zu erkennen sein, können diese sofort behoben werden. Ein erfolgreicher Einsatz des Planungswerkzeugs in der Praxis hätte eine Erhöhung seiner Akzeptanz und seines Bekanntheitsgrades bei den potentiellen Anwendern unter klein- und mittelständischen Unternehmen zur Folge. Die Zielgruppe für die Anwendung dieses Planungshilfsmittels kann ohne langwierige Aneignung von Expertenwissen schnell und sicher Aussagen über die Eignung eines Unternehmens für den Einsatz eines automatisierten Verladungssystems treffen. Dadurch leistet es einen entscheidenden Beitrag bei der Erschließung vorhandener Rationalisierungspotentiale bei diesen Unternehmen.

Das angestrebte Ergebnis des Forschungsvorhabens ist, durch mehrere Pilotanwendungen das in den Vorgängerprojekten entwickelte Hilfsmittel zur dynamischen Planung der Automatisierung von Umschlagbereichen in klein- und mittelständische Unternehmen einzuführen. Ergebnisse der Erprobung sollen in die Verbesserung des Werkzeugs einfließen.

Die durch mehrere planungsbegleitende Pilotanwendungen und deren Publizierung erreichte Akzeptanz bei den Anwendern kann zu einem vermehrten Einsatz dieses Planungswerkzeuges führen und die Wettbewerbsfähigkeit dieser Unternehmen verbessern.

### **1.3 Vorgehensweise**

Durch die gewonnenen Erkenntnisse während und nach Abschluss der durchgeführten Planungsprojekten konnten Aussagen über den tatsächlichen Nutzen des Werkzeuges gemacht werden. Die Folge ist eine Erhöhung der Akzeptanz und damit eine Maximierung der Erschließung vorhandener Rationalisierungspotentiale bei kleinen und mittelständischen Unternehmen. Die im Rahmen der Transferprojekte erkannten Schwachstellen in der Bewertungssystematik oder in der praktischen Handhabung wurden sofort behoben und das Werkzeug dahingehend weiterentwickelt. Die zur Erreichung des Forschungsziels zu durchlaufende Schritte waren:

#### **Generierung von Pilotanwendungen**

Zur Generierung der Pilotanwendungen wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Kontaktaufnahme mit potentiellen Anwenderfirmen unterschiedlicher Branchen durch Anschreiben
- Veröffentlichung im Internet

- Veröffentlichung in der Fachpresse

### **Durchführen von Pilotanwendungen**

In diesem Forschungsprojekt wurden insgesamt sieben Pilotprojekte durchgeführt. Die Durchführung der Pilotanwendung gliederte sich in die Phasen:

- Erfassung der Ist-Situation

In den Pilotfirmen werden vor Ort die notwendigen Daten und Randbedingungen für die Untersuchung und Planung aufgenommen. Diese werden mit Hilfe des Planungswerkzeugs ausgewertet. Anschließend wird die Ist-Situation bewertet und eine Vorauswahl nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der geeigneten Umschlagtechnik getroffen.

- Planungsphase

Die Planungsphase gliedert sich in die Grob- und in die Feinplanungsphase. In der Grobplanungsphase werden die ausgewählten Umschlagtechniken durch Modifizierung der Einsatzbedingungen des Anwendungsfalls generell einsatzfähig gemacht. In der Feinplanungsphase werden darüber hinaus die Eignungsgrade der ausgewählten Umschlagtechniken durch aufwandsarme Anpassungsmaßnahmen verbessert.

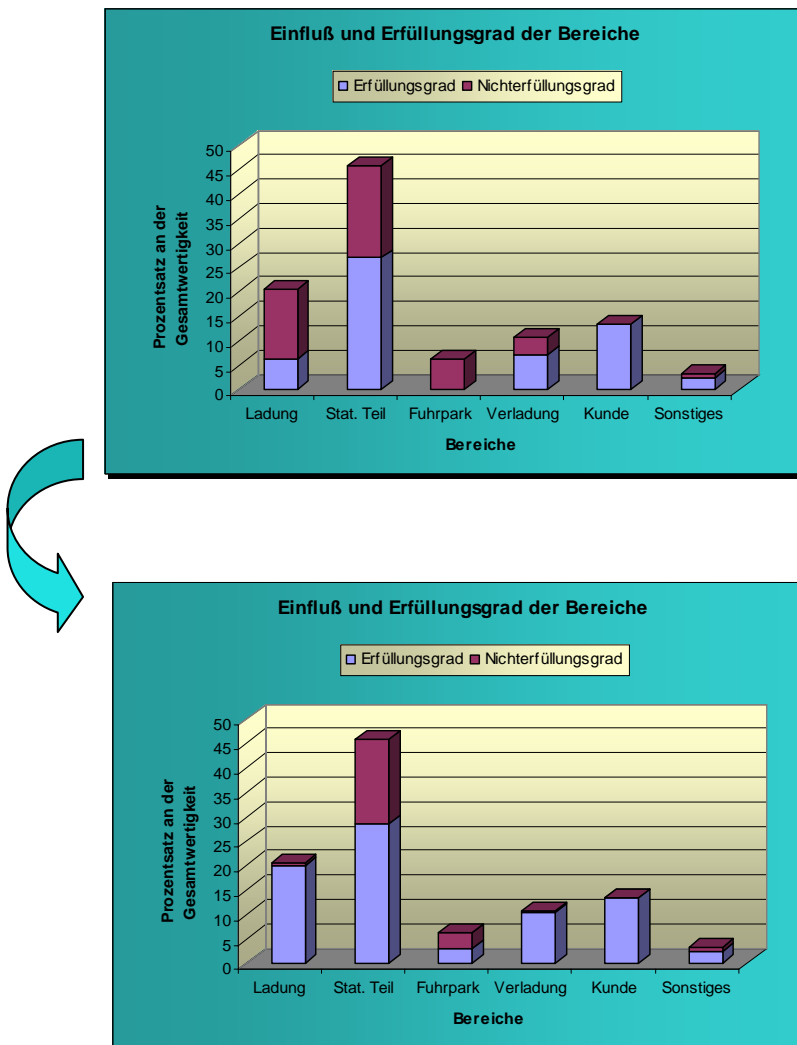


Abbildung 1-2: Feinoptimierung der Eignungsgrade

Hierbei kam wiederum das planungsunterstützende Werkzeug zum Einsatz. Dieses gliedert sich in zwei Teilmodule, die zum einen die technischen und zum anderen die wirtschaftlichen Randbedingungen des jeweiligen Anwendungsfalls durchleuchten. Für jedes dieser beiden Teilmodule sind durch die Ist-Datenerfassung die projektspezifischen Gegebenheiten anzugeben. Aus technischer Sicht hängt der Einsatz automatisierter Verladesysteme z.B. von folgenden Einflussgrößen ab (Auszug):

- Eigenschaften des Stückguts
- Beschaffenheit der Rampe
- Transportabwicklung
- Fuhrpark



- u.a.

Aus wirtschaftlicher Sicht werden beispielsweise die

- Investitionskosten
- Personalkosten
- Betriebskosten

der jeweiligen Techniken automatischer Umschlagsysteme ausgewertet und mit der momentan - meist manuellen - Ist-Situation verglichen. Dabei erhebt das Werkzeug nicht den Anspruch einer detaillierten Feinplanung mit zugehöriger Kostenrechnung. Vielmehr ermittelt es mit einer für eine Grobplanungsphase ausreichenden Genauigkeit die wirtschaftlichen Kennzahlen der jeweiligen Planungsvariante.

Für die genaue Beschreibung des Ablaufs und Bedienung des Planungstools sei auf die Abschlussberichte der Vorgängerprojekte verwiesen. Hier ist zur Verdeutlichung des Ablaufs der Technikanalyse nur das in Abbildung 1-3 dargestellte Flussdiagramm angegeben.

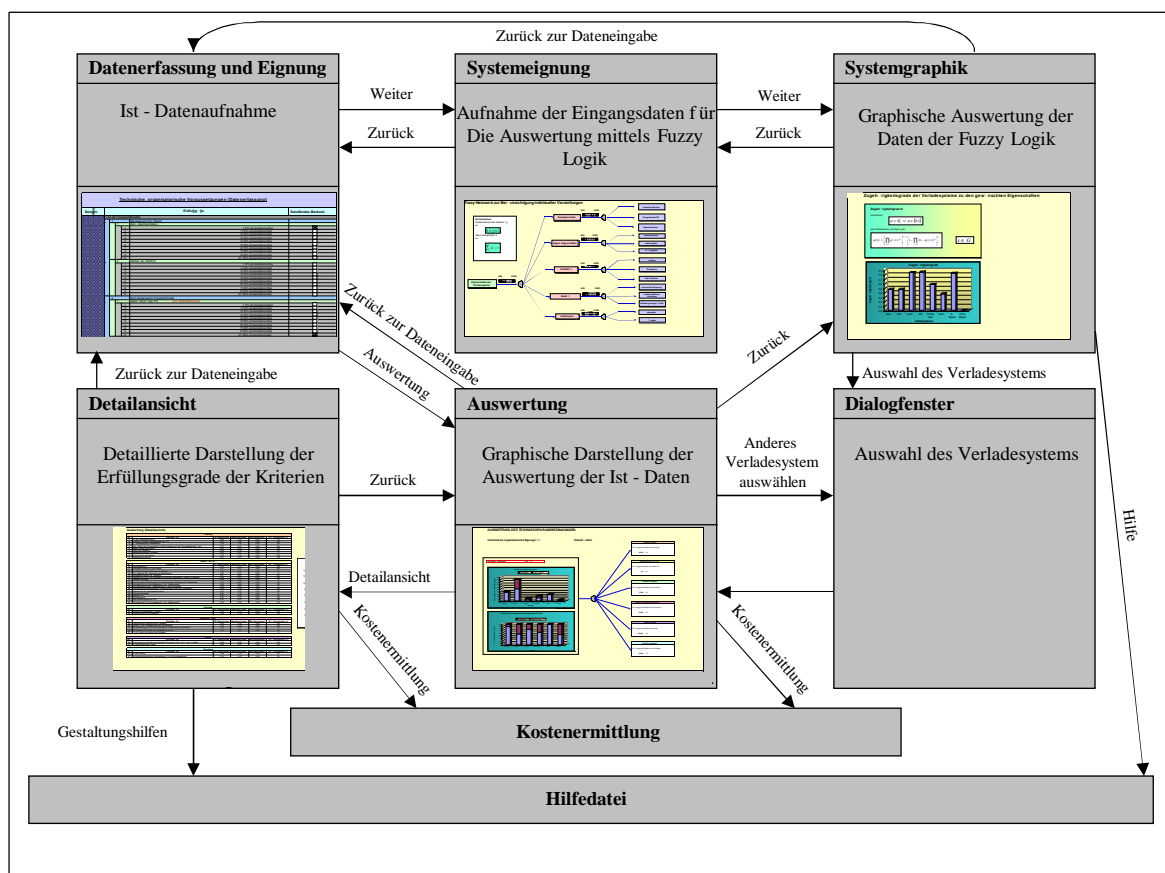


Abbildung 1-3: Übersicht zur Bedienung der Technikanalyse

- Umsetzungsphase

In der Umsetzungsphase werden aufbauend auf den gewonnenen Daten der Planungsphase für das ausgewählte Umschlagsystem ein Lastenheft erstellt und erste Gespräche mit den jeweiligen Herstellerfirmen geführt. Damit wird das Einholen von Angeboten von den jeweiligen Firmen ermöglicht. Erste Schritte einer Ausführungsplanung unter Berücksichtigung des Anschlusses an den innerbetrieblichen Materialfluss werden durchgeführt. Bei einer Zustimmung der jeweiligen Geschäftsführung wird die Planung umgesetzt und die Umschlagtechnik in Betrieb genommen. Dabei werden Systemerfahrungen im Einsatz sowohl der Umschlagtechnik als auch des Planungswerkzeugs gewonnen und zur Optimierung der Bewertungsalgorithmen des Planungswerkzeuges verwendet.

In diesem Abschlussbericht wird auf zwei dieser Pilotprojekte (Pilot A, B) näher eingegangen. Der Schwerpunkt der Darstellungen liegt vor allem auf der Planungsphase, da hier das rechnergestützte Hilfsmittel sein Hauptaufgabengebiet definiert.

## 2 Generierung von Pilotanwendungen

Zur Generierung von Pilotanwendungen wurden in zwei Runden insgesamt 320 potenzielle Anwenderfirmen angeschrieben. Es wurden in erster Linie Firmen ausgewählt, bei denen ein relativ hoher Palettenumschlag zu erwarten ist. Durch das Angebot einer unentgeltlichen Analyse des Umschlagbereichs sollte Interesse an einer Kooperation bezüglich Ist-Datenerfassung und Auswertung mit Hilfe des Planungswerkzeugs geweckt werden. Eine Umsetzung der bei der Analyse als optimal erkannten Lösung wurde in Aussicht gestellt.

### 2.1 Zielgruppe

Nach den Erfahrungen der ersten der beiden Anschreiberunden (247 Firmen) wurde zur Vertiefung der Erkenntnisse eine zweite Runde der Kontaktaufnahme mit den Anwenderfirmen vorgenommen. Diese begründete sich zum einen aus der Tatsache, dass verschiedene Firmen zwar Interesse an der Durchführung einer Untersuchung des Umschlagbereichs äußerten, allerdings kurzfristig keine freien Kapazitäten zur Verfügung hatten.

Ein weiterer Grund für die zweite Runde war die Erkenntnis, dass in erster Linie Unternehmen aus der Branche der Getränkeabfüller und Speditionen auf das Angebot der Untersuchung des Umschlagbereichs reagierten (vgl. unten). Damit bot sich die Möglichkeit, die bereits herausgearbeiteten Erkenntnisse zur Optimierung des Umschlagbereichs bei Getränkeabfüllern und Speditionen zu verifizieren und auf eine zahlenmäßig breitere Basis zu stellen. In dieser zweiten Runde wurden nochmals 83 Firmen angeschrieben.

## 2.2 Anschreiben

In einem kurzen Anschreiben wurde bei den Firmen um ihre Kooperationsbereitschaft im Rahmen geworben. Der Inhalt des Forschungsprojekts, grundsätzliche Problemstellung und Ziel des Forschungsprojekts wurde erläutert, sowie eine Vorgehensweise vorgeschlagen.

Durch das Angebot einer unentgeltlichen Analyse ihres Umschlagbereichs wurde versucht, möglichst viele Unternehmen für eine Kooperation zu gewinnen. Eine Liste der in den beiden Anschreiberunden kontaktierten Firmen befindet sich im Anhang.

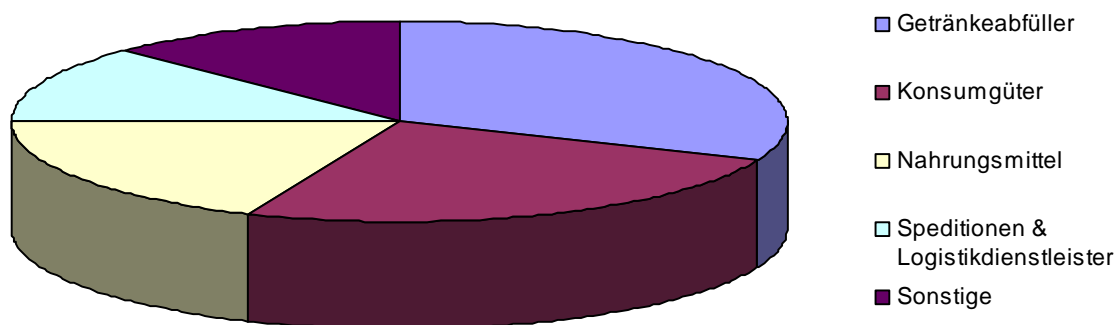
## 2.3 Veröffentlichungen

Als eine weitere Möglichkeit zur Generierung von Pilotanwendungen wurde durch einen Artikel in der Fachzeitschrift Eurocargo [See-03] die unentgeltlichen Analyse des Umschlagbereichs angeboten.

Der Lehrstuhl bietet außerdem eine Analyse von Umschlagbereichen bei Betrieben auch nach Abschluss der Projektlaufzeit über seine Internetseite an ([www.fml.mw.tum.de](http://www.fml.mw.tum.de)).

## 2.4 Ergebnis

Die Anfrage wurde seitens der Anwender in erster Linie von Getränkeabfüllern und Speditionen sehr zügig positiv beantwortet. Manche Unternehmen dagegen äußerten in der Antwort auf unsere Anfrage zwar ihr Interesse, für eine Durchführung einer Analyse stünden allerdings kurzfristig keine Ressourcen zur Verfügung. In Abbildung 2-1 sind die interessierten Unternehmen nach Branchen aufgeteilt.



*Abbildung 2-1: Interessierte Unternehmen nach Branchen*

Für die Pilotanwendungen wurden Firmen ausgewählt, die gewisse Grundvoraussetzungen für den Einsatz von automatisierten Umschlagtechniken erfüllen. Diese Voraussetzungen ermöglichen im voraus eine erste Grobabschätzung, ob eine Automatisierung möglich ist: Diese ersten grundsätzlichen Fragestellungen bezüglich einer sinnvollen Projektdurchführung und Realisierungsaussichten automatischer Umschlagtechnik wurde anhand von Telefongesprächen geklärt. Die Kriterien zur Auswahl der Pilotprojekte waren dabei:

- Umschlag von regelmäßigem Stückgut
- Geringe Variantenvielfalt der Produktpalette
- Hohe Ausbringungsmengen
- Kein Umschlag von Sperrgut
- Geringe Variantenvielfalt der THM
- Einheitliche Verpackung
- Hohes Umschlagsvolumen

Anhand dieser Kriterien wurde eine Einschränkung und damit eine Vorauswahl auf viel versprechende Unternehmen getroffen. Damit eigneten sich zur Durchführung der Pilotprojekte:

- 2 Speditionen/Logistikdienstleister
- 4 Getränkeabfüller
- 1 Konsumgüterhersteller

Allen an einer Zusammenarbeit im Forschungsprojekt war gemein, dass sie auf eine vertrauliche Behandlung der von ihnen bereitgestellten und der vom Lehrstuhl ermittelten Daten bestanden. Aus diesem Grund werden die beteiligten Firmen mit Großbuchstaben bezeichnet.

## 3 Genereller Ablauf der Pilotanwendungen

Die verschiedenen Pilotanwendungen der Planungssystematik folgen alle einem gemeinsamen Ablauf. Er gliedert sich in die Projektphasen der Ist-Daten-Erfassung, der Planungsphase und der Umsetzungsphase. Dieser Ablauf und die einzelnen Projektphasen werden im Folgenden näher beschrieben.

### 3.1 Erfassung der Ist-Situation

Der erste Abschnitt der Pilotanwendung bestand in der Erfassung der Ist-Situation der beteiligten Firmen

#### 3.1.1 Fragebogen

Um die Ist-Daten-Aufnahme vor Ort zeitlich effizienter zu gestalten, wurde ein Fragebogen erarbeitet, der vorab an die Ansprechpartner der interessierten Unternehmen geschickt wurde. Der Fragebogen enthielt hauptsächlich Punkte, zu denen eine Bereitstellung der Daten seitens der Ansprechpartner eine gewisse Vorlaufzeit zur Ermittlung bedarf, z.B.:

- Entfernung zwischen den Verladestellen;
- Verteilung der Strecke in Kilometern bzw. in Minuten auf Überlandfahrten und Stadtfahrten;
- Verladedauer im Betrieb (Stunden pro Jahr);
- durchschnittliche Anzahl der bezahlten Arbeitsstunden pro Jahr und Verladepersonal;

- Abschreibungsdauer in Jahren;
- Strompreis in €/kWh;
- Art der eingesetzten Transporthilfsmittel (standardisierte, nicht standardisierte oder keine THM, gegebenenfalls anteilmäßige Zusammensetzung);
- verwendete Fahrzeuge (Sattelzüge mit Kofferaufbau usw., jeweils anteilmäßige Zusammensetzung).

Zudem konnte auf diese Weise die Themenkreise des bevorstehenden Gesprächs vorab gut umrissen werden. Meist wurden dahingehend für die Gespräche bei den Ist-Daten-Aufnahmen entsprechende Experten aus den Betrieben zusätzlich hinzugezogen.

Bei einem Ortstermin bei den beteiligten Firmen wurde seitens des Lehrstuhls das Projekt, seine Zielsetzung und Aufgabenstellung präsentiert. Anschließend wurden in einer Diskussion mit den Verantwortlichen die zur Auswertung notwendigen Daten erhoben. Eine Besichtigung der Umschlagbereich schloss den Besuch ab. Zur Vereinfachung der Datenaufnahme vor Ort wurde ein Fragebogen erstellt, mit Hilfe dessen die Daten, die aus dem Gespräch und aus den Eindrücken am Umschlagplatz gewonnen werden konnten, festgehalten wurden.

#### **3.1.2 Ergebnisse der Auswertung der Ist-Daten**

Die gewonnenen Daten wurden anschließend in das entwickelte rechnergestützte Hilfsmittel eingegeben. Dieses gliedert sich in die beiden Hauptmodule Technik- und Kostenanalyse. In der Technikanalyse werden grundsätzliche technische Machbarkeiten und Eignungsgrade geklärt. Die Kostenanalyse betrachtet den wirtschaftlichen Gesichtspunkt einer Automatisierung des Umschlagbereichs. Damit wurde eine erste Auswertung der Ist-Situation durchgeführt. Ein sofortiger Einsatz automatisierter



Umschlagtechnik war in keinem der Anwendungsfälle ohne vorausgehenden Modifikationen möglich.

### **3.2 Planungsphase**

Der Erhebung der Ist-Daten schließt sich die Planungsphase an. Hierbei wird in zwei Stufen versucht, durch Änderungen im logistischen Ablauf oder durch Modifizierungen des Umschlagbereichs die grundsätzlichen Einsatzbedingungen und Eignungsgrade automatisierter Umschlagtechniken zu verbessern.

#### **3.2.1 Groboptimierung**

In der ersten Stufe der Planungsphase wurden durch die Analyse der ausgewerteten Ist-Daten K.O.-Kriterien, die einen grundsätzlichen Einsatz automatisierter Umschlagsystemen verhindern, beseitigt. Die sich daraus durch das Hilfsmittel ergebenden Anpassungsmaßnahmen wurden auf eine einfache Umsetzung hin mit den beteiligten Firmen diskutiert. Anhand der Aufwendigkeit der vorgeschlagenen Anpassungsmaßnahmen wurde eine sinnvolle Vorauswahl auf zwei automatisierte Umschlagtechnologien getroffen.

#### **3.2.2 Feinoptimierung**

Diese beiden Umschlagtechniken wurden nun in der zweiten Stufe der Planungsphase mit dem Hilfsmittel näher analysiert. Dabei wurde angestrebt, die ermittelten Eignungsgrade durch einfache und aufwandsarme Verbesserungsvorschläge weiter zu optimieren.

Diesbezüglich wurden Auswertungsunterlagen erstellt, in denen den Firmen die jeweiligen Modifikationen und deren entsprechende Auswirkungen dargestellt wur-

den. Durch die Auswertung kann den Unternehmen in übersichtlicher Form das Ergebnis der Analyse zur möglichen Automatisierung präsentiert werden. Anhand dessen können die Unternehmen intern Diskussionen über eine Freigabe der Feinplanung und einer anschließenden Realisierung führen. Ihnen steht ein Basisgerüst zur Verfügung, welches es ihnen ermöglicht, die Gesamtsituation zu erkennen und eine Entscheidungsfindung zu forcieren. Die Ergebnisse der Auswertung dienen als Grundlage für alle weiteren Planungs- und Umsetzungstätigkeiten. Außerdem wurde ein Vorschlag zur Umsetzung und zur weiteren Vorgehensweise angeboten.

### **3.3 Umsetzungsphase**

In der Umsetzungsphase wurde nun mit den Herstellern der entsprechenden ausgewählten automatischen Umschlagsysteme Kontakt aufgenommen und Angebote eingeholt. Anhand der vorab bereits ermittelten Daten konnte schnell der konkrete Bedarf an den jeweiligen Geräten ermittelt werden.

## 4 Pilotanwendung A

Bei dem Unternehmen der Pilotanwendung A handelt es sich um einen Logistikdienstleister, der Transport- bzw. Lageraufträge für eine große Anzahl von Firmen unterschiedlichster Branchen übernimmt. Die durchgeführte Pilotanwendung konzentriert sich auf einen Umschlagbereich, in welchem die Verladung von Türbeschlägen durchgeführt wird. Dieser wurde speziell ausgewählt, da hier die besten Grundvoraussetzungen durch die einheitlich Transporthilfsmittel und dem kurzen Transportweg für den Einsatz von automatisierter Umschlagtechnik vorhanden waren.

### 4.1 Erfassung der Ist-Situation (Pilot A)

Um die nötigen Daten zur Durchführung der Analyse aufnehmen zu können, wurden persönliche Gespräche vor Ort vereinbart. Durch dieses Gespräch mit den Verantwortlichen für den Umschlagbereich des Unternehmens sollten die für die Anwendung des Tools notwendigen Daten generiert werden. Zudem bot sich dadurch die Gelegenheit, die bisherige Realisierung des Umschlags durch das jeweilige Unternehmen zu begutachten, um einen kompletten Eindruck über die Ist-Situation zu erlangen.

Beispielhaft werden im Folgendem die wichtigsten Randbedingungen dargestellt:

Der Umschlagbereich wird mittels Bediengeräten aus einem Hochregallager beschickt. Als Transporthilfsmittel werden Europaletten (teilweise 1/2 und 1 1/2 Europaletten) verwendet, deren Ladehöhe max. 105 cm beträgt. Die Ladung der Paletten ist größtenteils formstabil verpackt oder kann ohne großen Aufwand durch Umreifen in formstabilen Zustand überführt werden. Die Entfernung zwischen dem Beladeort der

LKW bei und dem Entladeort beträgt lediglich 22 km, was einen wirtschaftlichen Einsatz automatisierter Umschlagsysteme fördert. Weiterhin liegt das Spitzenverladeaufkommen mit 360-400 Paletten pro Tag in einem Bereich, der ebenfalls einen wirtschaftlichen Einsatz von automatisierten Verladesystemen ermöglicht.

### 4.1.1 Ergebnis der Ist-Daten Erfassung (Pilot A)

Die wichtigsten Kennzeichen für eine Automatisierung des Umschlagbereichs waren:

- Transportgut: Europaletten, nicht stapelfähig
- keine Ladereihenfolge
- Zugänglichkeit bei Bereitstellung erforderlich
- Ladungsbereitstellung mit Staplern
- Heckverladung
- betriebsfremder Fuhrpark, Standard-Lkw, Sattelzüge, Teilbeladung
- Spitzenverladeaufkommen: 45 Pal/h
- Entfernung zw. Verladestellen: 22 km

Die zur vollständigen Analyse notwendigen Daten wurden im Gespräch mit den Ansprechpartnern des Unternehmens vor Ort gesammelt oder im nachhinein ausgetauscht. Auf diesen Datenerfassungsbogen baut die weitere Untersuchung auf.

Dem Unternehmen wurde abschließend dargelegt, welche Daten aufgenommen worden sind. Die Ausgangssituation konnte damit deutlich dargestellt und somit auf

ihre Richtigkeit hin überprüfen werden. Für eine detaillierte Aufstellung der erfassten Datenbasis sei hier auf die Auswertungsunterlagen des Pilotprojekts A verwiesen.

#### **4.1.2 Auswertung der Ist-Daten (Pilot A)**

Die erfassten Daten wurden in das rechnergestützte Hilfsmittel eingegeben und damit analysiert.

##### **Technikanalyse (Pilot A)**

Für das weitere Vorgehen war dabei vor allem von Bedeutung:

- Die Ladungen sind nicht stapelfähig, was grundsätzlich zu erhöhtem Aufwand führt. Eine Ladungssicherung im Fahrzeug wurde vorgenommen.
- Die Verladung geschieht bislang heckseitig durch eine Dockschleuse.
- Bislang ist keinerlei Unterstützung durch Informationssysteme vorhanden.
- Die Firma A verwendet keine eigenen LKW, sondern hat diesen Aufgabenbereich ausgelagert, wodurch eine Änderung am Transportmittel LKW natürlich der Zustimmung der betroffenen Spedition bedarf.
- Es handelt sich überwiegend um keine Vollbeladungen.
- Negative Auswirkungen bezüglich einer Automatisierung ergeben sich durch die geforderte Flexibilität, was die Zuweisung auf ein Verladetor betrifft.
- Positiv hingegen gestalten sich die Randbedingungen der Fahrt, da der Transport ohne Zwischenstopps direkt vom Start- zum Zielort erfolgt.

Im folgenden Abschnitt wird die Auswertung der Ist-Daten-Aufnahme präsentiert. Dazu werden Eignungs- und Erfüllungsgrade bis zur Detaillierung auf Ebene einzelner Einflussgrößen für die einzelnen Technologien dargestellt. Untersucht wurden:

- Rollenförderer
- Tragkettenförderer
- Gurtbandförderer
- Tragprofilförderer
- Portalkran
- Brückenkran
- Teleskopgabelförderer

Hiermit wird dem Unternehmen ermöglicht, einen groben Eindruck darüber zu bekommen, welches System für die jetzige Ausgangssituation geeignet ist und bei welchen Systemen der Einsatz noch Anpassungen verlangt beziehungsweise womöglich von vorneherein ausgeschlossen ist. Für eine Beschreibung der jeweiligen automatischen Umschlagtechnologien sei wiederum auf die jeweiligen Abschlussberichte der Vorgängerprojekte verwiesen. Hier werden die Eignungsgrade der Bereiche detailliert angegeben.

## Eignung Rollenförderer bei Ist-Daten (Pilot A)

Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m2 bezogen auf die Fahrzeugladeraumfläche	0,48	0,97	0,00	50
5	Stapelhöhe der Ladung	0,24	0,32	0,00	75
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	2,07	2,07	0,00	100
8	Art bzw. Form der Ladung	k.o.	1,03	0,00	k.o.
9	Ladeeinheitensicherung	0,24	0,97	0,00	25
		18,29	20,61	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	3,10	3,10	0,00	100
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,55	2,07	0,00	75
13	Zugfähigkeit der Ladung bei der Bereitstellung	k.o.	0,97	0,00	k.o.
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialfließröhren (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	1,03	1,03	0,00	100
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	0,00	2,07	0,00	0
20	Einbindung eines automatisierten Verladensystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,16	0,65	0,00	25
22	Geplante Rampenart	1,03	1,03	0,00	100
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,08	0,32	0,00	25
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		26,85	45,76	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	0,78	3,10	0,00	25
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	0,00	3,10	0,00	0
		0,78	6,21	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	k.o.	4,29	0,00	k.o.
30	Flexibilität des Verladensystems bei der Beladung	0,26	1,03	0,00	25
31	Datenerfassung am WEWA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,08	0,32	0,00	25
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
		5,51	10,82	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	12,86	12,86	0,00	100
35	Art der Entladung am Zielort	0,16	0,65	0,00	25
		13,02	13,50	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 4-1: Eignungsgrade Detailansicht bei Ist-Daten, Rollenförderer, Pilot A

Die Eignungsgrade zeigen deutlich, dass in der momentanen Situation der Einsatz eines Rollenförderers ungeeignet ist. Die Ausgangsdaten weisen in den Bereichen Ladung, stationärer Teil und Fahrt deutliche Unzulänglichkeiten auf.

Wie man der Detailansicht entnehmen kann, gibt es mehrere Einflussgrößen, die einen schlechten Eignungsgrad bezüglich des Einsatzes eines Rollenförderers aufweisen. So gibt es insgesamt vier Ausschlusskriterien, die den Einsatz komplett verhindern, bei 15 Kriterien kann von einer ungenügenden Erfüllung der Einsatzvor-

aussetzungen gesprochen werden. Es ist somit noch eine deutliche Anpassungsplanung vorzunehmen, um in die bestehenden Strukturen einen Rollenförderer zu integrieren.

### Eignung Tragkettenförderer bei Ist-Daten (Pilot A)

Auch der Tragkettenförderer weist für diesen Einsatzfall deutliche Unzulänglichkeiten wie zuvor schon der Rollenförderer auf.

Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamtheit einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m <sup>2</sup> bezogen auf die Fahrzeugladerraumfläche	0,48	0,97	0,00	50
5	Stapelfähigkeit der Ladung	0,24	0,32	0,00	75
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	2,07	2,07	0,00	100
8	Art bzw. Form der Ladung	k.o.	1,03	0,00	k.o.
9	Ladeeinheitensicherung	0,24	0,97	0,00	25
		18,29	20,61	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	3,10	3,10	0,00	100
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,55	2,07	0,00	75
13	Zugfähigkeit der Ladung bei der Bereitstellung	k.o.	0,97	0,00	k.o.
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflurförderern (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	1,03	1,03	0,00	100
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	0,00	2,07	0,00	0
20	Einbindung eines automatisierten Verladensystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,16	0,65	0,00	25
22	Geplante Rampenart	1,03	1,03	0,00	100
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,08	0,32	0,00	25
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		26,85	45,76	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	0,78	3,10	0,00	25
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	0,00	3,10	0,00	0
		0,78	6,21	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	k.o.	4,29	0,00	k.o.
30	Flexibilität des Verladensystems bei der Beladung	0,26	1,03	0,00	25
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,08	0,32	0,00	25
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
		5,51	10,82	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	12,86	12,86	0,00	100
35	Art der Entladung am Zielort	0,16	0,65	0,00	25
		13,02	13,50	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 4-2: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Tragkettenförderer, Pilot A



## Eignung Gurtbandförderer bei Ist-Daten (Pilot A)

Der Gurtbandförderer kann im Vergleich zu den beiden vorher betrachteten Systemen in den Bereichen Ladung und stationärer Teil eine deutlich verbesserte Eignung vorweisen. Nur in Bezug auf den Bereich Verladevorgang gibt es noch ein Kriterium, welches in der Ist-Situation eine Automatisierung verhindert und dementsprechend überarbeitet werden muss.

Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamtlänge einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m <sup>2</sup> bezogen auf die Fahrzeugladerraumfläche	0,48	0,97	0,00	50
5	Stapelhöhe der Ladung	0,24	0,32	0,00	75
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	2,07	2,07	0,00	100
8	Art bzw. Form der Ladung	0,52	1,03	0,00	50
9	Ladeeinheitensicherung	0,24	0,97	0,00	25
		18,80	20,61	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	3,10	3,10	0,00	100
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,55	2,07	0,00	75
13	Zugänglichkeit der Ladung bei der Bereitstellung	0,00	0,97	0,00	0
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflurförderern (Sicherheit)	0,16	0,65	0,00	25
16	Geplante Verladeart	1,03	1,03	0,00	100
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	0,00	2,07	0,00	0
20	Einbindung eines automatisierten Verladensystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,16	0,65	0,00	25
22	Geplante Rampenart	1,03	1,03	0,00	100
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,16	0,32	0,00	50
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		27,09	45,76	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	0,78	3,10	0,00	25
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	0,00	3,10	0,00	0
		0,78	6,21	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	k.o.	4,29	0,00	k.o.
30	Flexibilität des Verladensystems bei der Beladung	0,00	1,03	0,00	0
31	Datenerfassung am WEWA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,16	0,32	0,00	50
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
		5,33	10,82	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	12,86	12,86	0,00	100
35	Art der Entladung am Zielort	0,00	0,65	0,00	0
		12,86	13,50	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 4-3: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Gurtbandförderer, Pilot A

Dieses k.o.-Kriterium beim Gurtbandförderer bezieht sich auf die oben erwähnte Tatsache, dass bei der Zuweisung auf ein Verladetor eine gewisse Flexibilität gefordert wird. In diesem Fall muss man im Laufe der Auswertung abwägen, inwiefern ein

solches Kriterien verändert werden kann, so dass womöglich eine Automatisierung erfolgen kann unter den Voraussetzungen, dass der Nutzen den aus der Anpassung des Kriteriums resultierenden Aufwand überwiegt.

### Eignung Tragprofilförderer bei Ist-Daten (Pilot A)

Der Tragprofilförderer schneidet bei der Erstanalyse ähnlich ab, wie zuvor der Gurtbandförderer. Auch hier muss eine detaillierte iterative Planung weiteren Aufschluss liefern.

Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m <sup>2</sup> bezogen auf die Fahrzeugladeraumfläche	0,48	0,97	0,00	50
5	Stapelhöhe der Ladung	0,24	0,32	0,00	75
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	2,07	2,07	0,00	100
8	Art bzw. Form der Ladung	0,52	1,03	0,00	50
9	Ladeeinheitensicherung	0,24	0,97	0,00	25
		18,80	20,61	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	3,10	3,10	0,00	100
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,55	2,07	0,00	75
13	Zugfähigkeit der Ladung bei der Bereitstellung	0,00	0,97	0,00	0
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflurförderern (Sicherheit)	0,32	0,65	0,00	50
16	Geplante Verladeart	1,03	1,03	0,00	100
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	0,00	2,07	0,00	0
20	Einbindung eines automatisierten Verladesystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,32	0,65	0,00	50
22	Geplante Rampenart	1,03	1,03	0,00	100
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,16	0,32	0,00	50
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		27,42	45,76	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	0,78	3,10	0,00	25
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	0,00	3,10	0,00	0
		0,78	6,21	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	k.o.	4,29	0,00	k.o.
30	Flexibilität des Verladesystems bei der Beladung	0,00	1,03	0,00	0
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,16	0,32	0,00	50
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
		5,33	10,82	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	12,86	12,86	0,00	100
35	Art der Entladung am Zielort	0,00	0,65	0,00	0
		12,86	13,50	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 4-4: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Tragprofilförderer, Pilot A

## Eignung Portalkran bei Ist-Daten (Pilot A)

Ladung					
Nr.	Einflußgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m2 bezogen auf die Fahrzeugladeraumfläche	0,48	0,97	0,00	50
5	Stapelhöhe der Ladung	0,24	0,32	0,00	75
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	2,07	2,07	0,00	100
8	Art bzw. Form der Ladung	k.o.	1,03	0,00	k.o.
9	Ladeeinheitensicherung	0,24	0,97	0,00	25
		18,29	20,61	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflußgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluß	3,10	3,10	0,00	100
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,55	2,07	0,00	75
13	Zugfähigkeit der Ladung bei der Bereitstellung	k.o.	0,97	0,00	k.o.
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialfließröhren (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	0,00	2,07	0,00	0
20	Einbindung eines automatisierten Verladesystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	k.o.	0,65	0,00	k.o.
22	Geplante Rampenart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,08	0,32	0,00	25
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		24,62	45,76	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflußgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	2,33	3,10	0,00	75
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	0,00	3,10	0,00	0
		2,33	6,21	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflußgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	0,00	4,29	0,00	0
30	Flexibilität des Verladesystems bei der Beladung	1,03	1,03	0,00	100
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,08	0,32	0,00	25
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
		6,29	10,82	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflußgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	12,86	12,86	0,00	100
35	Art der Entladung am Zielort	0,65	0,65	0,00	100
		13,50	13,50	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflußgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,00	0,32	0,00	0

Abbildung 4-5: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Portalkran, Pilot A

Der Portalkran eignet sich im Vergleich zu den vorher betrachteten Systemen weniger, was auch an der Besonderheit des Portalkrans liegt, dass er stark auf eine Seitenverladung ausgelegt ist und das Unternehmen A eine Heckverladung durchführt und auch in Zukunft aufgrund der baulichen Gegebenheiten durchführen wird.

## Eignung Brückenkrane bei Ist-Daten (Pilot A)

Der Brückenkran erscheint auf den ersten Blick auch gut geeignet, jedoch weist er ein kaum zu behebendes Ausschlusskriterium, nämlich die geplante Rampenart, auf.

Ladung					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m <sup>2</sup> bezogen auf die Fahrzeugladerraumfläche	0,48	0,97	0,00	50
5	Stapelfähigkeit der Ladung	0,24	0,32	0,00	75
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	2,07	2,07	0,00	100
8	Art bzw. Form der Ladung	0,52	1,03	0,00	50
9	Ladeeinheitensicherung	0,24	0,97	0,00	25
		18,80	20,61	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	3,10	3,10	0,00	100
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,55	2,07	0,00	75
13	Zugfähigkeit der Ladung bei der Bereitstellung	k.o.	0,97	0,00	k.o.
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflusfordernern (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebäudespezifische Art des Umschlags)	0,00	2,07	0,00	0
20	Einbindung eines automatisierten Verladensystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,32	0,65	0,00	50
22	Geplante Rampenart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,08	0,32	0,00	25
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		24,94	45,76	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	2,33	3,10	0,00	75
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	0,00	3,10	0,00	0
		2,33	6,21	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	0,00	4,29	0,00	0
30	Flexibilität des Verladensystems bei der Beladung	1,03	1,03	0,00	100
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,08	0,32	0,00	25
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
		6,29	10,82	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	12,86	12,86	0,00	100
35	Art der Entladung am Zielort	0,65	0,65	0,00	100
		13,50	13,50	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,00	0,32	0,00	0

Abbildung 4-6: Eignungsgrade Detailansicht, Ist-Daten, Brückenkran, Pilot A

Der Brückenkran ergibt wie auch der Tragprofilförderer und der Gurtbandförderer nur in einem einzigen Bereich k.o.-Kriterien, jedoch handelt es sich beim Brückenkran gleich um vier Ausschlusskriterien. Zudem sind diese Kriterien bei den anderen beiden Systemen (Zuweisung auf ein Verladetor) eher ein organisatorisches Problem und nicht wie beim Brückenkran (geplante Rampenart) mit drastischen Umbaumaßnahmen verbunden.

## Eignung Teleskopgabelförderer bei Ist-Daten (Pilot A)

Wie den Graphiken zu entnehmen ist, reiht sich von der Betrachtung der Eignungsgrade der einzelnen Bereiche der Teleskopgabelförderer im Mittelfeld der betrachteten Umschlagssysteme ein, was das Unternehmen Pilot A betrifft.

Auswertung (Detailansicht)					
Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamtlänge einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m <sup>2</sup> bezogen auf die Fahrzeugladeraumfläche	0,48	0,97	0,00	50
5	Stapelhöhe der Ladung	0,24	0,32	0,00	75
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	2,07	2,07	0,00	100
8	Art bzw. Form der Ladung	0,52	1,03	0,00	50
9	Ladeeinheitensicherung	0,48	0,97	0,00	50
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	3,10	3,10	0,00	100
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,55	2,07	0,00	75
13	Zugänglichkeit der Ladung bei der Bereitstellung	k.o.	0,97	0,00	k.o.
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflurförderern (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	1,03	1,03	0,00	100
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluss im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	0,00	2,07	0,00	0
20	Einbindung eines automatisierten Verladeystems in den vorh. Materialfluss	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,16	0,65	0,00	25
22	Geplante Rampenart	1,03	1,03	0,00	100
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,16	0,32	0,00	50
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluss im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	k.o.	3,10	0,00	k.o.
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	0,00	3,10	0,00	0
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladegerät	1,07	4,29	0,00	25
30	Flexibilität des Verladeystems bei der Beladung	0,78	1,03	0,00	75
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,16	0,32	0,00	50
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung				100
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	12,86	12,86	0,00	100
35	Art der Entladung am Zielort	0,48	0,65	0,00	75
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 4-7: Detailansicht, Ist-Daten, Teleskopgabelförderer, Pilot A

## Zwischenfazit Technikanalyse Ist-Daten (Pilot A)

Aufgrund der oben aufgeführten Analyse der Ist-Daten wird nun eine Vorauswahl aus den sieben verschiedenen Automatisierungstechniken getroffen. Im Weiteren werden nur noch Systeme betrachtet, die mittels geringen Anpassungsaufwands in die vorhandene Betriebsstruktur integriert werden können. Systeme, die offensicht-

lich für das vorliegende Unternehmen ungeeignet sind und Systeme, die eine zu große Menge an Anpassungs- und Umbaumaßnahmen erfordern, werden ab diesem Zeitpunkt außer acht gelassen, um sich zielführend auf die Verladesyteme zu konzentrieren, die die größten Erfolgsaussichten aufweisen.

Im Speziellen wird bei der Auswertung der Firma A in den folgenden Optimierungsschritten auf den:

- Gurtbandförderer
- und Tragprofilförderer

eingegangen. Die Brücken- bzw. Portalkrane können aufgrund der gewünschten Heckverladung nicht zum Einsatz kommen, da diese Systeme ausschließlich für Seitenverladung konzipiert wurden. Dabei wird deutlich, dass eine geforderte Heckverladung den Ausschluss zweier Verladesyteme zur Folge hat, was eine Reduzierung der Palette an Verladesytemen, die die bisher verwendete Technik ersetzen können, zur Folge hat. Weiterhin werden die Verladetechniken wie der Kettenförderer, Teleskopgabel- und Rollenförderer nicht weiter betrachtet, da der nötige Optimierungsaufwand, diese Systeme in den Materialfluss zu integrieren, den daraus resultierenden Nutzen, relativ zu den anderen Systemen betrachtet, übersteigen würde. Somit bleiben durch die Beachtung nur einiger weniger Restriktionen (wie es in dem betrachteten Unternehmen Pilot A der Fall ist) lediglich zwei Alternativen übrig, die technisch das bestehende Verladesytem substituieren könnten.

### **Kostenanalyse (Pilot A)**

Bisher wurde auf die technischen Eignungsgrade der verschiedenen automatisierten Umschlagsysteme eingegangen, der Kostenaspekt wurde noch außer Acht gelassen. Geplante Maßnahmen der Materialflussautomatisierung im Umschlagbereich sind genauso wie alle anderen Investitionen in einem Unternehmen zu rechtfertigen.

Das gilt sowohl für Neu- als auch für Anpassungsplanungen. Als Bewertungsmaßstab kann die Wirtschaftlichkeit einer Investition aus monetärer Sicht zugrunde gelegt werden.

Deswegen werden im folgenden die Kostenvor- bzw. die Kostennachteile, die die automatischen Umschlagsysteme mit sich bringen, genauer untersucht und im Vergleich zum bisher verwendeten E-Stapler dargestellt. Die nachfolgende Kostenanalyse soll lediglich als Orientierungshilfe verstanden werden, sie ersetzt keinesfalls eine ausführliche Kostenrechnung. Sie stellt eine Grobabschätzung der zu erzielenden Kosteneinsparungen dar, und soll darlegen, inwieweit es grundsätzlich sinnvoll ist, sich genauer mit dem Thema „automatisierte Umschlagtechnik“ auseinander zu setzen. Eine genaue Kostenabschätzung kann nur in enger Zusammenarbeit mit den jeweiligen Herstellern erfolgen.

### **Datenerfassung der Kostensituation (Pilot A)**

Ebenso wie bei der Technikanalyse sind auch bei der Kostenanalyse eine Reihe von Eingabedaten nötig. Dies sind Daten, die das betrachtete Unternehmen betreffen und wie die Daten der Technikanalyse im gemeinsamen Gespräch aufgenommen werden, und Daten von Herstellern der Fördertechnik.

Datenerfassung zur Kostenermittlung								
Bereich	Faktoren	Träger						
		Tragprofilförderer	E-Stapler 3t	Portalkran	Gurrförderer	Kettenförderer	Rollenförderer	
Ausgangswerte	Spitzenverladeaufkommen in Pa/h	45						
	Entfernung zwischen den Verladestellen in km	22,3						
	Auf überlandstraßen gefahrene Strecke von der Gesamtstrecke in km	17,8						
	Fahrzeit Stadtfahrt in min	15						
	Fahrzeit überlandfahrt in min	30						
	Ladepazität der eingesetzten Fahrzeuge in Pa/Lkw	40	40	40	40	40	40	
	Durchschnittlicher Dieselverbrauch eines Lkws bei Stadtfahrt in l/100km	40	40	40	40	40	40	
	Durchschnittlicher Dieselverbrauch eines Lkws bei überlandfahrt in l/100km	28	28	28	28	28	28	
	Dieselpreis in Euro / Liter	0,83						
	Zeit je Verladespil in min	3	1,75	0,69	2,5	2,5	2,5	
	Anzahl der Paletten je Spiel	32	2	4	32	32	32	
	Anzahl der Fördermittel die parallel ein Fahrzeug beladen können	1		1	1	1	1	
	Zeit für das Auf- bzw. Abplanen des Fahrzeuges bzw. An- oder Abdocken in min	3	3	5	3	3	3	
	Erforderlicher kWh-Bedarf einer Fördertechnik	4	3	20	4	4	4	
	Durchschnittlicher Dieselverbrauch eines Staplers in l/h	/						
	Anzahl der zum Unternehmen gehörenden Umschlagorte	2						
	Grundkosten für Stromanschluß pro Jahr für einen Umschlagbereich in Euro	150						
	Prozentsatz zu dem die Grundkosten für Stromanschluß für die Verladung anrechenbar	1	1		1	1	1	
	Strompreis in Euro/kWh	0,07						
	Personalkosten für einen Lkw-Fahrer in Euro/a bzw. Kosten für Speditionsfahrer und -fahrzeug in Euro/a	35000						
	Personalkosten für Verladepersonal in Euro/a (überstunden mit zu berücksichtigen)	30000						
	Abschreibungsdauer der Investition in Jahren	5						
	Anzahl der Stunden pro Jahr in denen Verladen wird (bei 7h pro Tag)	1310						
	Durchschnittliche Anzahl der bezahlten Arbeitsstunden pro Jahr und Verladepersonal	2250						
	Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h	29,73						
Tatsächlicher durchschnittlicher Dieselverbrauch eines Lkws über die Fahrstrecke in l	6,784	6,784	6,784	6,784	6,784	6,784		
Gesamtfahrzeit zwischen Be- und Entladung in min	45,00							
Theoretische Beladezeit für einen Lkw in min	3	35	7	2,50	2,50	2,50		
Reine Standzeit eines Lkw ohne Wartezeit in min (incl. Andocken, Aufplanen u.a.)	9	41	17	9	9	9		
Verladeleistung der eingesetzten Verladetechnik je Element in Pa/h (vollautomatisiert)	213	57	348	226	226	226		
Durchschnittliche Zeit, nach der ein Lkw zur Verladung benötigt wird in min	53,33	53,33	53,33	53,33	53,33	53,33		
Zeit für einen Verladezyklus (Standzeiten & Fahrzeiten) in h (keine Berücksichtigung von Leergut)	1,80	2,87	2,07	1,78	1,78	1,78		
Anzahl der erforderlichen Lkws	3	4	3	3	3	3		
Anzahl der erforderlichen Verladesysteme (berücksichtigt wird die Anzahl der Umschlagorte)	2	2	2	2	2	2		
Anzahl der Gesamtstunden in denen Energie für die Verladung verbraucht wird in h/a	442	1719	339	368,4	368,4	368,4		
Anzahl der Gesamtstunden in denen Energie für die Fördertechnik verbraucht wird in h/a	/							
Minimaler Beschäftigungsgrad des Verladepersonals durch die Verladung	0,79							
Kostenermittlung	<b>Investition</b>							
	Zugmaschine mit Anhänger ohne Fördertechnik in Euro	150000	150000	150000	150000	150000	150000	
	Stationäre Förderanlage incl. Zentriervorrichtung bzw. Portalkran in Euro	80000	/	350000	70000	75000	80000	
	Förderer für einen Lkw incl. Zentriervorrichtung bzw. Fördertechnik für Portalkran in Euro	70000	/	150000	60000	65000	70000	
	Fördermittel (Stapler oder Handgabelhubwagen) in Euro	/	25000	/	/	/	/	
	Gebäude-, Rampen-, Umbau- und sonstige Kosten in Euro	0	0	0	0	0	0	
	<b>S</b> (es wird die erforderliche Anzahl Lkws & die komplette Fördertechnik berücksichtigt)	820000	650000	1450000	770000	795000	820000	
	<b>Feste Kosten p.a.</b>							
	Afa in Euro	164000	126563	290000	154000	159000	164000	
	Zinsen (6% der 1/2 Investition) in Euro	24600	18984	43500	23100	23850	24600	
	<b>S</b> (es wird der Beschäftigungsgrad des Verladepersonals berücksichtigt)	188600	145547	333500	177100	182850	188600	
	<b>Betriebsabhängige Kosten p.a.</b>							
	Personalkosten für Lkw-Fahrer in Euro (60.000 Euro/Fahrer und Jahr)	105000	140000	105000	105000	105000	105000	
	Personalkosten für Verladepersonal (antellig, abhängig von Beschäftigungsgrad) in Euro	0	47368	7759	0	0	0	
	Reparatur- und Wartungskosten für einen Lkw in Euro	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
	Reparatur- und Wartungskosten für eine Fördertechnik in Euro	750	1641	4991	750	750	750	
	Energiekosten für Lkws in Euro	16597	16597	16597	16597	16597	16597	
	Energiekosten für Fördermittel in Euro	127	75	519	106,152	106,152	106,152	
	<b>S</b> (es wird die reale Einsatzdauer der Fördertechnik berücksichtigt)	155473	247321	169855	155453	155453	155453	
	<b>Gesamtkosten bei angegebener Jahresarbeitsleistung</b>							
	Kosten pro Jahr in Euro	344073	392868	503355	332553	338303	344053	
	<b>Kosten pro Stunde in Euro</b>	<b>262,65</b>	<b>299,90</b>	<b>384,24</b>	<b>253,86</b>	<b>258,25</b>	<b>262,64</b>	

Abbildung 4-8: Kostenanalyse, Ist-Daten, Pilot A



Wie man dem Kostenanalysebogen entnehmen kann, können mit beiden Systemen, die laut der Technikanalyse Vorteile bieten (Gurtbandförderer und Tragprofilförderer) Kosten eingespart werden.

### **Änderung der Kostensituation bei sich wandelnden Randbedingungen (Pilot A)**

Hier soll dem Unternehmen verdeutlicht werden, ab welchem Verladeaufkommen die einzelnen Systeme am sinnvollsten einzusetzen sind. Wie man erkennt, liegt der Break-even-Punkt des E-Staplers im Vergleich zu den vorgeschlagenen Systemen Gurtbandförderer und Tragprofilförderer schon bei ca. 20 Stück. Mit den bisher 45 Paletten als Spitzenverladeaufkommen liegt man schon jetzt in dem Bereich, in dem sich eine Automatisierung durchaus anbieten würde. Wenn das Unternehmen (Pilot A) für die Zukunft geplant oder womöglich schon in Aussicht hat, die Kapazitäten zu erhöhen, so wird der Einsatz eines der beiden automatisierten Verladesysteme immer sinnvoller. Nur bei einem Rückgang des Spitzenaufkommens wird die Entscheidung für ein Verladesystem zunehmend schwieriger, da aus kostentechnischer Sicht die Vorteile des einen zum anderen System marginal klein werden.

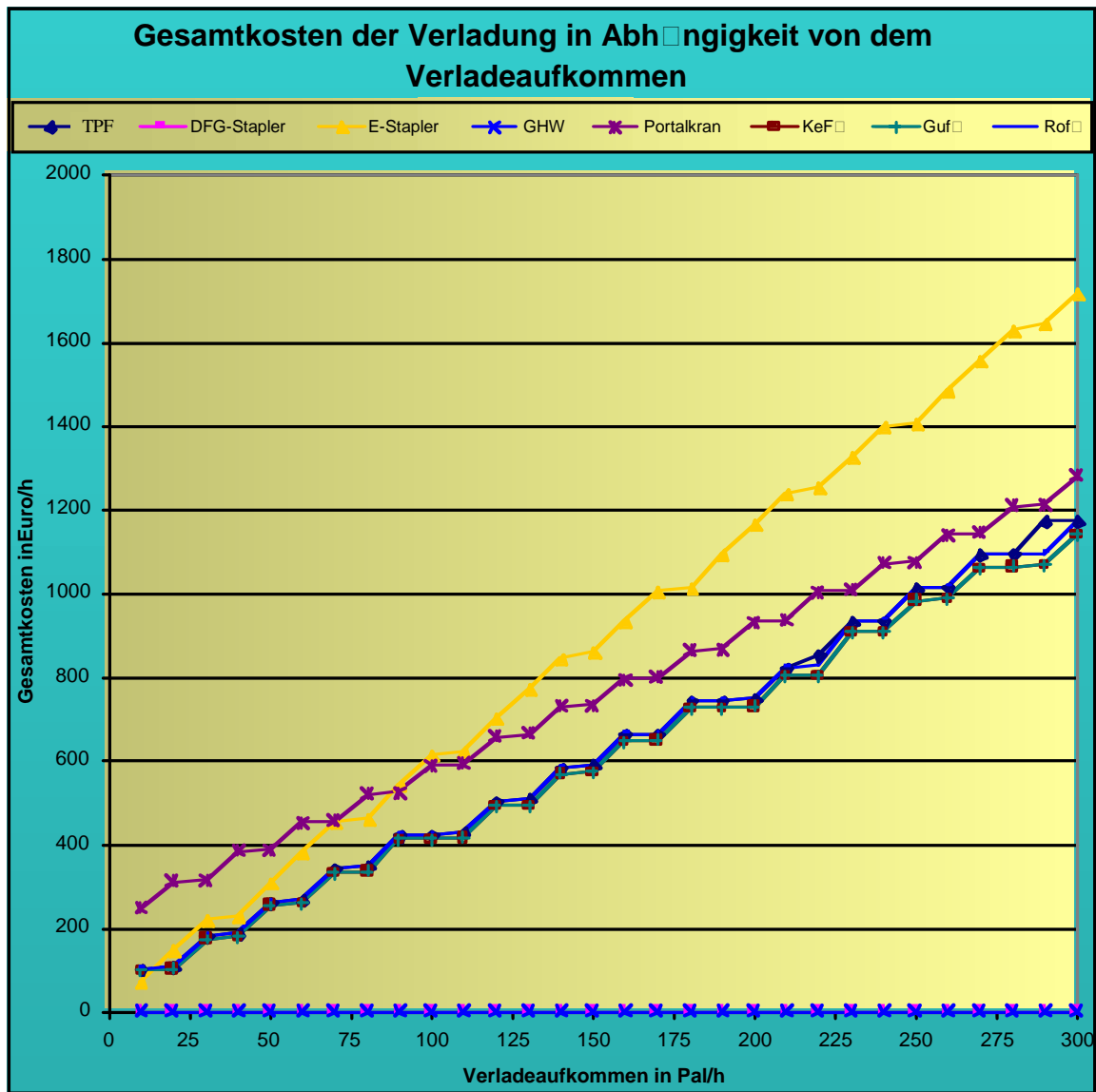


Abbildung 4-9: Gesamtkosten der Verladung, Pilot A

Die folgenden Darstellungen der Auslastung dienen dem Unternehmen nur noch zur Vollständigkeit als zusätzliches Informationsmaterial und als Beleg dafür, dass eine Automatisierung durchaus Sinn macht.

## Auslastung der LKW (Pilot A)

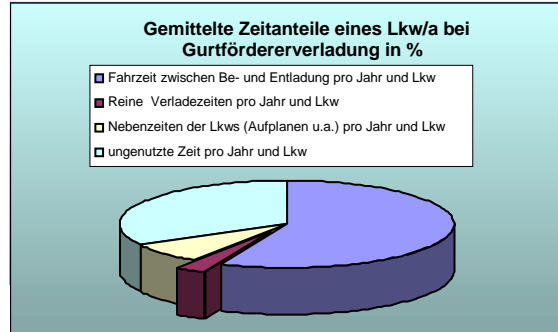
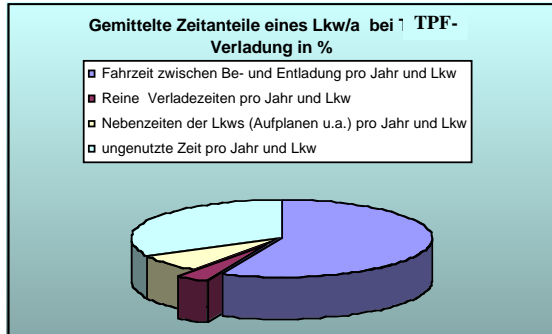


Abbildung 4-10: Zeitanteile TPF, Pilot A

Abbildung 4-11: Zeitanteile GBF, Pilot A

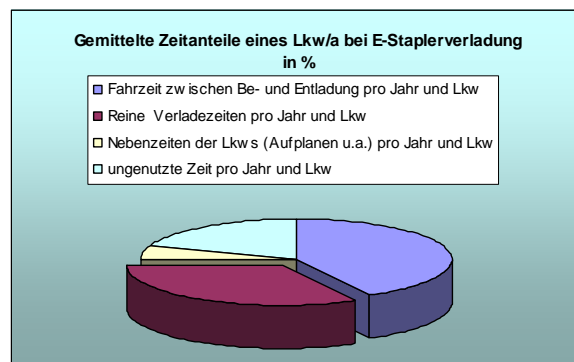


Abbildung 4-12: Zeitanteile E-Stapler, Pilot A

In den obigen Grafiken ist klar ersichtlich, dass der Hauptvorteil eines automatischen Verladesystems in der Minimierung der Verladezeit und den daraus resultierenden Kosteneinsparungen liegt.

## Auslastung der Verladesyeme (Pilot A)

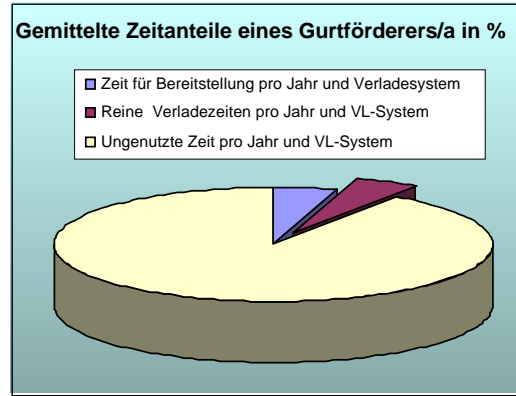
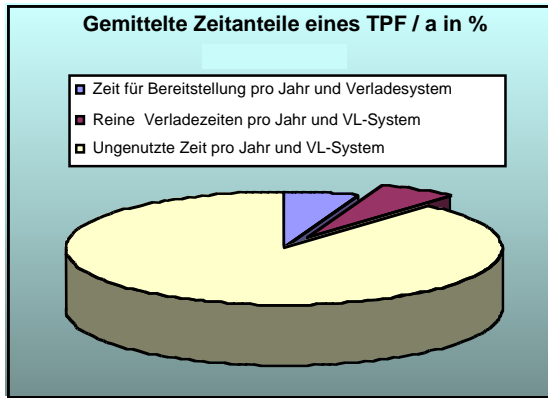


Abbildung 4-13: Verladez. TPF, Pilot A

Abbildung. 4-14: Verladez. GBF, Pilot A

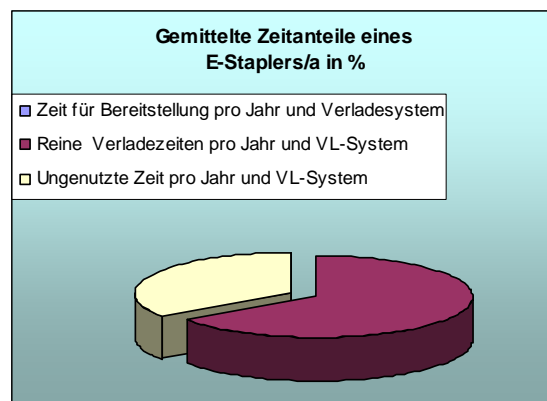


Abbildung 4-15: Verladezeiten E-Stapler, Pilot A

Auch hier ist derselbe Effekt wie bei der Auslastung der LKW zu beobachten: durch den Einsatz der automatisierten Verladetechnik können sowohl die LKW als auch die Verladesyeme selber den Anteil der Verladezeit reduzieren, wodurch sich die Transportzeit insgesamt natürlich verringert. Dadurch fallen weniger Kosten an und die Ware ist in kürzerer Zeit beim Kunden, was wiederum zu Wettbewerbsvorteilen führen kann.

## **4.2 Planungsphase (Pilot A)**

Im folgenden Schritt werden die ausgewählten Verladesysteme (Gurtband- und Tragprofilförderer) genauer betrachtet. Ihre jeweiligen Eignungsgrade werden überprüft und es wird analysiert, welche Veränderungen herbeigeführt werden müssen, um den Einsatz der entsprechenden Verladetechnik zu ermöglichen und im nachhinein zu verbessern.

### **4.2.1 Groboptimierung (Pilot A)**

Die Groboptimierung behandelt die Eliminierung der k.o.-Kriterien. Dies sind Kriterien, die den Einsatz von automatisierter Umschlagtechnik unmöglich machen. Diese k.o.-Kriterien müssen durch Änderungen unbedingt beseitigt werden, da die entsprechende Verladeart andernfalls nicht zu realisieren ist. Nur Verladesysteme, die durch realisierbare Änderungen an der Ausgangssituation keine k.o.-Kriterien mehr aufweisen, können als mögliche Optimallösung weiterhin in Betracht gezogen werden.

#### **Groboptimierung Tragprofilförderer (Pilot A)**

Im folgenden werden die k.o.-Kriterien des Tragprofilförderers ausgewertet und Verbesserungsmaßnahmen vorgeschlagen und erörtert, um dieses Umschlagsystem in die bestehende Betriebsstruktur zu integrieren.

Wie man der obigen Analyse des Tragprofilförderers entnehmen kann, ist aufgrund der bestehenden Strukturen das Kriterium „Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor“ (Detailansicht Nr. 29) ausschlaggebend, weshalb der Tragprofilförderer in der momentanen Situation schlecht integriert werden kann. Wenn man der zu versendenden Ladung immer ein festes Verladetor zuweisen würde, könnte man dieses k.o.-Kriterium beseitigen. Es handelt sich hierbei also eher um eine organisatorische

Änderung des bisherigen Verladeablaufs und deshalb kann man den Tragprofilförderer auch definitiv in die nähere Auswahl mit einbeziehen. Eine derartige Änderung der Ausgangssituation ist für den daraus resultierenden Nutzen durchaus in betracht zu ziehen und sollte möglichst angepasst werden. Werden obige Optimierungsmaßnahmen umgesetzt, erhält man folgende Zugehörigkeits- bzw. Eignungsgrade:

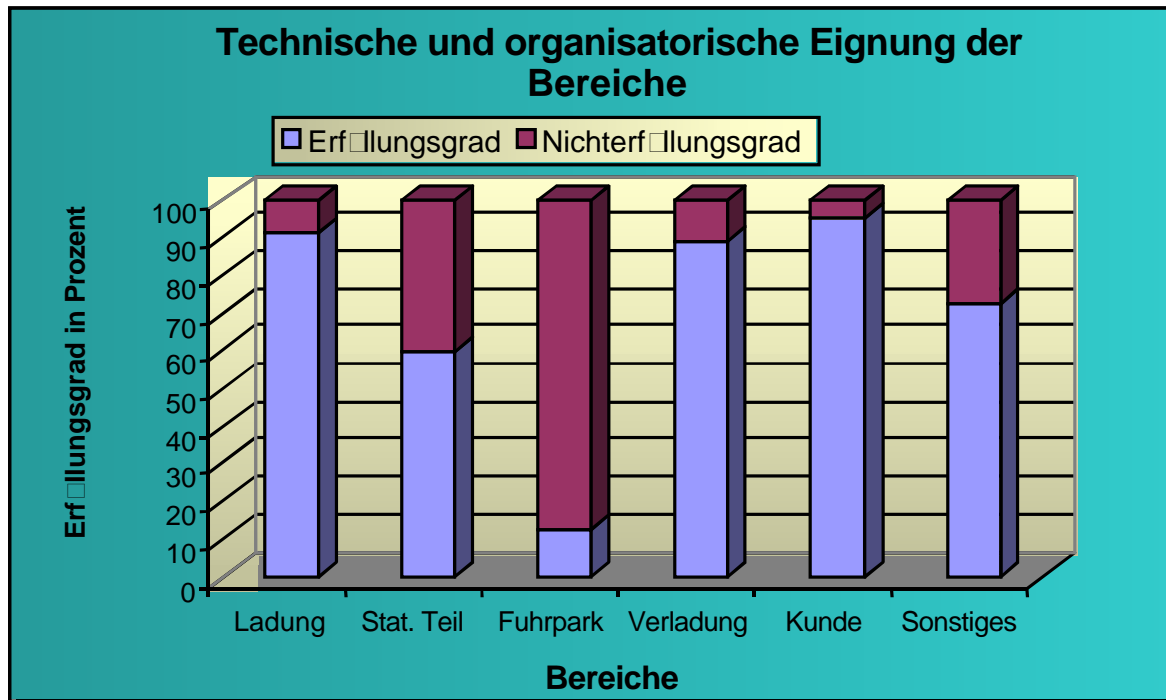


Abbildung 4-16: Eignungsgrade bei angepassten Ist-Daten (TPF), Pilot A

In der obigen Auswertung kann man erkennen, dass das k.o.-Kriterium im Bereich „Verladung/Fahrt“ durch die erläuterte Maßnahme behoben werden konnte. Weitere Möglichkeiten, die Einsatzvoraussetzungen dieses Umschlagsystems zu optimieren, werden in der Feinoptimierung später detailliert erläutert.

### Groboptimierung Gurtbandförderer (Pilot A)

Im folgenden werden die k.o.-Kriterien des Gurtbandförderers ausgewertet und Verbesserungsmaßnahmen vorgeschlagen. Das Kriterium, das die Eingliederung des

Gurtbandförderers verhindert, ist die „Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor“ (Detailansicht Nr. 29). Das zu verladende Gut (im speziellen Fall die Fensterbeschläge) müsste fest einem Verladetor zugewiesen werden.

Wie man den Graphiken entnehmen kann, weisen beide Systeme nach Beseitigen der k.o.-Kriterien beinahe identische Eignungsgrade auf.

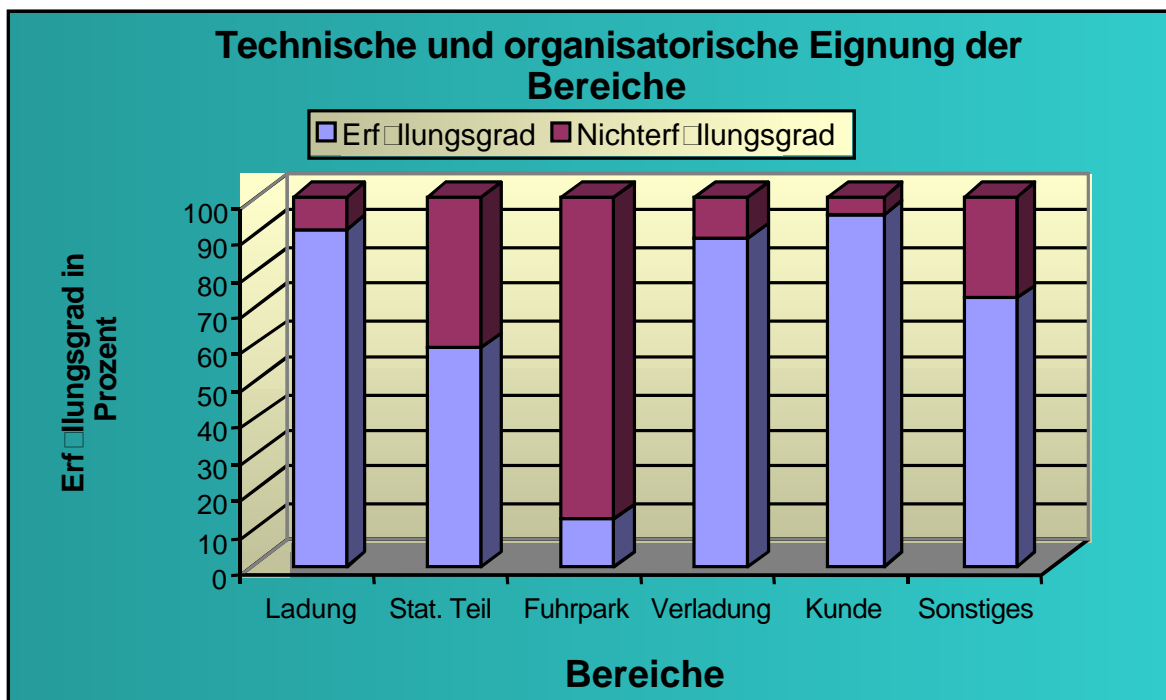


Abbildung 4-17: Eignungsgrade bei angepassten Ist-Daten (GBF), Pilot A

### Zwischenfazit Groboptimierung (Pilot A)

Durch geringfügige Anpassungsmaßnahmen, welche sich bei Pilot A lediglich auf organisatorische Maßnahmen beschränken, kann erreicht werden, dass automatisierte Umschlagsysteme das bisher verwendete manuelle ersetzen können, was die technische Eignung betrifft. Ist es von der innerbetrieblichen Organisation aus möglich, jedem abzuwickelnden Verladevorgang ein festes Verladetor zuzuweisen, steht einer Implementierung eines automatischen Systems nichts im Wege. Zwar lässt

sich in einigen Bereichen (speziell im Bereich „Fuhrpark“) noch eine große Diskrepanz zum Optimum feststellen, jedoch ist eine Reduzierung Ziel der nachfolgenden Feinplanung, um den möglichen Einsatz eines automatisierten Systems noch effizienter zu gestalten.

#### **4.2.2 Feinoptimierung (Pilot A)**

Durch die oben beschriebenen Maßnahmen wurden die zwingend notwendigen Schritte eingeleitet, um die k.o.-Kriterien zu beheben und so generell den Einsatz der ausgewählten Umschlagsysteme zu ermöglichen. Jedoch soll dem Unternehmen am Ende eine optimale Lösung präsentiert werden, weshalb im nächsten Schritt die Feinoptimierung der verbleibenden Systeme folgt. Dabei werden hauptsächlich Kriterien betrachtet, die mittels geringem technischen wie auch finanziellem Aufwand verbessert werden können und dem Unternehmen dadurch einen zusätzlichen Nutzen verschaffen. Diese Anpassungsmaßnahmen der bestehenden Betriebsstruktur werden im folgenden näher behandelt.

##### **Feinoptimierung Tragprofilförderer (Pilot A)**

Das Kriterium „Art bzw. Form der Ladung“ (Detailansicht, Nr. 8) zielt hauptsächlich auf die Palettenform bzw. deren Abmessungen ab. Momentan werden in der Verladezone sowohl standardisierte Europaletten sowie Europaletten mit doppelter Länge verwendet. Der Eignungsgrad des Tragprofilförderers würde sich entscheidend verbessern, wenn ausschließlich Europaletten „normaler“ Größe verwendet werden würde, besonders im Bereich des hier betrachteten Shuttle-Verkehrs der Fensterbeschläge. Deshalb sind von Seiten des Unternehmens Überlegungen anzustellen, inwiefern auf die Europalette doppelter Länge zu verzichten ist.



Weiterhin würden sich die Einsatzbedingungen aus sicherheitstechnischer Sicht verbessern, wenn man die Ladeeinheiten grundsätzlich durch Umreifung, oder durch ähnliche Verfahren sichern würde (Detailansicht, Nr. 9). Hier würden zwar durch eine zusätzliche Ladeeinheitensicherung zusätzliche Kosten entstehen. Es müsste überprüft werden, wie sich diese Maßnahme auf die Kostensituation auswirkt (siehe spätere Kostenanalyse) und ob Platzbedarf für diese Maschine vorhanden ist. Der Einsatz des Tragprofilförderers könnte jedoch dadurch optimiert werden.

Eine weitere Verbesserung der technischen Eignung wäre eine automatische Entladung auch am Zielort (Detailansicht, Nr. 35), wozu weiterreichende Gespräche geführt werden müssten.

Die hier beschriebenen Kriterien sind in der momentanen Ausgangssituation des betrachteten Unternehmens nicht optimal, können jedoch durch verhältnismäßig geringen Aufwand in einer Art und Weise verändert werden, dass der daraus resultierende Nutzen den Mehraufwand bei weitem kompensieren würde.

Durch die oben beschriebenen Maßnahmen lassen sich anhand der Eignungsgrade die verbesserten Einsatzmöglichkeiten nach der Optimierung der relevanten Kriterien erkennen.

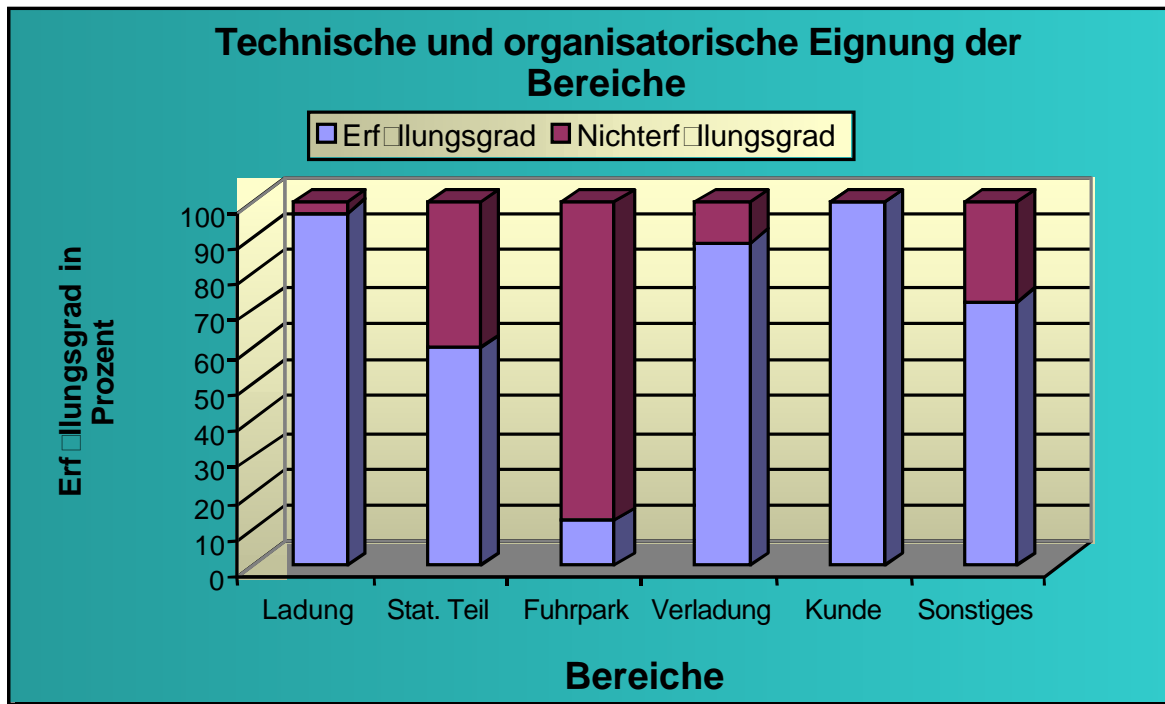


Abbildung 4-18: Eignungsgrade Bereiche bei optimierten Ist-Daten (TPF), Pilot A

### Feinoptimierung Gurtbandförderer (Pilot A)

Ebenso wie beim Tragprofilförderer werden für den Gurtbandförderer jetzt neben den schon eliminierten k.o.-Kriterien auch die Parameter betrachtet, die die Einsatzmöglichkeiten des Gurtbandförderers weiter verbessern. Die möglichen Anpassungsänderungen für den Gurtbandförderer sind nahezu identisch mit den Maßnahmen, die auch die Einsatzmöglichkeit des Tragprofilförderers optimieren würden. Auch hier würde eine Umreifung der Ladeeinheiten sicherheitstechnische und damit automatisierungstechnische Vorteile bringen (Detailansicht, Nr. 9). Die Zeitvorteile, die durch eine automatisierte Entladung am Zielort bereits beim Tragprofilförderer erwähnt wurden, stellen sich ebenso beim Gurtbandförderer ein (Detailansicht, Nr. 35). Folgende Graphik zeigt die verbesserten Eignungsgrade bei Optimierung der genannten Kriterien im Vergleich zu der Ausgangssituation.

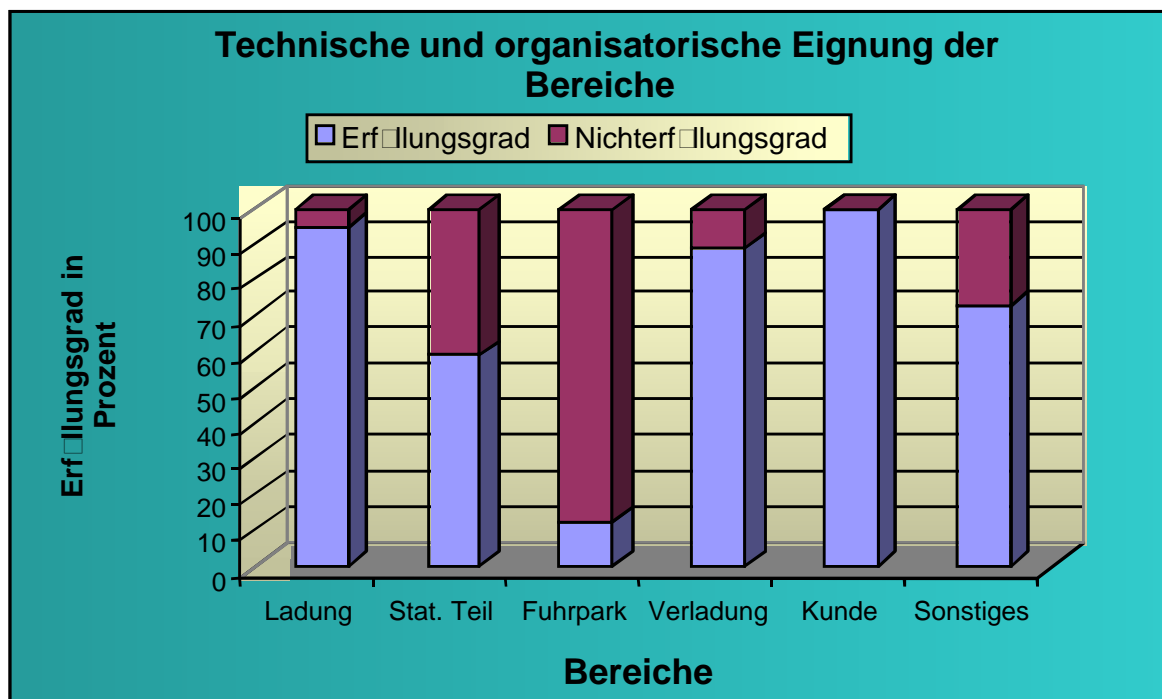


Abbildung 4-19: Eignungsgrade Bereiche bei optimierten Ist-Daten (GBF), Pilot A

### Zwischenfazit Feinoptimierung (Pilot A)

Wie aus der Feinoptimierung der beiden Umschlagsysteme deutlich wird, kann schon mit geringfügigen weiteren Anpassungen (sowohl rein organisatorischer Art als auch durch notwendige kleinere Umbaumaßnahmen) der Gesamt-Eignungsgrad der automatisierten Systeme erhöht werden, so dass beide Umschlagsysteme (Tragprofilförderer, Gurtbandförderer) aus technischer Sicht jederzeit das bestehende ablösen könnten. Diese Systeme würden keine Bedenken aufwerfen: sie sind in den existierenden Umschlagbereich ohne großen Aufwand integrierbar und erfüllen die gestellten Anforderungen. Die notwendigen Anpassungsmaßnahmen scheinen auf den ersten Blick in einem toleranten Bereich zu liegen, so dass durch die Einführung eines der beiden Systeme insgesamt eine Optimierung erzielt werden kann. Jedoch sollte aus Gründen der Entscheidungsabsicherung und zur Überzeugung der Verantwortlichen eine exakte Kostenanalyse über die tatsächlich entstehenden Kosten der Automatisierung und dem existierenden System Aufschluss geben.

### 4.3 Umsetzungsphase (Pilot A)

Die obigen Auswertungsschritte wurden speziell in Hinsicht auf das standardisierte Verladeaufkommen der Tür- bzw. Fensterbeschläge der Firma (Pilot A) durchgeführt, da man grundsätzlich den Einsatz von automatisierter Umschlagtechnik im Bereich der einheitlichen Verladetätigkeit effizient gestalten kann. In der Technikanalyse konnten bereits einige Systeme wegen technischer Integrationsprobleme ausgeschlossen werden. Aufgrund der bestehenden Betriebsstruktur kann man die in Frage kommenden Umschlagsysteme auf den Gurtbandförderer bzw. Tragprofilförderer reduzieren. Diese Systeme können aus technischer Sicht mittels beschriebener Anpassungsmaßnahmen integriert werden, sind also durchaus im Unternehmen einsetzbar.

#### **Ergebnis Technikanalyse:**

- Tragprofilförderer
- Gurtbandförderer

Aufgrund der Kostenanalyse bieten diese Systeme ebenfalls Vorteile gegenüber der bisherigen Staplerverladung.

#### **Ergebnis Wirtschaftlichkeitsanalyse:**

- Tragprofilförderer (262,65 EUR/h)
- Gurtbandförderer (253,86 EUR/h)
- E-Stapler (299,90 EUR/h)

Anhand dieser Auswertung ist erkennbar, dass Rationalisierungspotential in dem untersuchten Umschlagbereich besteht.

### **4.3.1 Vorgehensweise (Pilot A)**

Dem Unternehmen wurde die entsprechende Bewertung zur Verfügung gestellt.

Als ersten Schritt eines weiteren Vorgehens wurde die Kontaktaufnahme zu der von der Firma (Pilot A) eingesetzten Spedition und dem Produktionsunternehmen der Türbeschläge angeboten. Hier musste die grundsätzliche Bereitschaft zur Kooperation eingeholt werden. Im Weiteren bedarf es einer genaueren Kostenbetrachtung der vorgeschlagenen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen. Hierfür ist eine Einbeziehung von Herstellern der in der Technikanalyse ausgewählten automatischen Verladesysteme sinnvoll.

### **4.3.2 Aktueller Stand (Pilot A)**

Diese Entscheidung über eine Umsetzung der Planungsergebnisse obliegt natürlich der Geschäftsführung des jeweiligen Unternehmens bzw. wie in diesem Fall der Geschäftsleitung aller beteiligten Unternehmen. Leider konnte an dieser Stelle von Seiten der Forschungsstelle kein weiterer Einfluss mehr auf eine beschleunigte Abwicklung des weiteren Vorgehens genommen werden, so dass eine weitere Umsetzung zu diesem Zeitpunkt nicht erfolgte.

## 5 Pilotanwendung B

Bei der Pilotanwendung B handelt es sich um eine mittelständische Brauerei im südbayerischen Raum.

### 5.1 Erfassung der Ist-Situation (Pilot B)

Wie bei der vorangegangenen Auswertung müssen zuerst die Ist-Daten erfasst werden, auf die sich Analyse stützt. Diese Ergebnisse wurden durch eine Betrachtung der Örtlichkeiten und ein gemeinsames Gespräch wie im Pilotprojekt A ermittelt.

#### 5.1.1 Ergebnis der Ist-Daten Erfassung (Pilot B)

Das Unternehmen B, ist durch zwei Kriterien geprägt, welche den Einsatz eines automatisierten Umschlagsystems erheblich beeinflussen:

Zum einen kommen zu der Firma größtenteils Selbstabholer. Somit werden die unterschiedlichsten Fahrzeuge in der Umschlaghalle abgefertigt, welche vom Kleintransporter bis zum Sattelzug reichen. Daher ist für diesen Bereich eine Einführung eines automatisierten Systems nahezu ausgeschlossen, weil die nötige Flexibilität nicht zu realisieren ist. Andererseits hat sich bei (Pilot B) im Laufe der Unternehmenserweiterung in der Vergangenheit die Produktionsanlage um eine bereits existierende öffentliche Straße herum angesiedelt, wodurch (Pilot B) gezwungen wurde, zwischen den Lagern und Produktionseinheiten auf den verschiedenen Straßenseiten eine Verbindung herzustellen. Hierfür wird ein LKW bereitgestellt, der durchgehend nur für diesen innerbetrieblichen Transport eingesetzt wird. Die Entfernung beträgt circa zwei Kilometer. Der LKW transportiert immer voll ausgelastet bis zu 85 Paletten pro Stunde.

In diesem Bereich bietet sich eine Automatisierung an, da ein hohes Maß an Kontinuität vorhanden ist und der Aufwand für entsprechende Anpassungsmaßnahmen verhältnismäßig gering ist.

Die Daten werden erneut mit den gewonnenen Informationen durch die Begutachtung des Unternehmens und den im Anschluss an die Besichtigung nachgelieferten Informationen komplettiert und zur weiteren Analyse und zur Kontrolle durch das Unternehmen B im Datenerfassungsbogen festgehalten.

Unterschiede zu den Ist-Daten der Firma (Pilot A) zeigen sich bei der Firma (Pilot B) durch eine größere Höhe und ein größeres Gewicht der Transporteinheit, was jedoch unerheblich und eine Entscheidung für oder gegen ein automatisiertes System unbeeinflusst lässt. Entscheidender sind hier die Unterschiede hinsichtlich der Ladung: positiv zu bewerten ist, dass bei (Pilot B) die Ladung stapelfähig ist und es sich um ein festes regelmäßiges Stückgut handelt, welches zudem auch in der Ausgangssituation schon durch Umreifen gesichert wird. Nachteilig erweist sich die erforderliche Ladungssicherung im LKW.

Bei den äußeren Einflüssen gibt es keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Unternehmen.

Bei den innerbetrieblichen Einflüssen wird ersichtlich, dass bei (Pilot B) eine höhere Strukturiertheit existiert: die Ladeeinheiten treffen in geordneter Reihenfolge im Umschlagbereich ein, weshalb auch keine Zugänglichkeit unbedingt gefordert ist. Größere Unterschiede ergeben sich bei den technischen Randbedingungen: die Rampenart ist nicht wie bei (Pilot A) in Form einer Dockschleuse, sondern nur eine ebenerdige Toröffnung für die Einfahrt der LKW in die Verladehalle. Auch soll bei (Pilot B) die Verladung von der Seite erfolgen: in diesem Punkt differieren die beiden Unternehmen also, was ganz unterschiedliche Anforderungen an die Verladesystem stellt. Untere Abbildung zeigt den momentanen Umschlagbereich.



*Abbildung 5-1: Umschlagbereich Pilot B*

Was den Informationsfluss betrifft, sind keine Unterschiede zwischen den beiden Unternehmen vorhanden. Da es sich bei der Firma (Pilot B) um die Betrachtung des innerbetrieblichen Warenumschlags handelt, besteht der verwendete Fuhrpark aus eigenen Fahrzeugen, welche durchgehend voll beladen werden.

Da es sich um betriebseigene Fahrzeuge handelt, vereinfacht sich folglich auch die Situation für den Fall, dass neue LKW angeschafft werden müssen, da hier die Entscheidung allein dem Unternehmen obliegt.

Bei (Pilot B) handelt es sich um eine feste innerbetriebliche Strecke, deshalb ist in diesem Fall, im Gegensatz zu der Situation bei (Pilot A), immer ein festes Verladetor zugewiesen und dementsprechend eine zusätzliche Flexibilität in Form eines gefor-



dernten zusätzlichen Staplereinsatzes nicht nötig. Die Identifizierung erfolgt hingegen manuell, jedoch ist die Identifizierung in dem vorliegenden Fall von untergeordneter Rolle, da Fehler im eigenen Unternehmen bleiben würden.

Zusammenfassend waren die wichtigsten Daten:

- Branche: Getränke-Industrie
- 100% Europalette;
- Stapelfähige, formbeständige Ladung;
- Gesamthöhe einer Transporteinheit bis 2500 mm
- Ladungssicherung im Fahrzeug erforderlich;
- Ladungsbereitstellung mit Staplern;
- gesicherte LE auf Palette;
- keine Ladereihenfolge, geordnetes Eintreffen der LE;
- Bereitstellung nach Tagesplanung;
- manuelles Lager
- manueller Informationsfluss im Umschlagbereich
- Einsatz von Barcode per Handscanner;
- Seitenverladung;
- Bereitstellung unterhalb LKW-Ladefläche;
- Zugänglichkeit bei Bereitstellung nicht erforderlich
- eigener Fuhrpark, Sattelzüge mit Schiebeplane;
- Vollbeladung;
- keine Doppelstockverladung;
- rel. konstanter Umschlag;

- Spitzenverladeaufkommen: 85 Pal/h
- Entfernung zw. Verladestellen: 2 km
- Fahrzeit 5 min
- 32 Pal./LKW

Aus diesen aufgenommenen Daten muss nun auch eine Analyse erfolgen, um festzustellen, inwiefern der Umschlagbereich der Firma (Pilot B) für eine Automatisierung geeignet ist.

### **5.1.2 Auswertung der Ist-Daten (Pilot B)**

Dem Unternehmen B wurde die hier vorgestellte Auswertung der Ist-Daten-Aufnahme, sowie die Einsatzmöglichkeiten von automatisierter Umschlagtechnik unterbreitet.

#### **Technikanalyse (Pilot B)**

#### **Eignung Rollenförderer bei Ist-Daten (Pilot B)**

Der Rollenförderer eignet sich auf den ersten Blick relativ gut für den Einsatz im vorliegenden Umschlagbereich. Es sind zwar zwei Bereiche noch durch k.o.-Kriterien geprägt, doch es besteht die Möglichkeit, dass diese Ausschlussmöglichkeiten mit geringem Aufwand schnell zu beheben sind, weshalb sich eine weitere Betrachtung des Rollenförderers anbietet. Die vier anderen Bereiche weisen nämlich schon in der Ausgangssituation sehr gute Eignungsgrade vor.

Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m2 bezogen auf die Fahrzeuginnenfläche	0,73	0,97	0,00	75
5	Stapelfähigkeit der Ladung	0,32	0,32	0,00	100
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	0,00	2,07	0,00	0
8	Art bzw. Form der Ladung	1,03	1,03	0,00	100
9	Ladeeinheitensicherung	0,97	0,97	0,00	100
		2,53	2,53	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	1,55	3,10	0,00	50
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,03	2,07	0,00	50
13	Zugfähigkeit der Ladung bei der Bereitstellung	0,97	0,97	0,00	100
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflurförderern (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	0,26	1,03	0,00	25
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	2,07	2,07	0,00	100
20	Einbindung eines automatisierten Verladensystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,16	0,65	0,00	25
22	Geplante Rampenart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,08	0,32	0,00	25
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		26,01	45,76	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	k.o.	3,10	0,00	k.o.
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	3,10	3,10	0,00	100
		3,10	3,10	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladegerät	4,29	4,29	0,00	100
30	Flexibilität des Verladensystems bei der Beladung	1,03	1,03	0,00	100
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,00	0,32	0,00	0
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
		10,49	10,62	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	6,43	12,86	0,00	50
35	Art der Entladung am Zielort	0,16	0,65	0,00	25
		6,59	13,50	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 5-2: Detailansicht, Ist-Daten, Rollenförderer, Pilot B

Anhand der Detailansicht lassen sich die Ausschlusskriterien der zwei Bereiche genauer untersuchen: es handelt sich um eine geforderte Trennung von Fahr- und Gehwegen, was durchaus realisierbar erscheint, und eine Veränderung der geplanten Rampenart und des einzusetzenden Fuhrparks. Dies ist mit hohem Anpassungsaufwand verbunden.

### Eignung Tragkettenförderer bei Ist-Daten (Pilot B)

Der Tragkettenförderer weist ebenso gute Eignungsgrade wie der Rollenförderer auf, was natürlich auf die grundsätzliche Ähnlichkeit der beiden Systeme zurückzuführen ist.

Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m2 bezogen auf die Fahrzeugladerraumfläche	0,73	0,97	0,00	75
5	Stapelhöhe der Ladung	0,32	0,32	0,00	100
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	0,00	2,07	0,00	0
8	Art bzw. Form der Ladung	1,03	1,03	0,00	100
9	Ladeeinheitensicherung	0,97	0,97	0,00	100
		2,53	2,57	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	1,55	3,10	0,00	50
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,03	2,07	0,00	50
13	Zugänglichkeit der Ladung bei der Bereitstellung	0,97	0,97	0,00	100
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflusstrahler (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	0,26	1,03	0,00	25
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebäudespezifische Art des Umschlags)	2,07	2,07	0,00	100
20	Einbindung eines automatisierten Verladensystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,16	0,65	0,00	25
22	Geplante Rampenart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,08	0,32	0,00	25
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		26,01	45,76	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	k.o.	3,10	0,00	k.o.
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	3,10	3,10	0,00	100
		3,10	3,10	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	4,29	4,29	0,00	100
30	Flexibilität des Verladensystems bei der Beladung	1,03	1,03	0,00	100
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,00	0,32	0,00	0
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
		10,49	10,62	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	6,43	12,86	0,00	50
35	Art der Entladung am Zielort	0,16	0,65	0,00	25
		6,59	13,50	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 5-3: Detailansicht, Ist-Daten, Tragkettenförderer, Pilot B

## Eignung Gurtbandförderer bei Ist-Daten (Pilot B)

Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m2 bezogen auf die Fahrzeugladeraumfläche	0,73	0,97	0,00	75
5	Stapelhöhe der Ladung	0,32	0,32	0,00	100
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	0,00	2,07	0,00	0
8	Art bzw. Form der Ladung	1,03	1,03	0,00	100
9	Ladeeinheitensicherung	0,97	0,97	0,00	100
		18,90	20,91	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	0,00	3,10	0,00	0
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,03	2,07	0,00	50
13	Zugänglichkeit der Ladung bei der Bereitstellung	0,97	0,97	0,00	100
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialfließröhren (Sicherheit)	0,16	0,65	0,00	25
16	Geplante Verladeart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	2,07	2,07	0,00	100
20	Einbindung eines automatisierten Verladesystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,16	0,65	0,00	25
22	Geplante Rampenart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,16	0,32	0,00	50
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		24,24	25,22	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	k.o.	3,10	0,00	k.o.
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	3,10	3,10	0,00	100
		3,10	3,10	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	4,29	4,29	0,00	100
30	Flexibilität des Verladesystems bei der Beladung	1,03	1,03	0,00	100
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,08	0,32	0,00	25
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	0,00	0,00	0,00	100
		11,27	11,27	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	6,43	12,86	0,00	50
35	Art der Entladung am Zielort	0,00	0,65	0,00	0
		6,43	12,86	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 5-4: Detailansicht, Ist-Daten, Gurtbandförderer, Pilot B

Auch der Gurtbandförderer präsentiert sich für das Unternehmen (Pilot B) als System, dem hohe Einsatzchancen einzuräumen sind.

## Eignung Tragprofilförderer bei Ist-Daten (Pilot B)

Ladung					
Nr.	Einflußgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m2 bezogen auf die Fahrzeugladeraumfläche	0,73	0,97	0,00	75
5	Stapelhöhe der Ladung	0,32	0,32	0,00	100
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	0,00	2,07	0,00	0
8	Art bzw. Form der Ladung	1,03	1,03	0,00	100
9	Ladeeinheitensicherung	0,97	0,97	0,00	100
		18,90	20,61	0,00	
Stationärer Teil					
Nr.	Einflußgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluß	1,55	3,10	0,00	50
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,03	2,07	0,00	50
13	Zugänglichkeit der Ladung bei der Bereitstellung	0,97	0,97	0,00	100
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialfließröhren (Sicherheit)	0,32	0,65	0,00	50
16	Geplante Verladeart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	2,07	2,07	0,00	100
20	Einbindung eines automatisierten Verladesystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,32	0,65	0,00	50
22	Geplante Rampenart	k.o.	1,03	0,00	k.o.
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,16	0,32	0,00	50
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
		24,21	29,24	0,00	
Fuhrpark					
Nr.	Einflußgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	k.o.	3,10	0,00	k.o.
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	3,10	3,10	0,00	100
		3,10	3,10	0,00	
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflußgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	4,29	4,29	0,00	100
30	Flexibilität des Verladesystems bei der Beladung	1,03	1,03	0,00	100
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,08	0,32	0,00	25
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung				100
		7,47	7,72	0,00	
Kunde					
Nr.	Einflußgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	6,43	12,86	0,00	50
35	Art der Entladung am Zielort	0,00	0,65	0,00	0
		6,43	13,51	0,00	
Sonstiges					
Nr.	Einflußgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

Abbildung 5-5: Detailansicht, Ist-Daten, Tragprofilförderer, Pilot B

Der Tragprofilförderer ist in der vorhandenen Verladessituation nicht einsetzbar, da sich auch beim Tragprofilförderer in den drei Bereichen „Verladeart“, „Rampenart“ und „Fuhrpark“ k.o.-Kriterien ergeben.

## Eignung Portalkran bei Ist-Daten (Pilot B)

Der Portalkran, dem bei der Firma (Pilot A) aufgrund der verwendeten Heckverladung keine großen Einsatzchancen eingeräumt werden konnten, erweist sich bei der

Seitenverladung bei dem innerbetrieblichen Umschlag der Firma (Pilot B) als durchaus interessantes System.

Ladung					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamtheit einer Transporeinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m2 bezogen auf die Fahrzeugladefläche	0,97	0,97	0,00	100
5	Stapelfähigkeit der Ladung	0,32	0,32	0,00	100
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	0,00	2,07	0,00	0
8	Art bzw. Form der Ladung	1,03	1,03	0,00	100
9	Ladeeinheitensicherung	0,97	0,97	0,00	100
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluß	0,78	3,10	0,00	25
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,03	2,07	0,00	50
13	Zugfähigkeit der Ladung bei der Bereitstellung	0,97	0,97	0,00	100
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflurörderern (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	1,03	1,03	0,00	100
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	2,07	2,07	0,00	100
20	Einbindung eines automatisierten Verladesystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	k.o.	0,65	0,00	k.o.
22	Geplante Rampenart	0,52	1,03	0,00	50
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,08	0,32	0,00	25
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	k.o.	3,10	0,00	k.o.
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	3,10	3,10	0,00	100
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	4,29	4,29	0,00	100
30	Flexibilität des Verladesystems bei der Beladung	1,03	1,03	0,00	100
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,00	0,32	0,00	0
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
Kunde					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	6,43	12,86	0,00	50
35	Art der Entladung am Zielort	0,65	0,65	0,00	100
Sonstiges					
Nr.	Einflussgrößen	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,00	0,32	0,00	0

Abbildung 5-6: Detailansicht, Ist-Daten, Portalkran, Pilot B

Neben der organisatorischen Regelung der Trennung von Fahr- und Gehwegen, erweist sich auch bei dem Portalkran wie bei allen Systemen, die schon betrachtet wurden, der einzusetzende Fuhrpark als ungeeignet. Ein weiteres k.o.-Kriterium, welches sich durch den Einsatz eines Portalkrans ergeben würde, ist die Tatsache, dass die Ladungsbereitstellung beim Portalkran automatisiert erfolgen sollte (siehe Kapitel 2). Dementsprechend ergeben sich für die Erfüllung des Kriteriums „Einbindung eines automatisierten Verladesystems in den vorherigen Materialfluss“ erhebliche Defizite. Hier wäre genauer zu untersuchen, ob eine Automatisierung des Mate-

Materialflusses hin zum Umschlagbereich nicht zu realisieren ist, gerade weil das Platzangebot in diesem Bereich dafür vorhanden wäre. Eine kostenseitige Betrachtung würde den daraus resultierenden Mehraufwand bewerten können.

### Eignung Brückenkran bei Ist-Daten (Pilot B)

Ladung					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
1	Art der Transporthilfsmittel	1,03	1,03	0,00	100
2	Gesamthöhe einer Transporteinheit incl. TH	0,32	0,32	0,00	100
3	Flächenabmaße der Ladeeinheiten	1,03	1,03	0,00	100
4	Spez. Masse der Gesamtladung in kg/m <sup>2</sup> bezogen auf die Fahrzeugladerraumfläche	0,97	0,97	0,00	100
5	Stapelfähigkeit der Ladung	0,32	0,32	0,00	100
6	Kontur des Ladegutes	12,86	12,86	0,00	100
7	Ladungssicherung im Fahrzeug	0,00	2,07	0,00	0
8	Art bzw. Form der Ladung	1,03	1,03	0,00	100
9	Ladeeinheitensicherung	0,97	0,97	0,00	100
Stationärer Teil					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
10	Witterungseinfluss	0,78	3,10	0,00	25
11	Bodeneigenschaften vor der Rampe	0,97	0,97	0,00	100
12	Topologische Eigenschaften vor der Rampe	1,03	2,07	0,00	50
13	Zugänglichkeit der Ladung bei der Bereitstellung	0,97	0,97	0,00	100
14	Beladereihenfolge bei der Verladung	8,57	8,57	0,00	100
15	Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automat. Materialflussträgern (Sicherheit)	k.o.	0,65	0,00	k.o.
16	Geplante Verladeart	1,03	1,03	0,00	100
17	Voraussichtliche Einhaltung der Lkw-Ankunftszeiten (Blockade der Verladestelle)	8,57	8,57	0,00	100
18	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
19	Unternehmenstyp (gebüdespezifische Art des Umschlags)	2,07	2,07	0,00	100
20	Einbindung eines automatisierten Verladensystems in den vorh. Materialfluß	0,00	12,86	0,00	0
21	Geplante Art der Ladungsbereitstellung	0,32	0,65	0,00	50
22	Geplante Rampenart	0,78	1,03	0,00	75
23	Anbauten u.a.	0,65	0,65	0,00	100
24	Datenerfassung	0,08	0,32	0,00	25
25	Lagerverwaltungssystem LVS	0,48	0,97	0,00	50
26	Informationsfluß im Umschlagbereich (d.h. Reaktionszeit)	0,32	0,65	0,00	50
Fuhrpark					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
27	Geplanter einzusetzender Fuhrpark	k.o.	3,10	0,00	k.o.
28	Voraussichtliche Lkw-Auslastung	3,10	3,10	0,00	100
Verladung / Fahrt					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
29	Zuweisung einer Ladung auf ein Verladetor	4,29	4,29	0,00	100
30	Flexibilität des Verladensystems bei der Beladung	1,03	1,03	0,00	100
31	Datenerfassung am WE/WA (Lieferschein, Handscanner, automatisch)	0,00	0,32	0,00	0
32	Durchschnittliche Anzahl der Verladestops je Tour	2,07	2,07	0,00	100
33	Rückführung von Leergut bei Entladung	3,10	3,10	0,00	100
Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Verträge für min. 5 Jahre)	6,43	12,86	0,00	50
35	Art der Entladung am Zielort	0,65	0,65	0,00	100
Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	2,33	3,10	0,00	75
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,00	0,32	0,00	0

Abbildung 5-7: Detailansicht, Ist-Daten, Brückenkran, Pilot B

Die Eignung des Brückenkrans stellt sich ähnlich der des Portalkrans dar, jedoch erweist sich beim Brückenkran die fehlende Einbindung eines automatisierten Verladensystems in den vorherigen Materialfluss nicht als k.o.-Kriterium.



### **Zwischenfazit Technikanalyse Ist-Daten (Pilot B)**

Aufgrund der oben aufgeführten Analyse der Ist-Daten muss für das Unternehmen B eine Vorauswahl aus den sechs verschiedenen Automatisierungstechniken getroffen werden, um die Kostenanalyse auf Verladungssysteme mit hohen Einsatzchancen zu fokussieren. Im Weiteren werden nur noch der Rollenförderer und der Portalkran mit dem bisher verwendeten Staplertyp verglichen.

Alle Systeme, die sich lediglich für eine Heckverladung eignen, sind für das Unternehmen nicht von Bedeutung (siehe Datenerfassung). Somit bleiben zwei Systeme in der engeren Auswahl:

- Rollenförderer (erfordert Ladeflächenfördertechnik)
- Portalkran (ohne zusätzliche Technik)

Beide Systeme sind für eine Seitenverladung geeignet, was unnötige Umbaumaßnahmen vermeidet. Der Rollenförderer weist zudem im Vergleich zum Kettenförderer wie auch der Portalkran im Vergleich zum Brückenkran ein höheres Einsatzpotential auf, da die zur Implementierung nötigen Optimierungsmaßnahmen geringer sind und kostengünstiger umgesetzt werden können.

### **Kostenanalyse (Pilot B)**

Auch für das Unternehmen B müssen die Umschlagsysteme, welche aus technischer Sicht in die Auswahl zur Realisierung der Automatisierung einzubeziehen sind, im Vergleich zu dem bisher verwendeten Umschlagsystem monetär dargestellt werden. Denn eine noch so optimale technische Lösung lässt sich nur dann vor der Unternehmensleitung rechtfertigen und vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit einsetzen, wenn dadurch keine zusätzlichen Kosten entstehen.

Datenerfassung und Auswertung (Pilot B)

Datenerfassung zur Kostenermittlung				
Bereich		DFG-Stapler <sup>3t</sup>	Portalkran	Rollenförderer
Ausgangsdaten	Spitzenverladeaufkommen in Pal/h		85	
	Entfernung zwischen den Verladestellen in km		2	
	Auf Überlandstraßen gefahrene Strecke von der Gesamtstrecke in km		0	
	Fahrzeit Stadtfahrt in min		5	
	Fahrzeit Überlandfahrt in min		0	
	Ladekapazität der eingesetzten Fahrzeuge in Pal/Lkw		32	
	Durchschnittlicher Dieselvebrauch eines Lkws bei Stadtfahrt in l/100km		45	
	Durchschnittlicher Dieselvebrauch eines Lkw bei Überlandfahrt in l/100km		28	
	Dieselpreis in Euro / Liter		0,85	
	Zeit je Verladenspiel in min	3,50	0,69	2,5
	Anzahl der Paletten je Spiel	4	4	44
	Anzahl der Fördermittel die parallel ein Fahrzeug beladen können	1	1	1
	Zeit für das Auf- bzw. Abplanen des Fahrzeugs bzw. An- oder Abdocken in min	3	5	3
	Erforderlicher kWh-Bedarf einer Fördertechnik		20	4
	Durchschnittlicher Dieselvebrauch eines Staplers in l/h	2,4		
	Anzahl der zum Unternehmen gehörenden Umschlagorte		1	
	Grundkosten für Stromanschluß pro Jahr für einen Umschlagbereich in Euro		150	
	Prozentsatz zu dem die Grundkosten für Stromanschluß für die Verladung anrechenbar	0	1	1
	Strompreis in Euro/kWh		0,025	
	Personalkosten für einen Lkw-Fahrer in Euro/a		25935	
Personalkosten für Verladepersonal in Euro/a (Überstunden mit zu berücksichtigen)		25935		
Abschreibungsdauer der Investition in Jahren		8		
Anzahl der Stunden pro Jahr in denen Verladen wird (bei 7h pro d)		3532		
Durchschnittliche Anzahl der bezahlten Arbeitsstunden pro Jahr und Verladepersonal		1766		
Berechnete Größen	Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h		24,00	
	Tatsächlicher durchschnittlicher Dieselvebrauch eines Lkw über die Fahrstrecke in l	0,9	0,9	0,9
	Gesamtfahrzeit zwischen Be- und Entladung in min		5,00	
	Theoretische Beladezeit für einen Lkw (in min)	28	6	2,5
	Reine Standzeit eines Lkw ohne Wartezeit in min (incl. Andocken, Aufplanen u.a.)	34	16	9
	Verladeleistung der eingesetzten Verladetechnik je Element in Pal/h (vollautomatisiert)	57	348	311
	Durchschnittliche Zeit, nach der ein Lkw zur Verladung benötigt wird (in min)	22,59	22,59	22,59
	Zeit für einen Verladezyklus (Standzeiten & Fahrzeiten) in h (keine Rückführung von Leergut)	1,30	0,70	0,45
	Anzahl der erforderlichen Lkws	4	2	2
	Anzahl der erforderlichen Verladesysteme (berücksichtigt wird die Anzahl der Umschlagorte)	2	1	1
	Anzahl der Gesamtstunden in denen Energie für die Verladung verbraucht wird in h/a	4378	863	1173
	Anzahl der Gesamtstunden in denen Energie für die Fördertechnik verbraucht wird in h/a		469	
Minimaler Beschäftigungsgrad des Verladepersonals durch die Verladung	0,75	0,24		
Kostenermittlung	<b>Investition</b>			
	Zugmaschine mit Anhänger ohne Fördertechnik in Euro		120000	
	Stationäre Förderanlage incl. Zentrier Vorrichtung bzw. Portalkran in Euro		350000	75000
	Tragprofilförderer für einen Lkw incl. Zentrier Vorrichtung bzw. Fördertechnik für Portalkran in Euro		150000	65000
	Fördermittel (Stapler oder Handgabelhubwagen) in Euro	55000		
	Gebäude-, Rampen-, Umbau- und sonstige Kosten in Euro	0	0	0
	Σ (es wird die erforderliche Anzahl Lkws & die komplette Fördertechnik berücksichtigt)	590000	740000	445000
	<b>Feste Kosten p.a.</b>			
	Afa in Euro	68522	92500	55625
	Zinsen (6% der 1/2 Investition) in Euro	16445	22200	13350
	Σ (es wird der Beschäftigungsgrad des Verladepersonals berücksichtigt)	84967	114700	68975
	<b>Betriebsabhängige Kosten p.a.</b>			
	Personalkosten für Lkw-Fahrer in Euro	207480	103740	103740
	Personalkosten für Verladepersonal (anteilig, abhängig von Beschäftigungsgrad) in Euro	77350	12669	0
	Reparatur- und Wartungskosten für einen Lkw in Euro	10000	10000	10000
	Reparatur- und Wartungskosten für eine Fördertechnik in Euro	4091	10020	750
	Energiekosten für Lkws in Euro	14354	14354	14354
	Energiekosten für Fördermittel in Euro	8932	480	119
Σ (es wird die reale Einsatzdauer der Fördertechnik berücksichtigt)	356297	161264	140463	
<b>Gesamtkosten bei angegebener Jahresarbeitsleistung</b>				
Kosten pro Jahr in Euro	441265	275964	209438	
Kosten pro Stunde in Euro	123,33	78,13	58,38	

Abbildung 5-8: Datenaufnahme, Ist-Daten, Kostenanalyse, Pilot B

Wie dem Kostendatenblatt zu entnehmen ist, kann durch die Verwendung eines Rollenförderers als auch durch den Einsatz des Portalkrans zunächst einmal ein Verladensystem eingespart werden, da zur Deckung des Spitzenverladeaufkommens von 85 Paletten pro Stunde zwei Stapler benötigt werden im Gegensatz zu einem Portalkran bzw. einem Rollenförderer. Zusätzlich werden durch die Vollautomatisierung beim Rollenförderer und durch die Teilautomatisierung Personalkosten eingespart: dies führt dazu, dass die Gesamtkosten der automatisierten Systeme deutlich niedriger ausfallen als die des bisher verwendeten Staplers.

## Änderung der Kostensituation bei sich ändernden Randbedingungen (Pilot B)

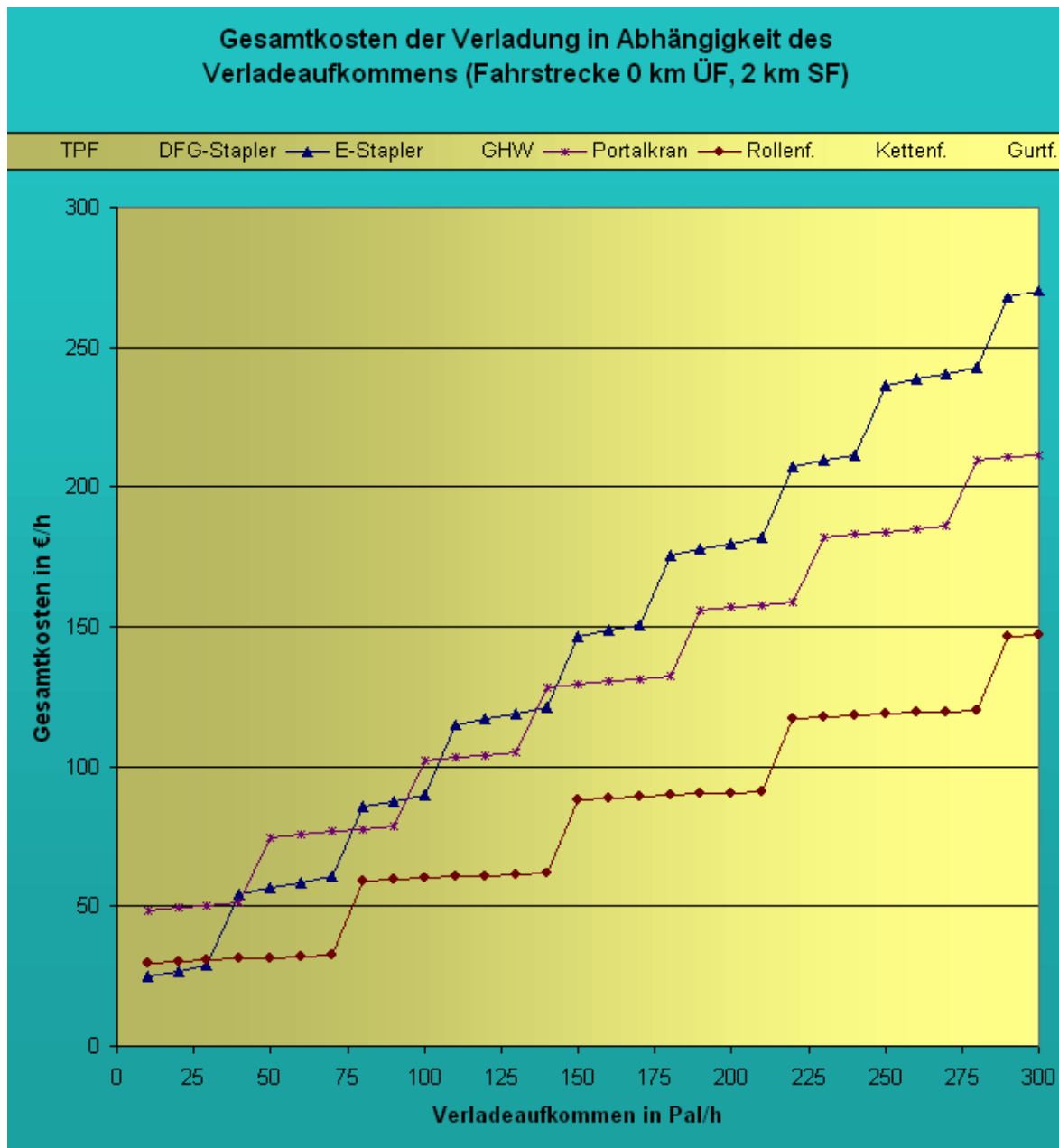


Abbildung 5-9: Gesamtkosten abhängig. vom Verladeaufkommen, Pilot B

Wie man der obigen Graphik entnehmen kann, stellt sich bei (Pilot B) die Situation so dar, dass der Stapler von der kostenseitigen Betrachtung nur bis zu einem Spitzenverladeaufkommen von circa 25 Paletten je Stunde Vorteile bietet. Ab 25 Paletten je Stunde und mehr ist der Rollenförderer immer am kostengünstigsten. Der Portalkran wird ab einem Verladeaufkommen von 140 Paletten pro Stunde zwar

auch durchgängig preiswerter verladen können als der Stapler, jedoch ist der Rollenförderer immer die Optimallösung. Die Ergebnisse der Kostenanalyse werden durch folgende Diagramme zur Auslastung noch unterstützend aufbereitet.

**Auslastung der LKW (Pilot B)**

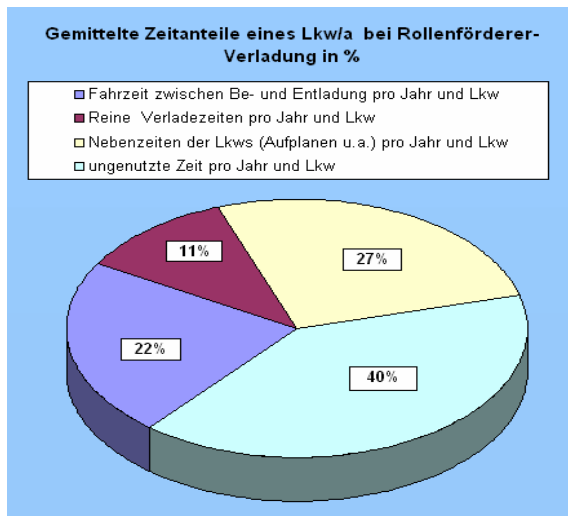


Abbildung 5-10: Zeitant. Rollenförderer, Pilot B

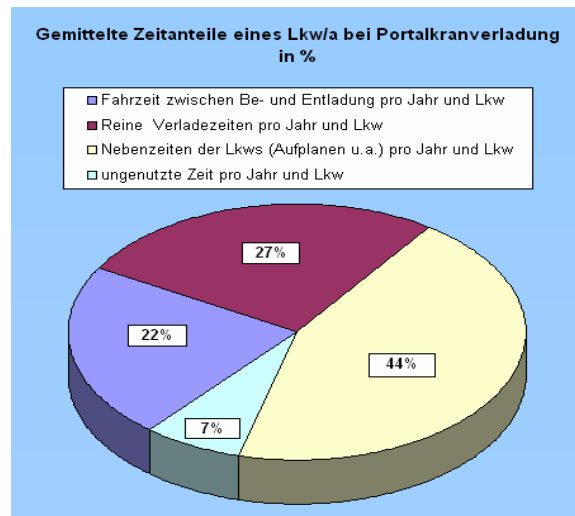


Abbildung 5-11: Zeitant. Portalkran, Pilot B

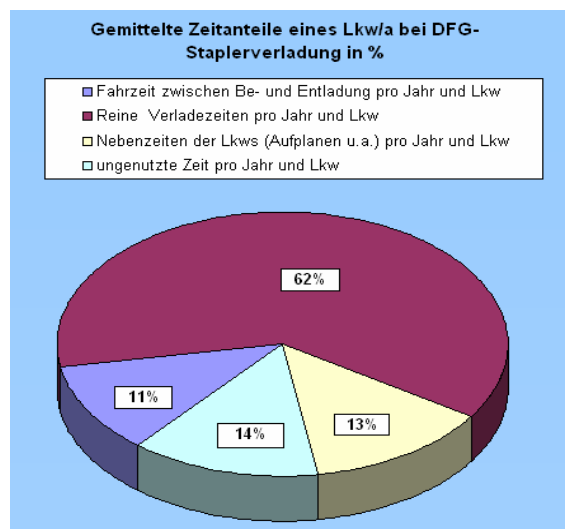


Abbildung 5-12: Zeitanteile DFG-Stapler, Pilot B

In den obigen Grafiken ist klar ersichtlich, dass der Hauptvorteil eines automatischen Verladensystems in der Minimierung der Verladezeit und den daraus resultierenden Kosteneinsparungen liegt (besonders beim Rollenförderer).

**Auslastung der Verladensysteme (Pilot B)**

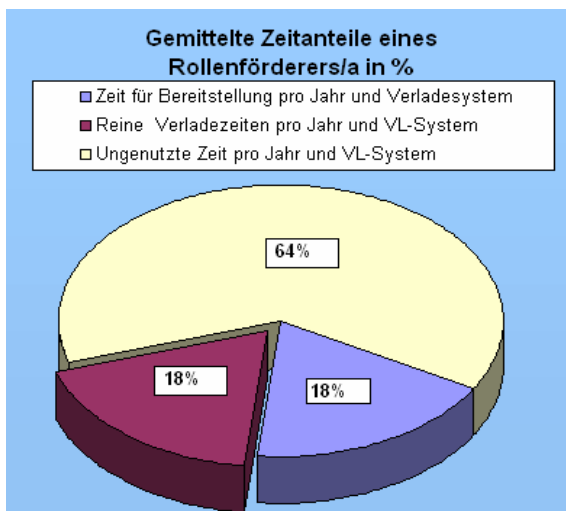


Abbildung 5-13: Verladez. Rollenförd., Pilot B

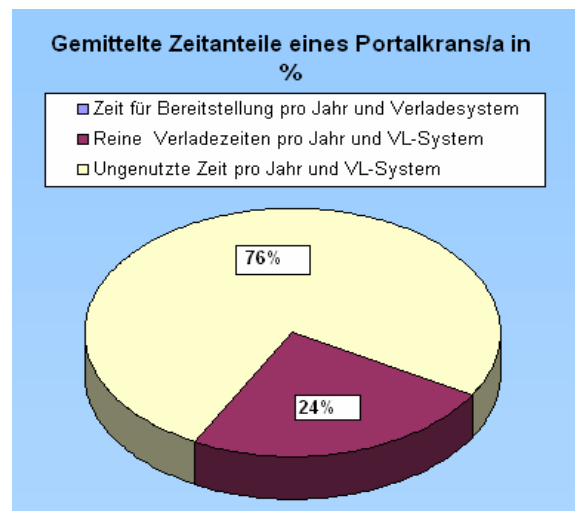


Abbildung 5-14: Verladez, Portalkran, Pilot B

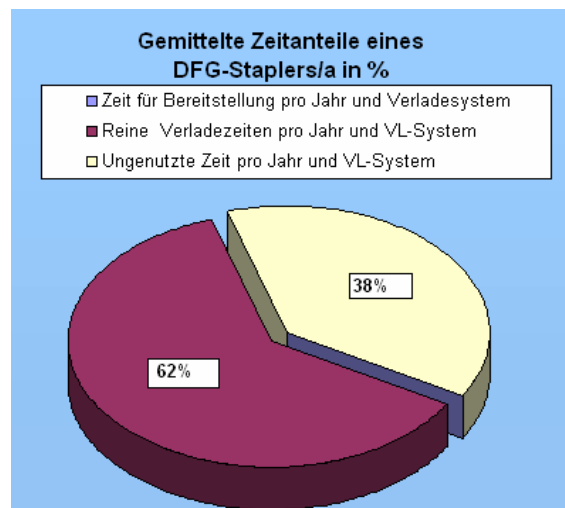


Abbildung 5-15: Verladezeiten DFG-Stapler, Pilot B

## **5.2 Planungsphase (Pilot B)**

### **5.2.1 Groboptimierung (Pilot B)**

#### **Groboptimierung Rollenförderer (Pilot B)**

Im folgenden Kapitel werden die k.o.-Kriterien des Rollenförderers ausgewertet und Verbesserungsmaßnahmen vorgeschlagen und erörtert.

Um den Rollenförderer in die bestehende Betriebsstruktur zu integrieren, bedarf es bestimmter Anpassungsmaßnahmen. Wie man der obigen Analyse des Rollenförderers entnehmen kann, gibt es drei Kriterien, die bisher aufgrund der bestehenden Strukturen einen Einsatz des Rollenförderers unmöglich machen. Auf der einen Seite ist das Kriterium „Geplante Rampenart“ (Detailansicht Nr. 22) ausschlaggebend, weshalb der Rollenförderer in der momentanen Situation schlecht integriert werden kann. Hier müsste man zusammen mit dem Anbieter der Umschlagtechnik über die am besten geeignete Anpassungsmöglichkeit nachdenken, um mit dem geringsten Aufwand eine effektive Umbaumaßnahme gegebenenfalls zu planen. Hier ist natürlich zuerst eine grundsätzliche Realisierbarkeit zu untersuchen. Im Folgeschritt müssen die notwendigen Anpassungs- und Umbaumaßnahmen bewertet werden.

Weiterhin schreibt der Einsatz eines automatischen Materialflussförderers wie dem Rollenförderer die strikte Trennung von Fahr- und Gehwegen zum Materialflussförderer hin vor. Daraufhin müsste das Kriterium „Trennung von Fahr- und Gehwegen zu automatischen Materialflussförderern“ (Detailansicht Nr. 15) aufgrund der aktuellen Sicherheitsvorschriften angepasst werden. Dies sollte nur ein kleines organisatorisches Problem darstellen.

Ein weiteres „k.o.-Kriterium“ ergibt sich aus dem Punkt „Geplanter einzusetzender Fuhrpark“ (Detailansicht Nr. 27). Hier besteht für den vorliegenden Fall das Problem, dass Anpassungsmaßnahmen auf den bisher verwendeten LKW notwendig werden und gegebenenfalls auch über eine zukünftige Neuanschaffung diskutiert werden müsste. Anpassungsmaßnahmen können je nach Hersteller der Umschlagtechnik kleinerer Natur sein, was eine große Investition zunächst vermeiden könnte. Jedoch sollte auch genauer untersucht werden, ob nicht die Neuanschaffung nachhaltig die bessere Variante wäre, da die daraus resultierenden Vorteile die nötigen Investitionen bei weitem rechtfertigen würde.

Werden die vorgeschlagenen Optimierungsmaßnahmen umgesetzt, erhält man die folgende Zugehörigkeits- bzw. Eignungsgrade. Hieran erkennt man noch einmal deutlich, dass der Rollenförderer eine hohe Eignung aufweist.

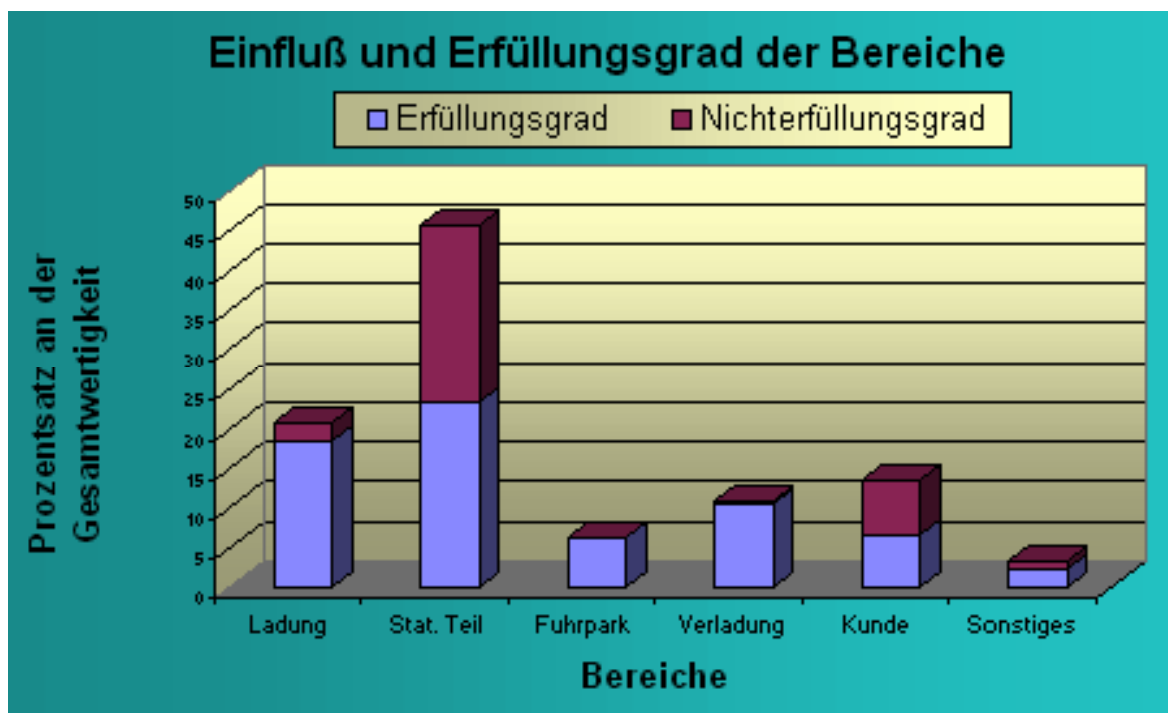


Abbildung 5-16: Erfüllungsgrade bei angepassten Ist-Daten (Rollenf.), Pilot B





Abbildung 5-17: Eignungsgrade bei angepassten Ist-Daten (Rollenf.), Pilot B

In der Auswertung kann man erkennen, dass die k.o.-Kriterien in den Bereichen „Stationärer Teil“, „Verladung/Fahrt“ und „Fuhrpark“, durch die erläuterten Maßnahmen behoben werden können. Weitere Möglichkeiten, die Einsatzvoraussetzungen dieses Umschlagsystems zu optimieren, werden in der Feinanalyse diskutiert.

### Groboptimierung Portalkran (Pilot B)

Auch der Portalkran kann ohne Optimierungsmaßnahmen der Struktur des Umschlagbereiches nicht eingesetzt werden.

Es ergibt sich, wie schon beim Rollenförderer erwähnt, ein Ausschlussgrund aus dem Punkt „Geplanter einzusetzender Fuhrpark“ (Detailansicht Nr. 27). Eine Umgestaltung des Fuhrparks ist auch hier erforderlich. Hier muss analysiert werden (mit den Herstellern der jeweiligen Systeme), welche Umgestaltung des LKW durchführbar und im Sinne der Kosten-Nutzen-Rechnung auch angebracht erscheint. Es ist anzunehmen, dass eine Neuanschaffung eines entsprechenden LKW die optimalen Vor-

aussetzungen für einen effizienten Einsatz der Fördertechnik bieten würde, gerade weil für das Verladeaufkommen nur ein LKW benötigt wird. Ebenso müsste für eine Eliminierung des k.o.-Kriteriums Nr. 15 eine Trennung von Fahr- und Gehwegen erfolgen, was lediglich eines kleinen Eingriffs bedarf.

Das dritte Kriterium, welches die Eingliederung des Portalkrans verhindert, ist die „Geplante Art der Ladungsbereitstellung“ (Detailansicht Nr. 21). Eine schon hier einsetzende Automatisierung, also eine Automatisierung des gesamten Materialflusses vom Lager bzw. direkt aus der Produktion bis zum Umschlagbereich mit dem Portalkran, würde den Umschlagprozess erheblich vereinfachen und zusätzliche Zeiteinsparung mit sich bringen.

Die Betrachtung der gesamten Eignungsgrade der beiden automatisierten Systeme bescheinigt dem Portalkran einen minimalen Vorteil, der jedoch in der Feinanalyse noch verifiziert werden muss.

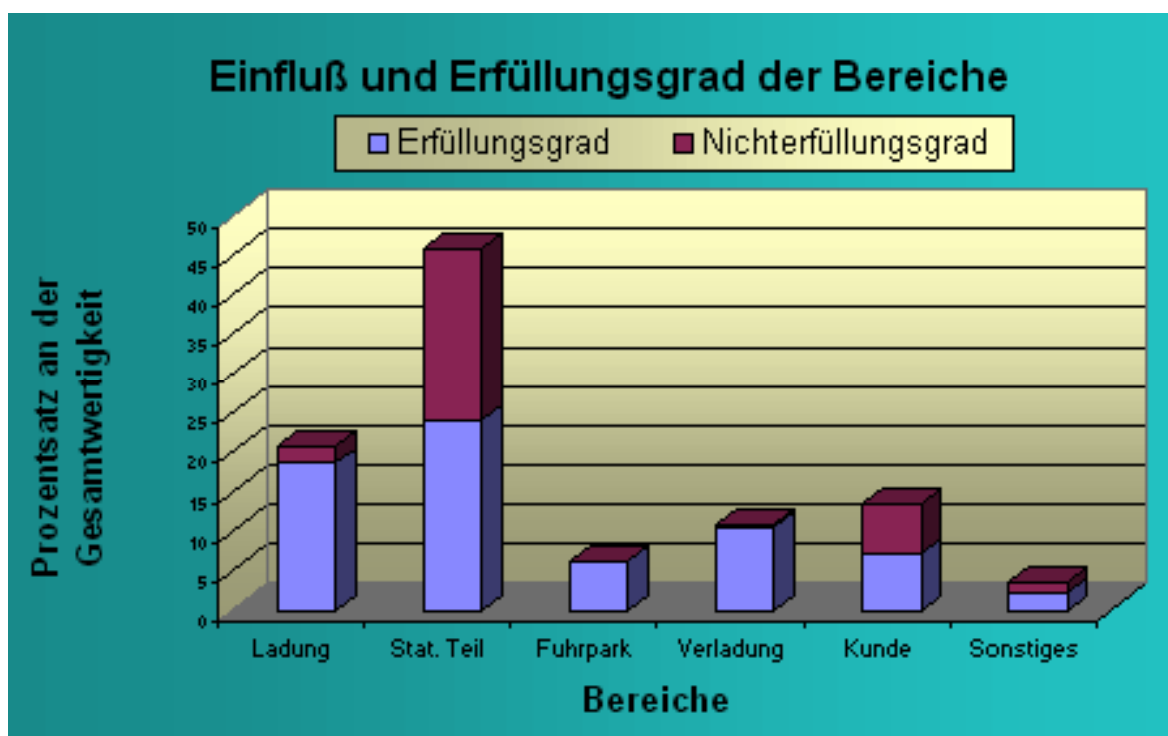


Abbildung 5-18: Erfüllungsgrade bei angepassten Ist-Daten (Portalk.), Pilot B



Abbildung 5-19: Eignungsgrade bei angepassten Ist-Daten (Portalk.), Pilot B

### Zwischenfazit Groboptimierung (Pilot B)

Wie die Groboptimierung der beiden Systeme zeigt, sind bei dem Unternehmen B die Voraussetzungen für eine Automatisierung in der momentanen Situation sicherlich noch nicht als optimal anzusehen, jedoch ist eine Automatisierung grundsätzlich möglich und aus dem Blickpunkt eines Kosten-Nutzen-Vergleichs durchaus interessant. Das Kriterium „Trennung von Fahr- und Gehwegen“ ist organisatorischer Natur und sollte im Normalfall ohne großen Aufwand anzupassen sein. Der bisher noch zu optimierende Fuhrpark, welcher sich auf einen LKW beschränkt, ist sicherlich kein allzu großes Hindernis. Beim Rollenförderer müsste man die Rampenart und beim Portalkran die Zuförderung der Paletten verändern. Auch hier kann durch eine detaillierte Kostenanalyse mit entsprechenden Angeboten von Herstellern analysiert werden, ob eine Automatisierung diese Aufwendungen kompensieren würde.

## 5.2.2 Feinoptimierung (Pilot B)

Im vorherigen Teil wurden die zwingend notwendigen Maßnahmen behandelt, um generell den Einsatz der ausgewählten Umschlagsysteme (Portalkran, Rollenförderer) zu ermöglichen. Es wurde noch nicht auf die Möglichkeiten eingegangen, den Einsatz dieser Systeme effizienter zu gestalten. Diese Anpassungsmaßnahmen der bestehenden Betriebsstruktur werden in diesem Kapitel näher behandelt. Es muss untersucht werden, welche Anpassungsmaßnahmen sowohl vor dem Hintergrund der technischen Machbarkeit, dem daraus resultierenden Gesamteignungsgrad und den entstehenden Kosten als sinnvoll in Betracht zu ziehende Lösungen geplant und umgesetzt werden sollen und welche Kriterien unverändert bleiben können.

### Feinoptimierung Rollenförderer (Pilot B)

Das Kriterium „Ladungssicherung im Fahrzeug“ (Detailansicht Nr. 7) lässt sich durch einen Wegfall der bisher verwendeten Ladungssicherung der Paletten verbessern. Dies ist je nach Wahl der Umschlagtechnik mit dem entsprechenden Hersteller realisierbar.

Weiteres Optimierungspotential bietet sich durch eine automatisierte Verbindung des Lagers bzw. der Produktion mit dem Umschlagbereich. Dies ist zwar nicht wie beim Portalkran eine Voraussetzung für den Einsatz des Rollenförderers, würde aber den Materialfluss im Hinblick auf Durchgängigkeit und Einheitlichkeit durch den Wegfall von Schnittstellen optimieren. Hierdurch könnten die Kriterien Nr. 20 und Nr. 21 erheblich gesteigert werden. Dies bedarf noch einer genaueren Betrachtung, ist aber auf alle Fälle in Betracht zu ziehen, da dadurch eine durchgängige Automatisierung erreicht werden würde.

Zuletzt lässt sich der Einsatz eines automatisierten Systems und im speziellen der Einsatz des Rollenförderers durch eine Automatisierung im Bereich der Datenerfas-

sung (Detailansicht Nr. 24 und Nr. 31) effizienter gestalten, wodurch das System wirklich in die Lage versetzt wird, den Umschlagvorgang selbständig auszuführen. Erst das Zusammenspiel zwischen einem durchgängig mit Förderern ausgestatteten Umschlagbereich und der nötigen Informationstechnologie zur Objektidentifizierung, versetzt das Gesamtsystem in die Lage, den Verladevorgang automatisiert durchzuführen, so dass nur noch geringer Personalbedarf zur Steuerung und Überwachung des Umschlagbereichs vonnöten ist. Anhand des Vergleichs der unten angeführten Grafik mit der Grob-Auswertung lassen sich die verbesserten Einsatzmöglichkeiten nach der Optimierung der relevanten Kriterien erkennen.

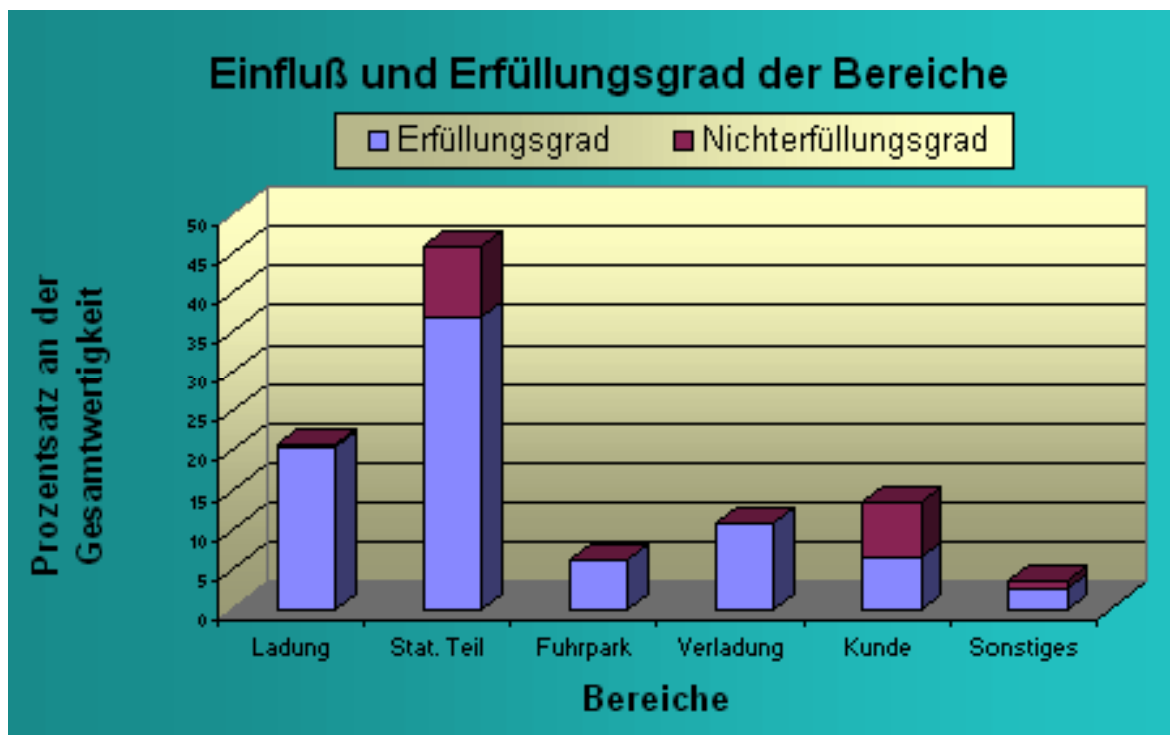


Abbildung 5-20: Erfüllungsgrade bei optimierten Ist-Daten (Rollenf.), Pilot B

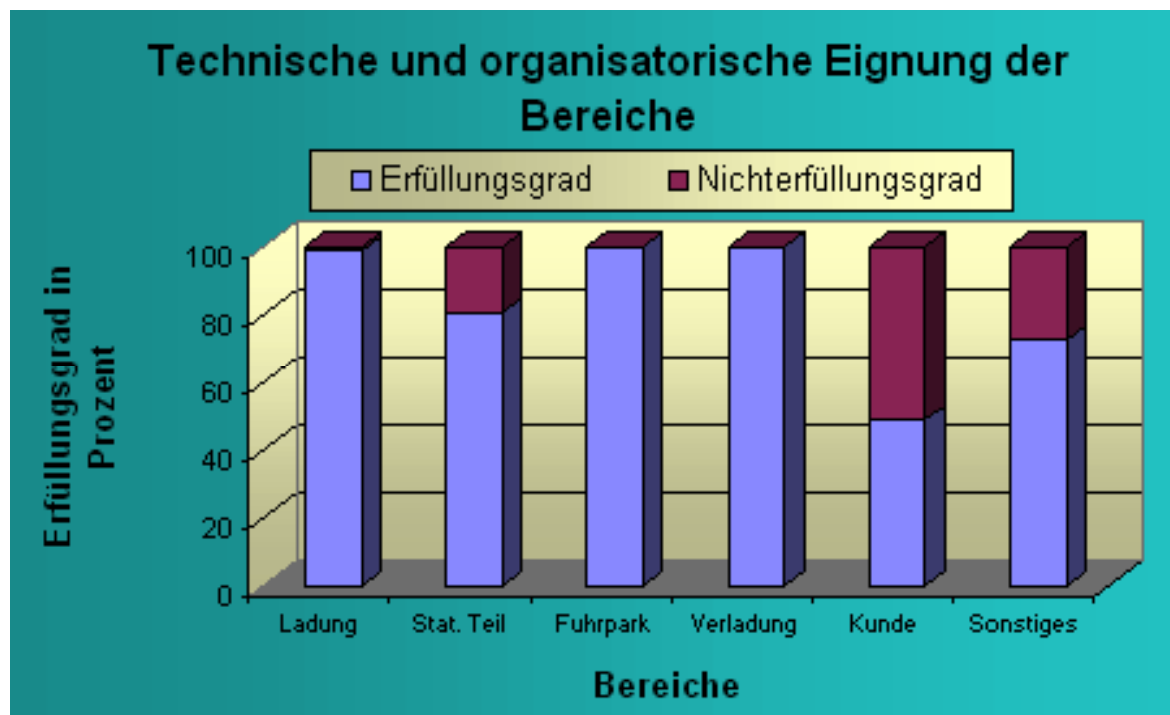


Abbildung 5-21: Eignungsgrade bei optimierten Ist-Daten (Rollenf.), Pilot B

### Feinoptimierung Portalkran (Pilot B)

Die möglichen Anpassungen für den Portalkran sind nahezu identisch mit den Maßnahmen, die auch die Einsatzmöglichkeit des Rollenförderers optimieren würden. Auch hier verbessern vor allem die Faktoren „Automatisierung des Materialflusses“ (Nr. 20 und Nr. 37) und "Automatisierung der Datenerfassung" (Nr. 24 und Nr. 31) erheblich den Umschlagprozess. Diese Kriterien sind Faktoren, die bei jeder Automatisierung mehr oder weniger von entscheidender Bedeutung sind, da ohne die Erfüllung der hier vorausgesetzten Bedingungen eine Automatisierung nur unzureichend realisierbar ist.

Ebenso sollte man mit dem Hersteller eine Möglichkeit zur Eliminierung der Ladungssicherung im Fahrzeug erörtern (Kriterium Nr. 7).

Die neuen Eignungsgrade nach einer möglichen Optimierung der einzelnen Kriterien lassen die verbesserten Einsatzmöglichkeiten des Portalkrans erkennen.

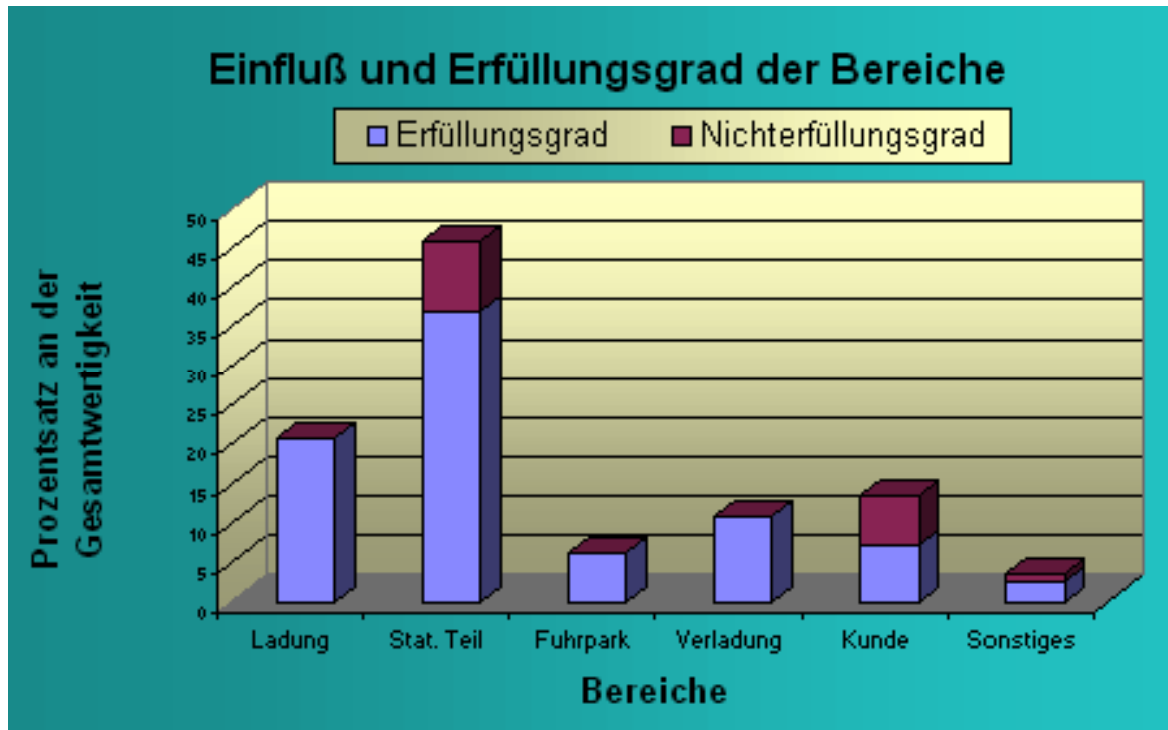


Abbildung 5-22: Erfüllungsgrade bei optimierten Ist-Daten (Portalk.), Pilot B



Abbildung 5-23: Eignungsgrade bei optimierten Ist-Daten (Portalk.), Pilot B

An dieser Stelle bleibt festzustellen, dass durch einige wenige aber entscheidende Unterschiede der Ausgangssituation zwischen den Unternehmen (Pilot A) und (Pilot B), die aus der Technikanalyse resultierenden Umschlagsysteme, die den jeweiligen Einsatzbedingungen jeweils am besten entgegenkommen, vollkommen unterschiedlich sind. Es ist zu erkennen, wie das Tool kleine Unterschiede der Ist-Situation zielgerichtet verarbeitet und die bestgeeignete Lösung dem Anwender darstellt.

### **Zwischenfazit Feinoptimierung (Pilot B)**

Anhand der Feinoptimierung der Ausgangssituation wird ersichtlich, dass mehrere Randbedingungen zu überarbeiten und sicherlich teilweise auch mit größerem Aufwand verbunden sind, jedoch hat sich auch gezeigt, dass aufgrund der guten Grundvoraussetzungen bei Pilot B eine Automatisierung ideal eingesetzt werden könnte und großes Potential ausschöpfen würde. Dieses Potential sollte in der folgenden Kostenanalyse auch aus monetärer Sicht bestätigt werden.

## **5.3 Umsetzungsphase (Pilot B)**

Die obigen Auswertungsschritte wurden speziell in Hinsicht auf den innerbetrieblichen Transport in Unternehmen (Pilot B) durchgeführt.

In der Technikanalyse mussten bereits einige Systeme wegen technischer Integrationsprobleme ausgeschlossen werden. Aufgrund der bestehenden Betriebsstruktur kann man die in Frage kommenden Umschlagsysteme auf den Rollenförderer bzw. den Portalkran reduzieren. Diese Systeme können aus technischer Sicht mittels beschriebener Anpassungsmaßnahmen integriert werden und würden dann auch optimale Eignungsgrade aufweisen.



### **Ergebnis Technikanalyse:**

- Rollenförderer
- Portalkran

Die Kostenanalyse zeigt, welches Potential die mögliche Automatisierung mit sich bringen würde.

### **Ergebnis Wirtschaftlichkeitsanalyse:**

- Rollenförderer (59,30 EUR/h)
- Portalkran (78,13 EUR/h)
- DFG-Stapler (124,93 EUR/h)

Im Pilotprojekt B ist damit Ratioanalysierungspotenzial nachgewiesen.

### **5.3.1 Vorgehensweise (Pilot B)**

Die Auswertungsunterlagen wurden der Geschäftsführung der Firma (Pilot B) präsentiert und zur Verfügung gestellt. Im Weiteren ist der Kontakt zu den Herstellern der Verladetechnik hergestellt worden. Es folgte das Erstellen des Lastenhefts, anhand dessen Angebote eingeholt werden konnten.

Bei der Umsetzung ergaben sich folgende Schwerpunkte der genaueren Betrachtung:

- Hauptproblematik: Platzbedarf automatisierter Anlagen.
- Fokus auf Bereich des internen Transports.
- 2 Arten:

- Versorgung der Abfüllanlage 2 mit Leergut, Abtransport abgefüllter Flaschen ins Reifelager (20 Fahrten / 2 Schichten);
- Versorgung des Verladebereichs mit nicht einzulagernder Ware (15-40 Fahrten / 2 Schichten);
- Integration von 4 automatischen Anlagen erforderlich;
- Unterbringung Verladestelle 1 unproblematisch;
- Größte Platzprobleme bei Verladestelle 2, überdachter Blocklagerbereich;
- Hierbei insgesamt 4 LKW gebunden (+ Aushilfe durch externen Transport bei Bedarf);

In der unteren Abbildung sind die örtlichen Gegebenheiten des Pilotprojekts B dargestellt. Dabei ist der Transportweg der Lkw verläuft zwischen den beiden markierten Blocklagern.

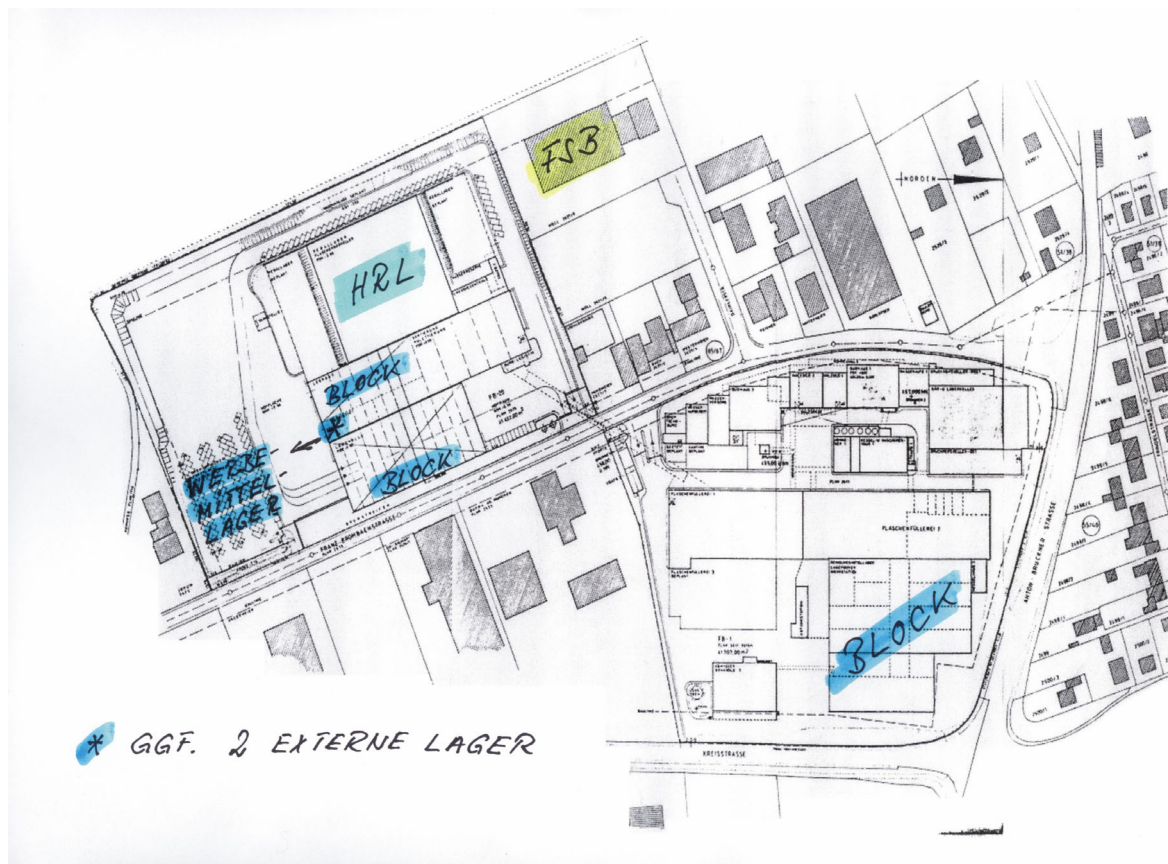


Abbildung 5-24: Örtliche Gegebenheiten Pilot B

Anhand der Planungsdaten wurde für folgende technischen Randbedingungen ein Richtpreisangebot erstellt:

- 2 stationäre Fördereinrichtungen für Bereitstellung (L=14,30m) mit Anbauten und Steuerungen
- 2 stationäre Fördereinrichtungen für Entladung (L=14,30m) mit Anbauten und Steuerungen
- 1 Systemauflieger mit Fördereinrichtung

### **5.3.2 Aktueller Stand (Pilot B)**

Dieses Richtpreisangebot wurde zusammen mit den erstellten Planungsunterlagen der Geschäftsführung vorgelegt. Der Entscheid seitens der Werksleitung steht bislang noch aus.

## **6 Anpassungsmaßnahmen**

In Folge der Erprobung des Tools im Praxiseinsatz stellten sich einige Unzulänglichkeiten der Programmierung hinsichtlich Zuverlässigkeit, Inkonsistenz von Datensätzen und Benutzerfreundlichkeit heraus. In diesem Kapitel wird erläutert, inwiefern diese Mängel beseitigt bzw. verbessert wurden.

### **6.1 Ziele der Anpassungsmaßnahmen**

Das Hauptaugenmerk bei der Verbesserung des Programms lag darauf, dessen Stabilität bzw. Lauffähigkeit zu verbessern, sowie eine benutzerfreundliche Bedienung des Programms (mittels in VBA hinterlegten Schaltflächen und verbesserter optischer Gliederung) zu realisieren. Weiterhin sind aktuelle Daten (z.B. Diesel-, LKW-Kosten) in das Programm eingepflegt worden.

### **6.2 Technikanalyse**

#### **6.2.1 Buttons**

Durch Einsatz von Schaltflächen wird das Navigieren durch das Programm vereinfacht bzw. dessen Funktionsfähigkeit erweitert. Im Datenblatt „Datenerfassung und Eignung“ ist der Button „Drucken“ neu hinzugefügt worden, um eine Dokumentation der aufgenommen Ist-Daten zu vereinfachen.

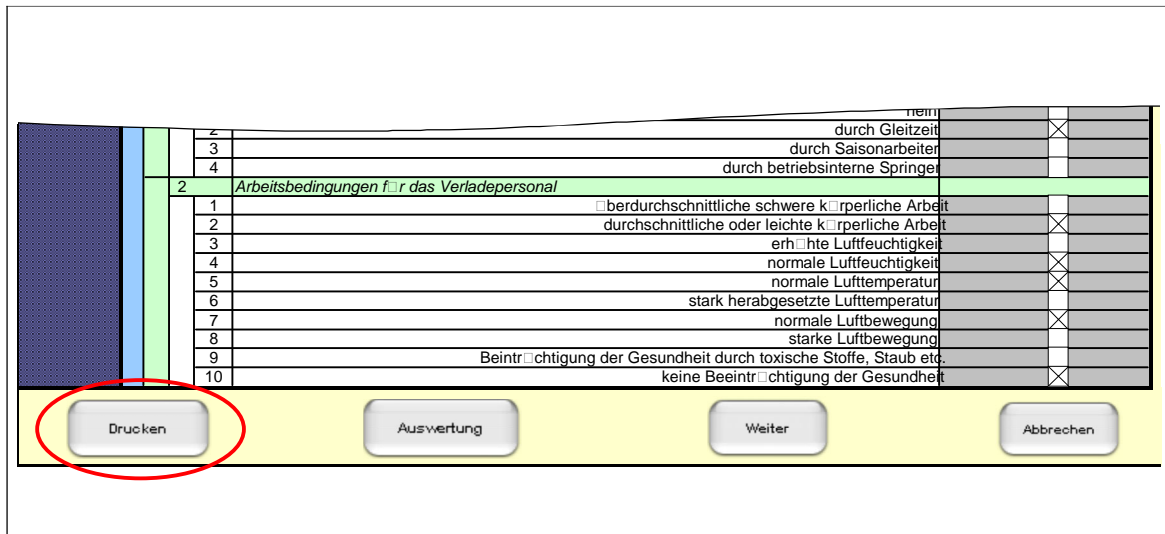


Abbildung 6-1: Schaltfläche „Drucken“ im Datenb. „Datenerfassung und Eignung“

Die Eingabe der Ist-Daten wurde mittels anwählbaren Schaltflächen vereinfacht.

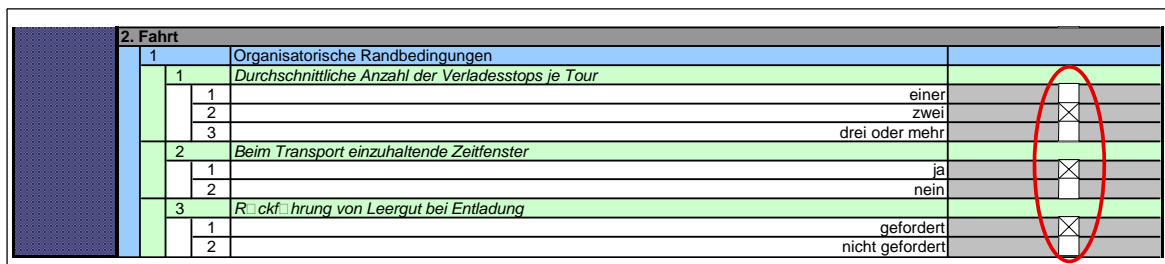


Abbildung 6-2: Auswahl Schaltflächen im Datenblatt „Datenerfassung und Eignung“

Das Datenblatt „Auswertung“ ist um die Schaltflächen „anderes System auswählen“ und „zurück“ erweitert worden.

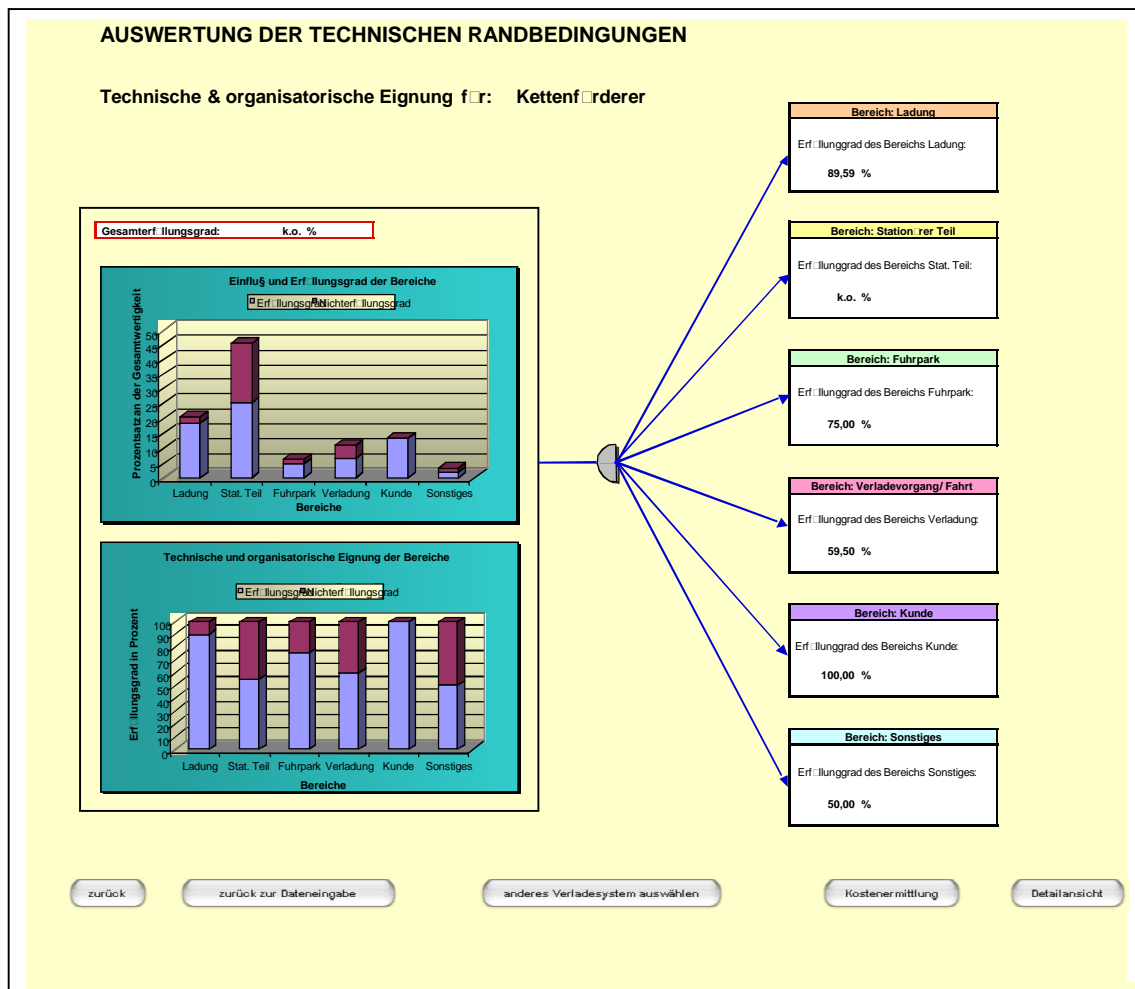


Abbildung 6-3: Schaltflächen im Datenblatt „Auswertung“

Die Möglichkeit, in diesem Datenblatt das Verlatesystem direkt wechseln zu können, ermöglicht einen raschen Vergleich der Erfüllungsgrade der verschiedenen Systeme, ohne umständlich, wie es in der Vorgängerversion des Programms der Fall war, durch alle Datenblätter einzeln navigieren zu müssen. Die Schaltfläche „zurück“ dient dazu, die vorhergehende Seite aufrufen zu können.

Das Datenblatt „Details“ wurde um die „Rückspringbuttons“ erweitert, sowie ebenfalls um einen „zurück“ Button.

Kunde					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
34	Zustimmung zum Einsatz automatisierter Systeme (Vertr. gef. r. min. 5 Jahre)	12,86	12,86	0,00	100
35	Art der Entladung am Zielort	0,65	0,65	0,00	100

Sonstiges					
Nr.	Einflussgröße	IST-Absolutwert	Max-Absolutwert	Min-Absolutwert	Erfüllungsgrad in %
36	Art der Planung	1,55	3,10	0,00	50
37	Automatisierungsgrad des Unternehmens v.a. im Umschlagbereich	0,16	0,32	0,00	50

zurück      zurück zur Dateneingabe      Gestaltungshilfen      Kostenermittlung

Abbildung 6-4: Schaltflächen im Datenblatt „Details“

Die im obigen Bild dargestellten „Rückspringbuttons“ ermöglichen es, ein Kriterium gezielt in der Ist-Daten-Eingabeliste („Datenerfassung und Eignung“) wieder zu finden und gegebenenfalls die Eingabe zu korrigieren. Dadurch wird der iterative Anpassungsvorgang, um die optimalen Voraussetzungen für ein automatisiertes Umschlagsystem zu ermitteln, vereinfacht.

### 6.2.2 Gestaltungshilfen

Die Hilfedatei kann in der Technikanalyse im Datenblatt „Details“ durch den Button „Gestaltungshilfen“ aufgerufen werden.

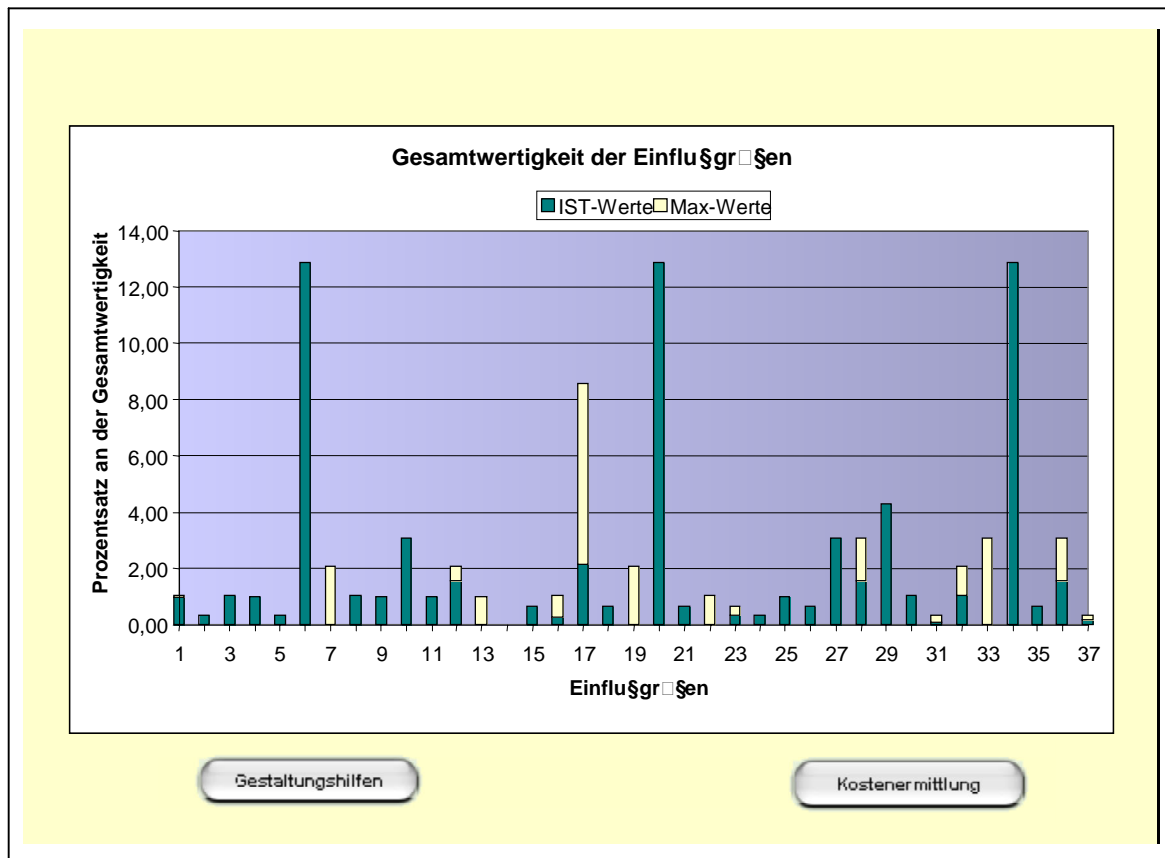


Abbildung 6-5: Der Button „Gestaltungshilfen“ im Datenblatt „Details“

Sie beinhaltet nützliche Informationen zu den Verladesystemen sowie zu den Voraussetzungen, diese effizient einsetzen zu können.



Inhaltsverzeichnis	
<b><u>1. Datenerfassung „Ausgangssituation“</u></b>	<b><u>3. Gestaltungsvorschläge</u></b>
Allgemeines	Ladung
Ladung	Stationärer Teil Beladung
Stationärer Teil Beladung	Fahrzeug
Fahrzeug	Verladevorgang Fahrt
Verladevorgang Fahrt	Stationärer Teil Entladung
Stationärer Teil Entladung	Sonstiges
Sonstiges	
<b><u>2. Datenerfassung „Kostenermittlung“</u></b>	<b><u>4. Technische Beschreibung der Verladestysteme</u></b>
Allgemeines	Rollenförderer
Dateneingabe	Kettenförderer
Berechnete Größen	Transportbandförderer
Kostenermittlung	Tragprofilförderer
Auswertung	Portalkran
	Brückenkran
	Teleskopgabelförderer

*Abbildung 6-6: Struktur Helpdatei*

In den Kapiteln Datenerfassung „Ausgangssituation“ und Datenerfassung „Kostenermittlung“ wird das Vorgehen zur Dateneingabe der Technikanalyse sowie der Kostenanalyse beschrieben. Im Kapitel Datenerfassung „Kostenermittlung“ wird auch weiterhin auf die Auswertung der eingegebenen Daten eingegangen.

Im Kapitel „Gestaltungsvorschläge“ werden die einzelnen Unterkriterien der Dateneingabe in der Technikanalyse in allgemeiner Form näher erklärt.

Das Kapitel „Technische Beschreibung der Verladestysteme“ enthält allgemeine Informationen zu den verschiedenen automatisierten Verladestystemen die im Planungstool behandelt bzw. bewertet werden.

Die Struktur der bestehenden Helpdatei wurde weitestgehend übernommen, es wurden lediglich die ersten zwei Kapitel um die noch fehlenden Informationen erweitert. Das Dekompilierungsprogramm sowie der Compiler liegen der Programm-CD bei, um spätere Erweiterungen der Helpdatei zu ermöglichen.

### 6.2.3 Optische Maßnahmen

Die optischen Anpassungsmaßnahmen beschränken sich in der Technikanalyse auf die Anpassung der Farbgebung sowie auf eine übersichtlichere Nummerierung der zu bewertenden Kriterien.

Technische, organisatorische Voraussetzungen (Datenerfassung)				
Neuplanung / Anpassungsplanung				
Bereich	Einflussgröße		Zutreffendes Merkmal	
Ladung	1. Art der Transporthilfsmittel			
	1	1	Standardisierte THs: Paletten	
	1	1	Euro-, Industrie-Palette o.ä.	
	1	1	1	1-10% am Gesamtumschlag
	1	1	2	11-20% am Gesamtumschlag
	1	1	3	21-30% am Gesamtumschlag
	1	1	4	31-40% am Gesamtumschlag
	1	1	5	41-50% am Gesamtumschlag
	1	1	6	51-60% am Gesamtumschlag
	1	1	7	61-70% am Gesamtumschlag
	1	1	8	71-80% am Gesamtumschlag
	1	1	9	81-90% am Gesamtumschlag
	1	1	10	91-100% am Gesamtumschlag
1	2	Rollbehälter (720x810)		
1	1	1	1-10% am Gesamtumschlag	

Technische, organisatorische Voraussetzungen (Datenerfassung)				
Bereich	Einflussgröße		Zutreffendes Merkmal	
	1. Art der Transporthilfsmittel			
	1	1	Standardisierte THs: Paletten	
	1	1	Euro-, Industrie-Palette o.ä.	
	1	1	1	1-10% am Gesamtumschlag
	1	1	2	11-20% am Gesamtumschlag
	1	1	3	21-30% am Gesamtumschlag
	1	1	4	31-40% am Gesamtumschlag
	1	1	5	41-50% am Gesamtumschlag
	1	1	6	51-60% am Gesamtumschlag
	1	1	7	61-70% am Gesamtumschlag
	1	1	8	71-80% am Gesamtumschlag
	1	1	9	81-90% am Gesamtumschlag
	1	1	10	91-100% am Gesamtumschlag
2	1	Rollbehälter (720x810)		
1	1	1	1-10% am Gesamtumschlag	

Abbildung 6-7: Optische Anpassungsmaßnahmen „Datenerfassung und Eignung“

## **6.3 Kostenanalyse**

### **6.3.1 Allgemeine Änderungen**

Die Kostenanalyse beschränkte sich in der Ausgangsfassung auf die Systeme DFG-, E-Stapler, E-Gehabelhubwagen, die dem Portalkran und Tragprofilförderer in der wirtschaftlichen Betrachtung gegenübergestellt wurden.

Da in der Technikanalyse hingegen wesentlich mehr Umschlagtechniken, die eine Automatisierung ermöglichen, analysiert wurden, musste aus Gründen der Einheitlichkeit und Anwendungsfähigkeit natürlich auch die Kostenanalyse um diese Systeme erweitert werden. Hierzu wurden aus Informationen von Herstellern und aus der Literatur die Systeme Ketten-, Rollen- und Gurtförderer im Datenerfassungsbogen und in allen Berechnungs- und Auswertungsteilen ergänzt.

Eine weitere Anpassungsmaßnahme, die im Zuge der Tool-Verbesserung erfolgte, war die umfassende Aktualisierung der Daten, da im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung und der Euroumstellung, dem, die vorhandenen Daten veraltet waren. Dazu wurden die verschiedenen Hersteller von Umschlagtechniken und LKW kontaktiert und entsprechend die benötigten Informationen eingeholt.

### **6.3.2 Buttons**

Wie auch in der Technikanalyse wurden in der Kostenanalyse Buttons eingefügt, die dem Anwender ein problemloses Navigieren innerhalb der Kostenanalyse ermöglichen und eine Fehlbedienung ausschließen. Dabei wurde gezielt darauf geachtet, dass alle erdenklichen zielführenden Handlungen vom Anwender realisierbar sind, um ihm ein möglichst hohen Grad an Gestaltungsfreiheit zu bieten. So hat der Anwender jederzeit die Möglichkeit, zurück zum Datenerfassungsbogen (Registerblatt 1) zu navigieren, um getroffene Eingaben einzusehen und gegebenenfalls anzupassen, um auf einfache Art und Weise mehrere Situationen aus kostentechnischer Sicht durchzuspielen. Dies führt automatisch zu hoher Transparenz beim Arbeiten mit dem Tool.

### **6.3.3 Optische Maßnahmen**

In der Kostenanalyse wurden einige optische Verbesserungen durchgeführt, um die Nutzung des Tools zu optimieren. Bei der Dateneingabe wurden die Zellen, die unveränderbar sind, weil ihnen Formeln hinterlegt sind, durch die Farbgebung visuell von den Zellen, in denen der Nutzer aktuelle und unternehmensspezifische Daten eintragen muss, abgehoben. Die Eingabefelder sind gelb gefärbt und fallen dem Nutzer sofort ins Auge. Auch wurde das für die Entscheidungsfindung relevante Endergebnis, die anfallenden Kosten pro Stunde je Umschlagsystem-Variante, rot markant gefärbt.

Des Weiteren wurden die Diagramme auf allen Seiten der Kostenauswertung vereinheitlicht und in der Form aufbereitet, so dass sie eine hohe Aussagekraft aufweisen.

## 7 Zusammenfassung

In vielen Bereichen der Industrie und des Handels mit hohem Güterumschlag werden moderne und hochautomatisierte förder- und lagertechnische Geräte eingesetzt. Am Punkt der Übergabe an den außerbetrieblichen Transport hört aber in vielen Fällen die Automatisierung auf. Die Verladung von Stückgütern bei Lkw geschieht trotz geeigneter automatisierter Umschlagsysteme überwiegend manuell mit Gabelhubwagen oder Staplern. Der Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) entwickelte ein rechnergestütztes Hilfsmittel, um die Möglichkeiten der hierin verborgenen Rationalisierungspotenziale aufzuzeigen, aber auch Risiken und Gefahren einer Automatisierung des Umschlagbereichs abzuschätzen. Dieses Werkzeug wurde nun im harten planungsbegleitenden Einsatz in mehreren Pilotprojekten getestet.

Dabei hatte das rechnergestützte Planungswerkzeug nicht die Aufgabe, die heuristischen Tätigkeiten eines Planers ersetzen, sondern es soll ihn dabei unterstützen, aufwandsarm die wichtigsten Kenngrößen zu ermitteln.

Um die bestmögliche Nutzbarmachung des Werkzeugs in Hinblick auf einen praxisbezogenen Einsatz zu erreichen, wurde es in mehrere Pilotanwendungen erprobt. Dieser planungsbegleitende Einsatz war zu einer Verifizierung der Planungssystematik ex ante herangezogen.

Eine Verifizierung ex post der erarbeiteten Planungssystematik ist bereits erfolgt. Der Zweck des Werkzeugs ist der harte planungsbegleitende Einsatz, bei dem vor allem die Vorteile der Rechnerunterstützung zu tragen kommen. Zur Generierung und bei der Durchführung der Pilotprojekte waren die wichtigsten zu durchlaufende Schritte:

- Kontaktaufnahme mit potenziellen Anwenderfirmen unterschiedlicher Branchen.
- Erfassung der Ist-Situation: Bei den Pilotfirmen wurden vor Ort die notwendigen Daten und Randbedingungen für die Untersuchung und Planung aufgenommen.

- Auswertung mit Hilfe des Planungswerkzeugs: Mit Hilfe des Planungswerkzeugs wurde die Ist-Situation bewertet und eine Auswahl nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der geeigneten Umschlagtechnik getroffen.
- Kontaktaufnahme mit Herstellern: Für das ausgewählte Umschlagsystem wurde ein Lastenheft erstellt und erste Gespräche mit den jeweiligen Herstellerfirmen geführt.
- Die aus der Praxis gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungswerte flossen in eine Optimierung der Bewertungsalgorithmen und in die Benutzerführung des Planungswerkzeugs ein.

### **Pilotprojekte**

Zur Generierung von Pilotanwendungen wurden ca. 300 potenzielle Anwenderfirmen angeschrieben. Diese Firmen wurden in erster Linie aufgrund eines zu erwartenden hohen Palettenumschlags ausgewählt. Durch das Angebot einer unentgeltlichen Analyse des Umschlagbereichs wurde Interesse an einer Kooperation bezüglich Ist-Datenerfassung und Auswertung mit Hilfe des Planungswerkzeugs geweckt. Eine weitere begleitende Beratung bei der Umsetzung der durch die Analyse als optimal erkannten Lösung wurde in Aussicht gestellt. Diese Anfragen beantworteten vor allem Getränkeabfüllern und Speditionen sehr zügig und positiv. Durch den großen Anteil an Getränkeherstellern ergab sich die interessante Möglichkeit, den Einsatz des Planungswerkzeugs bei ähnlichen Rahmenbedingungen zu testen. Da die jeweiligen Problemstellen branchenintern auf die übrigen Getränkehersteller übertragbar waren, konnten bei diesen Unternehmen zudem sehr fundierte und problembezogene Datenerhebungen vorgenommen werden.

Die vor Ort erhobenen Daten wurden zusammengestellt, entsprechend aufbereitet und in das rechnergestützte Planungswerkzeug übernommen. Aufgrund der eingegebenen Ist-Daten ergab sich in der ersten Auswertung für praktisch alle untersuchten Umschlagbereiche und alle automatisierten und teilautomatisierten Umschlagtechniken in der technischen Beurteilung nur sehr niedrige Zugehörigkeitsgrade oder das Fehlen von Einsatzvoraussetzungen.

Diese Tatsache belegt die Wichtigkeit der im Planungswerkzeug hinterlegten Funktionalität, dass zur Verbesserung der Zugehörigkeitsgrade bzw. zur Beseitigung von Ausschlusskriterien Gestaltungshilfen generiert werden. Teilweise im nachträglich geführten Dialog mit den Ansprechpartnern der untersuchten Unternehmen wurden die Gestaltungshilfen diskutiert und bezüglich ihres Realisierungsaufwands abgeschätzt. In der Folge der damit vorgenommenen Groboptimierung der Systemauswahl wurde bei sämtlichen Pilotprojekten eine Feinoptimierung durchgeführt. In Hinblick auf die Gegebenheiten im Unternehmen und aufgrund der Erfahrungen aus der Groboptimierung wurden weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Zugehörigkeitsgrade vorgenommen.

Nach diesem Schritt kristallisierten sich in allen Projekten die technisch sinnvollsten Realisierungsformen für (teil-)automatisierte Umschlagtechnik heraus. Diese wurden in der nachfolgenden Untersuchung der Wirtschaftlichkeit näher beleuchtet. Hierbei ergaben sich für die einzelnen Projekte große Unterschiede hinsichtlich des Kostenpotenzials. So musste bei einigen Pilotprojekten aufgrund der Ergebnisse der Kostenanalyse durch das Planungswerkzeug von einer Automatisierung des Umschlagbereichs abgeraten werden. Bei anderen hingegen wurden erhebliche Rationalisierungspotenziale aufgezeigt. Durch verschiedene Ergebnisvisualisierungen ließ sich die Plausibilität des Resultats ableiten. Im Weiteren wurde dadurch eine detaillierte Auseinandersetzung mit der Kostenanalyse über die reine Angabe der Kosten der Verladung pro Betriebsstunde hinaus ermöglicht. Dies legte auch die Grundlage für den weiteren Dialog mit den Ansprechpartnern der Pilotprojekte.

Modifikationen der Planungssystematik entstanden aus der Erfahrung der spezifischen Probleme der Branchen:

- Speditionen und Logistikdienstleister: Speditionen in die Untersuchung mit einzubeziehen war sinnvoll, wenn neben der reinen Speditionstätigkeit auch Dienstleistungen in Hinblick auf (Zwischen-) Lagerung durchgeführt wurden.
- Getränkeabfüller: Hier stellte sich bei den meisten Befragungen der verwendete Fuhrpark als problematische Randbedingung dar. Einerseits wurden aus Gründen des Corporate Identity sehr spezifische Lkw verwendet, für die automatisierte Umschlagtechnik kaum realisierbar ist. Andererseits erfolgt bei einigen Unternehmen (Brauereien) ein nicht zu vernachlässigender Teil des

Umsatzes durch Selbstabholung der Kunden. Ein standardisierter Umschlag kann somit hier nicht mehr vorausgesetzt werden.



*Abbildung 7-1: Spezifische Lkw beschränken Einsatzmöglichkeiten*

## **Fazit**

In einigen der im Rahmen der Pilotprojekte untersuchten Umschlagbereichen wurden durch den Einsatz des Werkzeugs vor allem in der Getränkeindustrie erhebliche Rationalisierungspotenziale aufgezeigt.

Damit wurde das Projektziel erreicht.

Wichtige Grundvoraussetzungen für einen effizienten und wirtschaftlich sinnvollen Einsatz von automatisierter Verladetechnik sind:

- Hoher regelmäßiger Umschlag von standardisierten Ladeeinheiten
- Geringe Fahrzeit und damit hoher Zeitanteil der Verladung an der Gesamttransportzeit



Darüber hinaus unterliegt der jeweilige Anwendungsfall weiteren entscheidungskritischen Randbedingungen. Der Trend zum Outsourcing vor allem der außerbetrieblichen Transportaufgaben an Spedition erschwert den Einsatz automatisierter Verladetechnik. In nahezu allen untersuchten Unternehmen bestand die Situation eines fremdbetriebenen Fuhrparks. Da bei vielen automatischen Verladesystemen Aufbauten auf den Lkw-Aufliegern nötig sind, bedarf es hierbei einer starken und auch langfristigen Kooperationsbereitschaft zwischen Verladern und Fuhrparkbetreibern. Nur wenn sich eine Automatisierung für beide lohnt, kommt es zu einer raschen Umsetzung. Hierbei wurde allerdings die Erfahrung gemacht, dass die Branche eher kurzlebig und oft durch den Einsatz von Frachtbörsen geprägt ist.

Grundsätzlich sei erwähnt, dass aus den Erfahrungen der verschiedenen Pilotanwendungen bezüglich einer Automatisierung des Umschlagsbereiches übergeordnete unternehmensphilosophische Fragestellungen voranzustellen sind: hierbei bedeutet ein Mehr an Automatisierung im Umschlagbereich immer einen Zielkonflikt zwischen Automatisierung und Flexibilität. Dahingehend müssen die Randbedingungen des Anwendungsfalls auch über einen längeren Zeitraum hin absehbar sein. Gerade die Getränkeindustrie ist aber momentan durch starke Veränderungen bezüglich der Variantenvielfalt der angebotenen Produkte geprägt. Diese Entwicklung mindert eine grundsätzliche Bereitschaft zur Investition vor allem in Automatisierungstechnik.

## 8 Literaturverzeichnis

- [Arn-95] Arnold, D.:  
Materialflußlehre.  
Braunschweig, Wiesbaden: Verlag Vieweg, 1995
- [Agg-87] Aggteleky, B.:  
Fabrikplanung, Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung;  
Band 1: Grundlagen – Zielplanung – Vorarbeiten.  
2. Auflage, München, Wien: Hanser Verlag, 1987
- [Agg-90] Aggteleky, B.:  
Fabrikplanung, Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung;  
Band 3: Ausführungsplanung und Projektmanagement: Planungstechnik in der Realisierungsphase.  
München, Wien: Hanser Verlag, 1990
- [ATK-93] A. T. Kearney:  
Logistics Excellence in Europe; a Study Report prepared by  
A. T. Kearney on behalf of the European Logistics Association (ELA).  
o. O., 1993
- [Bau-91] Baumgarten, H.; Ihde, G.; Mehdau, M.:  
Beitrag zur Teilautomatisierung des Materialflusses als Instrument  
logistischer Systemgestaltung.  
München: Huss Verlag, 1991
- [Bau-96] Baumgarten, H.:  
Trends und Strategien in der Logistik 2000; Analysen – Potentiale –  
Perspektiven.  
Berlin: BVL, 1996
- [Bäu-98] Bäune, R.; Martin, H.; Schulze, L.:  
Handbuch der innerbetrieblichen Logistik, Band 2, Auswahl von Flurförderzeugen.  
Hrsg.: Jungheinrich AG, Hamburg, 1998
- [Bec-97] Beckmann, H.:  
Evolutionäre Logistik-Planung; Strategien der erfolgreichen Unternehmensentwicklung.  
In: Logistik Jahrbuch 1997  
Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt, 1997

- [Bür-98] Bürgel, W.:  
Materialfluß und Produktionslogistik; Skript zur gleichnamigen Vorlesung.  
München: Lehrstuhl fml, TU München, 1998
- [DIN 30781a] DIN 30781-1:  
Transportkette – Grundbegriffe.  
Berlin, Köln: Beuth-Verlag, 1989
- [Dud-97] Duden, Fremdwörterbuch:  
6. Auflage, Mannheim, Leipzig, Wien: Dudenverlag, 1997
- [Ehr-95] Ehrlenspiel, K.:  
Integrierte Produktentwicklung; Methoden für Prozeßorganisation, Produkterstellung und Konstruktion.  
München, Wien: Hanser Verlag, 1995
- [Eve-96] Eversheim, W.; Schuh, G.:  
Produktion und Management; Betriebshütte Teil 2.  
7. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York u.a.: Springer Verlag, 1996
- [Fis-97] Fischer, W.; Dittrich, L.:  
Materialfluß und Logistik; Optimierungspotentiale im Transport- und Lagerwesen.  
Berlin, Heidelberg, New York u.a.: Springer Verlag, 1997
- [Fre-01] Freudl, G.  
Abschlußbericht: Automatisiertes und datenbankgestütztes Hilfsmittel für dynamische Planungsprozesse von Umschlagbereichen  
Forschungsvorhaben (AiF-FV-Nr. 12377N) München 2001
- [Göp-97] Göpfert, I.:  
Innovative Logistikleistungen – Vision 21. Jh..  
In: Jahrbuch der Logistik, 1997
- [Gros-92] Grossmann, G.:  
Güterumschlag in Ostdeutschland; Entwicklungstrends im Umschlag setzen sich durch.  
In: Zeitschrift für Logistik 2/92, S. 66-69
- [Gud-99] Gudehus, T.:  
Logistik: Grundlagen, Strategien, Anwendungen.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1999

- [Gün-91] Günthner, W.:  
Wirtschaftliche Lager- und Materialflußtechnik.  
Regensburg: Seminarband, Ostbayerisches Technologie-Transfer-  
Institut (OTTI), 1991
- [Gün-92] Günthner, W.:  
Be- und Entladetechnik bei hohem Palettenumschlag.  
In: Brauindustrie 3/92, S. 200-204
- [Gün-95] Günthner, W.:  
Fördertechnik 1; Unterlagen zur Vorlesung Fördertechnik.  
München: Lehrstuhl fml, TU München, 1995
- [Gün-97a] Günthner, W.:  
Ausschuß B 3 erarbeitete die VDI-Richtlinien 4420 „Automatisches  
Be- und Entladen von Stückgütern auf Lastkraftwagen“.  
In: Logistik im Unternehmen 3/97, S. 48-49
- [Gün-97b] Günthner, W.:  
Automatisierung des Stückgut-Umschlags.  
In: Hebezeuge und Fördermittel 5/97, S. 186-187
- [Gün-99a] Günthner, W.; Freudl, G.:  
Automatisierter Stückgutumschlag: welche Möglichkeiten bietet der  
Markt dem Verloader?.  
In: Distribution 1-2/99, S. 44-47
- [Gün-99b] Günthner, W.; Freudl, G.:  
Grenzwertbetrachtung; Alternativen zur Staplerverladung – wann ist  
eine Automatisierung sinnvoll?.  
In: Brauindustrie 5/99, S. 279-285
- [Gün-99c] Günthner, W.; Freudl, G.:  
Automatische Be- und Entladesysteme.  
In: Kongreßband zum 2. VLB Logistikfachkongreß „Optimierungspo-  
tentiale in der Getränke Logistik“, Frankfurt/Oberursel, 1999
- [Gün-99d] Günthner, W.; Haller, M.:  
Im Spannungsfeld zwischen Flexibilität und Automatisierung; Sich den  
Herausforderungen stellen.  
In: Logistik Jahrbuch 1999  
Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt, 1999

- [Gün-99e] Günthner, W.:  
Materialfluss und Logistik.; Unterlagen zur Vorlesung Materialfluss  
und Logistik.  
Garching: Lehrstuhl fml, TU München, 1999
- [Gün-00] Günthner, W.; Freudl, G.:  
Erarbeiten der Einsatzfelder, Voraussetzungen und Möglichkeiten  
zum automatisierten Be- und Entladen von Stückgütern bei Lastkraft-  
wagen und Eisenbahngüterwagen; Abschlußbericht des gleichnami-  
gen AiF-Forschungsprojektes 11440 N.  
München: Utz-Verlag, 2000
- [Hab-99] Haberfellner, R.; Nagel, P.; Becker, M.; Büchel, A.; von Massow, H.:  
Systems engineering: Methodik und Praxis.  
10. Auflage, Zürich: Industrielle Organisation, 1999
- [Hoe-97] Hoepke, E.; 10 Mitautoren:  
Der Lkw im europäischen Straßengüter- und kombinierten Verkehr;  
Verkehrspolitische, technische, logistische, kalkulatorische und ökolo-  
gische Aspekte.  
Renningen-Malmsheim: expert-Verlag, 1997
- [Hor-82] Horsley, R. C.:  
A Survey of UK Distribution Costs 1982.  
In: Gottlieb Duttweiler-Institut (Hrsg.): Integrierte Logistik. Erfolgs-  
schwerpunkt für morgen. Rüslikon/Zürich, 1982, S. H1-H22
- [ISO 3569] ISO 3569:  
Stetigförderer; Klassifizierung von Stückgut.  
Berlin, Köln: Beuth-Verlag, 1978
- [Jün-89] Jünemann, R.:  
Materialfluß und Logistik.  
Berlin, London: Springer Verlag 1989
- [Ket-84] Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-J.:  
Leitfaden der systematischen Fabrikplanung.  
München, Wien: Hanser Verlag, 1984
- [Kra-90] Krampe, H.:  
Transport-Umschlag-Lagerung.  
Leipzig: VEB Fachbuchverlag, 1990
- [Len-94] Lenk, E.:  
Zur Problematik der technischen Bewertung.  
München, Wien: Hanser Verlag, 1994

- [Mart-99] Martin, H.:  
Praxiswissen Materialflußplanung; Transportieren, Handhaben, Lagern, Kommissionieren.  
Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1999
- [May-98] Mayer, H.:  
Nutzfahrzeugmarkt läuft auf hohen Touren.  
In: VDI nachrichten 35/98, S. 13
- [Pfo-94] Pfohl, H. Ch.:  
Logistikmanagement: Funktionen und Instrumente; Implementierung der Logistikkonzeption in und zwischen Unternehmen.  
Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1994
- [Pro-98] Prognos; ZEW:  
Transportmarkt Barometer.  
In: Distribution 11-12, 1998, S. 73-76
- [Röd-97] Rödiger, W.; Scherr, P.:  
Dr. Rödigers Enzyklopädie der Flurförderzeuge  
5. Auflage, Ludwigsburg: AGT Verlag, 1997
- [See-90] Seeger, G.:  
Methodik für die Ladezonenplanung.  
In: güterverkehr 7/90, S. 14-18
- [See-03] Seemüller, S.:  
Fördern contra Heben.  
In: EuroCargo 6, 2003  
Huss-Verlag München
- [Vah-98] Vahrenkamp, R.; Vogt, M.; Eley, M.:  
Logistikmanagement.  
3. Auflage: München, Wien: Oldenbourg Verlag, 1998
- [VDI-2225] VDI-Richtlinie 2225, Blatt 3 (Entwurf):  
Technisch-wirtschaftliches Konstruieren – Technisch-wirtschaftliche Bewertung.  
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1990
- [VDI 2391] VDI-Richtlinie 2391:  
Zeitrichtwerte für Arbeitsspiele und Grundbewegungen von Flurförderzeugen.  
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1982

- [VDI 2411] VDI-Richtlinie 2411:  
Begriffe und Erläuterungen im Förderwesen.  
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1970
- [VDI 2497] VDI-Richtlinie 2497:  
Empfehlung für die wirtschaftliche Betriebshaltung von Flurförderzeu-  
gen.  
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1984
- [VDI 2695] VDI-Richtlinie 2695:  
Ermittlung der Kosten für Flurförderzeuge – Gabelstapler.  
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1994
- [VDI 3589] VDI-Richtlinie 3589:  
Auswahlkriterien und Testmöglichkeiten für Flurförderzeuge (Gabel-  
stapler und Schubgabelstapler).  
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1981
- [VDI 3960] VDI-Richtlinie 3960 E:  
Ermittlung der Betriebsstunden an Flurförderzeugen.  
Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996
- [Wet-82] Wetzel, E., Jünemann, R.:  
Klassifizierung und Bewertung der Einflußfaktoren auf Verladezonen  
für Stückgutlager; Forschungsberichte zur Industriellen Logistik 23.  
Dortmund: Institut für Logistik, 1982
- [Zie-99] Ziems, D.; Neumann, G.:  
Prozeßbausteine helfen planen; Logistikprozesse aus dem Konstruk-  
tionsbaukasten.  
In: Logistik Jahrbuch 1999  
Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt, 1999

## Anhang

## A. Angeschriebene Unternehmen

Name	Postbox	Straße	Postleitzahl	X	Ort	Ansprechpartner
AEG Hausgeräte GmbH		Muggenhofer Straße 135	90429	D	Nürnberg	
Robert Bosch GmbH	Postfach 10 60 50		70049	D	Stuttgart	
Heinrich v. Pierer und Heinz-Joachim Neubürger		Wittelsbacherplatz 2	80333	D	München	
Grundig Vertriebs-GmbH		Beuthener Straße 41 - 43	90471	D	Nürnberg	
Sony Deutschland GmbH		Hugo-Eckener-Str. 20	50829	D	Köln	
EDEKA ZENTRALE AG & Co. KG		New-York-Ring 6	22297	D	Hamburg	
Lidl Dienstleistung GmbH & Co. KG		Röntelstraße 30	74167	D	Neckarsulm	
Tengelmann Warenhandels-Gesellschaft KG		Wissollstraße 5-43	45478	D	Mülheim an der Ruhr	
Penny-Markt GmbH			50603	D	Köln	
MiniMAL Handelsmarkt GmbH		Kurt-Hebach-Straße 5	55252	D	Mainz-Kastel	
Gruner + Jahr AG & Co		Am Baumwall 11	20459	D	Hamburg	
Springer-Verlag Heidelberg GmbH & Co.KG		Tiergartenstr. 17	69121	D	Heidelberg	
Georg Thieme Verlag KG		Rüdigerstraße 14	70469	D	Stuttgart	
Austria Tabak GmbH		Siemensstraße 1	85716	D	Unterschleißheim	
Brinkmann Niemeier GmbH		Corneliusstraße 36	40215	D	Düsseldorf	
Elhrt + Partner GmbH & Co.KG		Alle Riemerstraße 3	69154	D	Boppard-Buchholz	
Olympus Optical Co. (Europe) GmbH		Wendenstraße 14 - 16	20097	D	Hamburg	z. Hd. Herrn Kampf
Nissan Transport GmbH		Am Henselgraben 3	41470	D	Neuss	z. Hd. Herrn Meer
Danzas GmbH Frankfurt		Karl-Benz-Straße 39 - 41	60386	D	Frankfurt	z. Hd. Herrn Böhme
Eugen Trost GmbH & Co.		Kesselstraße 23	70327	D	Stuttgart-Wangen	z. Hd. Herrn Riegel
KfH - Logistikzentrum Aichach-Ecknach		Emil von Behring - Passage	63263	D	Neu-Isenburg	z. Hd. Herrn Dörfel
Köhne & Nagel (AG & Co.)		Schönbornsluster Straße 4	56070	D	Koblenz	z. Hd. Herrn Reuter
Rossmann Logistikgesellschaft mbH		Isernhäuser Straße 16	30983	D	Burgwedel	z. Hd. Herrn Balkau
Hammer GmbH & Co. KG		Charlottenburger Allee 33	52068	D	Aachen	z. Hd. Herrn Richter
VITA Zahnfabrik		Spitalgasse 3	79713	D	Bad Sickingen	z. Hd. Herrn Hauser
Wessels + Müller AG		Pagenlecherstraße 121	49090	D	Osnabrück	
Zschimmer & Schwarz GmbH & Co.		Max-Schwarz-Straße 3 - 5	56112	D	Lahnstein	z. Hd. Herrn Schummer
Rhenus AG & Co. KG		Robert-Bosch-Straße 3	59439	D	Holzwickede	
Spektrum Akademischer Verlag	Postfach 10 48 60	Sievogtstraße 3-5	69126	D	Heidelberg	z. Hd. Frau Nohacker
British-American Tobacco (Germany) GmbH		Alsterufer 4	20354	D	Hamburg	
Tabak-Haus Dingelstedt GmbH		Birkunger Straße 69	37351	D	Dingelstedt	
Joh. Wilh. von Eicken GmbH		Drechselstraße 1	23556	D	Lübeck	
Charles Falhorn Handels-Gesellschaft m.b.H.		Birkunger Straße 71	37351	D	Dingelstedt	
Fetter-Spiritint GmbH & Co. KG Handels-Gesellschaft		Am Kinsingwald 1	94121	D	Salzweg	
Food Import Int GmbH		Tempelhofer Weg 11-12	10829	D	Berlin	
Carl Hanser GmbH & Co.		Kolbergerstraße 22	81679	D	München	
Gebr. Heinenmann Tabakwaren-Import-u. Vertriebs-Gesellschaft mbH		Loheplatz 2	20457	D	Hamburg	
m.w.VERLAG GmbH		Kruppstraße 122	60388	D	Frankfurt am Main	
Peter Heinrichs		Hahnenstraße 2	50667	D	Köln	
Carus-Verlag GmbH Sales Department		Sielminger Str. 51	70771	D	Lf.-Echterdingen	
Heupink & Reinders GmbH		Hauptstraße 55	49828	D	Neuenhaus	
Ernst Klett Verlag GmbH	Postfach 10 60 16		70049	D	Stuttgart	
Imperial Tobacco Agio GmbH Zum		Schömannsgraben 24	47441	D	Moers	
Suhrkamp Verlag	Postfach 10 19 45		66019	D	Frankfurt am Main	
JT International Germany GmbH		Maria-Ablaß-Platz 15	50668	D	Köln	
Vertrieb, Marketing, Herstellung, EDV, Rechnungswesen	Postfach 12 01 43		10591	D	Berlin	
Kohlhase, Kopp & Co. GmbH & Co. KG		Hermann-Lüning-Weg 35	25462	D	Rellingen	
Heintz van Landewyck GmbH		Niederkircher Straße 31	54294	D	Trier	
Bund-Verlag GmbH	Postfach 90 01 68		60441	D	Frankfurt am Main	
Larus & Brother Vertriebs GmbH	Postfach 30 05 90		20302	D	Hamburg	
Verlagsgruppe Random House		Neumarkter Str. 18	81673	D	München	
Philip Morris GmbH		Fallstraße 40	81639	D	München	
Alois Pöschl Schnupf- und Rauchtobakfabriken GmbH & Co. KG		Dieselstraße 1	84114	D	Geisenhausen	
Quelle Aktiengesellschaft		Nürnbergberger Straße 91-95	90762	D	Fürth	
Beate Uhse AG		Gutenbergstr. 12	24941	D	Flensburg	
H.F. & Ph. F. Reintsma GmbH		Parkstraße 51	22945	D	Hamburg	
United Parcel Service Deutschland Inc. & Co. OHG		Droopweg 31	20537	D	Hamburg	
Rothmans Cigaretten GmbH		Bleichenbrücke 10	20354	D	Hamburg	
Apple Computer GmbH		Domacher Str. 3d	85622	D	Feldkirchen	
Santa Fe Natural Tobacco Company Europe GmbH		Ruhrstraße 13	22761	D	Hamburg	
D&W		Dückerweg 21	44867	D	Bochum	
Stanwell Vertriebs-Gesellschaft mbH		Hermann-Ritter-Straße 114	28197	D	Bremen	
Goodyear GmbH & Co. KG Z		Xantener Straße 105 Z	50733	D	Köln	
Surya Kretek Handels- und Entwicklungs GmbH		Contrescarpe 8	28203	D	Bremen	
TETA Handel Produktion AG		Kandinskystraße 24	81477	D	München	
ZF Sachs AG		Ernst-Sachs-Straße 62	97424	D	Schweinfurt	
NGK Spark Plug Europe GmbH		Harkortstraße 41	40880	D	Ratingen	
UVEX WINTER HOLDING GmbH & Co. KG		Wülzburgstraße 181	90766	D	Fürth	
Krupp Bilstein GmbH	Postfach 11 51	August-Bilstein-Str. 4	58256	D	Ennepetal	
UVEX SPORTS GmbH & Co. KG		Fichtenstraße 43	90763	D	Fürth	
ALPINA INTERNATIONAL		Eußere Industriestraße 8a	86316	D	Friedberg / Derching	
Hella KG Hueck & Co.		Rixbecker Str. 75	59552	D	Lippstadt	
Ingo Diederichs Corporate Communications Continetal Aktiengesellschaft	Postfach 169		30001	D	Hannover	
Blaupunkt GmbH	Postfach 77 77 77		31132	D	Hildesheim	
Esselte Leitz GmbH & Co KG	Postfach 30 0 20		70469	D	Stuttgart	
J. Eberspächer GmbH & Co. KG		Eberspächerstraße 24	73730	D	Esslingen	
tesa AG		Quickbornstraße 24	20253	D	Hamburg	
KAMEI GmbH & Co. KG		Stiftstraße 18	65183	D	Wiesbaden	
Luk GmbH & Co.		Industriestraße 3	77815	D	Bühl	
Beiersdorf AG		Unnastraße 48	20245	D	Hamburg	
EPSON Deutschland GmbH		Zippicher Straße 6	40549	D	Düsseldorf	
ExxonMobil Central Europe Holding GmbH		Kapstadtling 2	22297	D	Hamburg	
Canon Deutschland GmbH		Europark Fichtenhain A10	47807	D	Krefeld	
RECARO GmbH & Co.		Stuttgarter Straße 73	73230	D	Kirchheim/Teck	
Nokia GmbH		Meesmannstraße 103	44807	D	Bochum	
Webasto AG		Kraillingstraße 5	82131	D	Stockdorf	
Coca-Cola Erfrischungsgetränke AG		Friedrichstraße 68	10117	D	Berlin	
Bremer Erfrischungsgetränke-GmbH		Hemelinger Bahnhofstr. 20 - 24	28309	D	Bremen	
Continental Aktiengesellschaft Headquarters		Vahrenwalder Straße 9	30165	D	Hannover	
Nord-Ostsee-Getränke GmbH & Co. KG		Wandsbeker Straße 14	22179	D	Hamburg	
Danzas Deutschland Holding GmbH		Kennedydamm 15	40476	D	Düsseldorf	
Hessisch-Niederrheinische Getränke GmbH & Co. KG		Industriestraße 8	31135	D	Hildesheim	
Nestlé Erzeugnisse GmbH		Lyoner Straße 23	60528	D	Frankfurt am Main	
Nordwest Getränke GmbH & Co. KG Soest		Riga Ring 27	59494	D	Soest	
Intersnack Zentrale		Aachener Str. 1042	50858	D	Köln	
NGI - Niederrheinische Getränke-Industrie GmbH & Co. KG		Marie-Bermays-Ring 37	41199	D	Mönchengladbach	
Intersnack Knaiber-Getränk GmbH & Co.KG Werk Wevelinghoven		Grevenbroicher Str. 98	41515	D	Grevenbroich	
Brauerei Beck & Co		Am Deich 18/19	28199	D	Bremen	
Rhein-Main-Sieg Getränke GmbH & Co. KG		Sindlinger Weg 1	65835	D	Liederbach	



Saar-Pfalz-Erfrischungsgesellschaft GmbH & Co. KG		Von-Miller-Straße 10	67661	D	Kaiserslautern	
Brauerei Diebels GmbH & Co. KG		Brauerei-Diebels-Straße 1	47661	D	Issum	
WARSTEINER Brauerei Haus Cramer KG		Doming 4-10	59581	D	Warstein	
VELUX Deutschland GmbH	Postfach 54 02 60	Gazellenkamp 168	22502	D	Hamburg	
Nordland Papier AG	Postfach 11 60		26888	D	Dörpen	
HM Interdrink GmbH & Co. KG		Spreewaldallee 26-28	68309	D	Mannheim	
Coca-Cola Deutschland Verkauf GmbH & Co. KG		Kaninenbergstr. He 59	45136	D	Essen	
CONET Serviceleistungen GmbH & Co. KG		Kaninenbergstr. He 50	45136	D	Essen	
Compag Computer GmbH		Freischützstrasse 91	81927	D	München	
Hewlett-Packard GmbH		Herrenberger Str. 140	71034	D	Böblingen	
Media Markt Augsburg-Göggingen		Eichleitnerstraße 34	86159	D	Augsburg-Göggingen	z. Hd. U. Hartmann
Saturn Electro-Handelsges. MbH		Vogelortplatz 1	86153	D	Augsburg	
Neckermann Versand AG		Hanauer Landstrasse 360	60386	D	Frankfurt am Main	
HTF Logistics GmbH		Dreieichstrasse 5a	64546	D	Mürlenfelden	
Rudolf Baumann Spedition GmbH & Co. KG		Christian-Lassen-Str. 2	53117	D	Bonn	
Spedition Priess Internationale Transporte		Jakobstrasse 75	51465	D	Bergisch-Gladbach	
Richard Müller GmbH & Co. KG		Am Galgenfeld 23 - 27	63571	D	Gelnhausen	
Lorenz Gillhuber Transporte & Lagerung		Gutenbergstraße 29	85748	D	Garching	
Gillhuber Logistik + Dienste GmbH		Oskar-von-Miller-Straße 21	92442	D	Wackersdorf	
Fercam Transporte GmbH & Co. Speditions KG		Daimlerstr. 4	85551	D	Kirchheim	
Schenker Deutschland AG		Paul-Henri-Spaak-Strasse 8	81199	D	München	
DOTA logistics GmbH		Bahnstrasse 9	65205	D	Wiesbaden	
Emons K. In		Poll-Vingster-Straße 107 a	51105	D	Köln	
Pracht Spedition + Logistik GmbH		Hansastrasse 10	35708	D	Haiger	
Hermann Maier Spedition KG		Carl-Beinz-Str. 2	78224	D	Singen	
Atlas Internationale Spedition GmbH		Fritz-Mackensen-Weg 5	27726	D	Worpswede	
Spedition Frisch!		Gautinger Str.1	82061	D	Neuried bei München	
TRANSA Spedition GmbH		Sprendlinger Landstraße 175	63069	D	Offenbach/Main	
Kröger Internationale Spedition GmbH		Industriestr.10	37079	D	Göttingen	
Spedition Kallscheuer		Neuigserstr. 224	42553	D	Velbert	
Convey Logistics		Zeppelinstr. 04	13583	D	Berlin	
Anspach Spedition		Am Wollsbom / Gewerbegebiet	99819	D	Großentupnitz	
Atege Allgemeine Transportges. Vorm. Gondrand & Mangili mbH		Riesenfeldstrasse 115	80809	D	München	
BALTH. PAPP Internationale Lebensmittellogistik KG		Thalkirchner Strasse 81	81371	D	München	
BLS Burdke GmbH		Membacher Strasse 24	42477	D	Radevormwald	
Borchers Spedition GmbH		Ahauser Strasse 25-27	46325	D	Borken	
Dallmaco Speditionsgesellschaft mbH		Hauptstr.6	21261	D	Welle	
DHL Worldwide Express GmbH Hauptverwaltung Deutschland		Monzastrasse 2	63225	D	Langen	
DS Spedition GmbH		Taunusstrasse 51	80807	D	München	
GAAC Commerz GmbH		Berliner Chaussee 23a	15749	D	Mittenwalde	
"HIRSCH" Internationale Spedition GmbH		Wilhelm-Hale-Strasse 42	80639	D	München	
Kochtrans Patrick G. Koch GmbH		Ingolstädter Strasse 170	80939	D	München	
MAX-Logistik GmbH		Hohenholter Strasse 14a	48329	D	Havixbeck	
Westermann GmbH & Co. Spedition		Hansestrasse 6	48165	D	Münster-Hiltrup	
BALTH. PAPP Internationale Lebensmittellogistik KG		Thalkirchner Strasse 81	81371	D	München	
Hellmann Worldwide Logistics GmbH & Co. KG		Industriestraße 100	21107	D	Hamburg	
S. & Zucker AG		Maximilianstraße 10	68165	D	Mannheim	
Bahlsen GmbH & Co. KG		Podbielski Str. 11	30163	D	Hannover	
Rheintal Tiefkühlkost Zweigniederlassung der FROSTA AG		Industriestraße 4	67240	D	Bobenheim-Roxheim	
Langnese-Iglo GmbH	Postfach 57 03 18		22772	D	Hamburg	
Kraft Foods Deutschland GmbH & Co. KG	Postfach 10 78 40		28078	D	Bremen	
HARIBO GmbH & Co. KG		Hans-Riegel-Str.1	53129	D	Bonn	
Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG		Lutterstr. 14	33617	D	Bielefeld	
Bahlsen GmbH & Co. KG		Podbielskistraße 11	30163	D	Hannover	
Zewa	Postfach 42 03 61		68282	D	Mannheim	
Werner & Mertz GmbH		Ingelheimstraße 1-3	55120	D	Mainz	
Herlitz PBS AG		Am Borsigturm 100	13507	D	Berlin	
Langnese-Iglo GmbH		Dammtorwall 15	20355	D	Hamburg	
Coppenrath Verlag		Hafenweg 30	48155	D	Münster	
Develuy Senf & Feinkost GmbH		Ottobrunner Str. 45	82008	D	Unterhaching	
SCHWARTAUER WERKE GmbH & Co. KGaA		Lübeckstr. 49 - 55	23611	D	Bad Schwartau	
ALDI Einkauf GmbH & Co. oHG		Eckenbergerstrasse 16	45307	D	Essen	
Michael Schels & Sohn GmbH & Co. oHG		Industriepark Ponholz 1	93142	D	Maxhütte-Haidhof	
Gebr. der Mayer GmbH & Co. KG		Eitzelweg 235	66482	D	Zweibrücken	
EHRMANN AG		Berliner Straße 54	71229	D	Leonberg	
Lidl Stiftung & Co. KG		Rietelstr. 30	74172	D	Neckarsulm	
AVA AG Allgemeine Handelsgesellschaft der Verbraucher AG		Fuggerstr. 11	33689	D	Bielefeld	
Wal-Mart Germany GmbH & Co. KG		Friedrich-Engels-Allee 28	42103	D	Wuppertal	
Unilever Bestfoods Deutschland GmbH		Dammtorwall 15	20355	D	Hamburg	
NADLER FEINKOST GMBH		Scharnhölzstraße 330	46240	D	Bottrop	
HOMANN-Feinkost GmbH & Co. KG		Bahnhofstraße 4	49197	D	Dissen	
Rich. Hengstenberg GmbH & Co.		Mettingerstr. 109	73728	D	Esslingen	
Groupe SEB Deutschland GmbH	Postfach 10 16 64		63016	D	Offenbach/Main	
Bauknecht Hausgeräte GmbH	Postfach 1220		73602	D	Schorndorf	
Beiersdorf AG		Unnastraße 48	20245	D	Hamburg	
SG Spedition GmbH		Solenbergstraße 5	82007	CH	Schaffhausen	
Birkhäuser Verlag	Postfach 133	Viaduktstrasse 42	4051	CH	Basel/Schweiz	
LKW WALTER Internationale Transportorganisation AG		Industriezentrum N...S...d. Strasse 14	2355	A	Wiener-Neudorf	
Bantleon Hermann Bantleon GmbH		Blaubeurer Str. 32	89077	D	Ulm	Herr Rochau
U. Prümmer GmbH		Mühlhalde 8	88487	D	Mietingen-Baltringen	
Liqui Moly GmbH		Jerg-Wieland-Str. 4	89081	D	Ulm-Lehr	
Bergchemie J.C. Brücking + Co. GmbH		Rudolfstraße 14	42285	D	Wuppertal	
Schneider Industriebedarf GmbH		Taunstrasse 139	61381	D	Friedrichsdorf	
Wesemann Ndl. Ulm		Schulze-Delitzsch-Weg 28	89079	D	Ulm-Wiblingen	
CHIMEC GmbH		Haydnstraße 7	80336	D	München	
DYNA SYSTEMS		Dreieichstr. 6	64546	D	Mürlenfelden-Walldorf	
Pro-Logistik Team Internationale Speditions GmbH		Carl-Hagen-Strasse 2	83080	D	Oberaudorf	
Aug. Hedinger GmbH + Co.		Heiligenwiesen 26	70327	D	Stuttgart	
Uhlmann Pac-Systeme GmbH + Co. KG		Uhlmannstraße 14-18	88471	D	Laupheim	
Richard Sichter + Co. KG		Broitzemer Strasse 32	38118	D	Braunschweig	
Papierfabrik Albruck GmbH + Co. KG	Postfach 1120		79772	D	Albruck	
Sappi Ehingen AG		Biberacher Str. 73	89584	D	Ehingen	
KRUSE Chemie KG		Helle 18	58802	D	Balve	
HANSETRANS Holding GmbH		Finkenwerder Weg 6	21129	D	Hamburg	
Werner Butt Bioteknik		Mühlenstraße 11	53474	D	Bad Neuenahr-Ahrweiler	
Diezel Bioteknikorganisation		Nautilzer Straße 30	07546	D	Gera	
baco-Metallwaren GmbH		Wasserburgstr. 45	58809	D	Neuenrade-König	
Internationale Spedition Willi Betz		Max Planck Str. 68	72766	D	Reutlingen	
Gebr. Kunze GmbH		Oberauer Weg 61a	09429	D	Schönbrunn / Erzgebirge	
Dederichs Industriebedarf GmbH		Kölnener Strasse 219	53879	D	Euskirchen	
BERNECKER UNIFORMTECHNIK GMBH		Kanalstrasse 66/1	75417	D	Mühlacker	
Browell Schiff AG		Leitzstrasse 2/3	90115	D	St. Gallen	
officio Bioteknik		Hasteder Osterdeich 222	28207	D	Bremen	
OLHO-Technik		In den Fichten 24	32584	D	Löhne	
HP Chemie Pelzer GmbH		Braukstrasse 51	58454	D	Witten	
pad Karosserietechnik GmbH		Heiner-Fleischmann-Strasse 7	74172	D	Neckarsulm	
Eugen Klein GmbH		Parkstraße 27-29	73734	D	Esslingen	
J. Eberspacher GmbH+Co.		Eberspacherstraße 24	73730	D	Esslingen	
WITTE-Velbert GmbH + Co. KG		Hilferstrasse 3-15	42551	D	Velbert	
HENKEL Feinmechanik		Friedrich-Henkel-Strasse	63110	D	Rodgau-Weiskirchen	
Rolf Andris GmbH		Goldendahlstr. 14	78048	D	Villingen-Schwenningen	
STEWO GmbH + Co. KG		Dreieringer Weg 5	95233	D	Heimbrecht-Haide	
Raybestos Industrieerzeugnisse GmbH		Industriestraße 7	54497	D	Morbach	
Carl Kittel Autoteile GmbH		Friedrichshöfer Straße 9-11	85386	D	Eching	
Herrmann Erkert GmbH		Industriestr. 64	71960	D	Sulzbach / Murr	
ZIPO Werkzeug GmbH		Obbacher Str. 33	74182	D	Obersulm-Willsbach	
Gebhart Pfeiffer GmbH		Wellendingerstr. 7	78665	D	Frittlingen	
HUMMERT Antriebstechnik GmbH		Im Oberdorf 2	57635	D	Ersfeld	
TA Roloff Technischer Apparatebau GmbH		Adlerhorst 5	22459	D	Hamburg	
Werner Schmid GmbH		Weichselstraße 21	36043	D	Fulda	

Richter Aluminium GmbH		Alte Gasse 8	77797	D	Ohlsbach	
Kremer-Kautschuk-Kunststoff GmbH + Co. KG		Hans-Streif-Straße 2-6	63628	D	Bad Soden-Salmünster	
R-B-B Aluminium-Profiltechnik AG		Gewerbegebiet 2	54531	D	Wallscheid	
Callade		Im Esch 17	58455	D	Witten-Heven	
OKE Tillner GmbH + Co. KG		Hansaring 7	49503	D	Lotte	
Paul Oberholz + Söhne GmbH		Dörferstr. 16	42551	D	Velbert	
Behr GmbH+Co		Mausenstraße 3	70489	D	Stuttgart	
Dipl.-Ing. H. Reich GmbH		Vierhausstraße 53	44807	D	Bochum	
SHW Automotive Schwäbische Hüttenwerke GmbH	Postfach 3280		73414	D	Aalen	
Grünwald GmbH + Co. KG		Industriestraße 4	61279	D	Grünewiesbach	
Albert Weber GmbH		Otto-Lilienthal-Str. 5	88677	D	Markdorf	
Getriebe-Service		Oderstraße 58	14513	D	Teltow	
ABC Automobil-Formteile GmbH		Frankfurter Str. 107	64807	D	Dieburg	
org Instruments AG		Benzstraße 6	75196	D	Remchingen	
Brose Fahrzeugteile GmbH + Co. KG		Ketschendorfer Straße 38-50	96450	D	Coburg	
Kunststoffwerk Trusetal		Bahnhofstraße 6	98596	D	Trusetal	
ULO Fahrzeugleuchten-GmbH		Robert-Bosch-Str. 3	73312	D	Geislingen	
Bruker Technik GmbH		Berneckstr. 72	78713	D	Schramberg	
1 NORM+DREH	Postfach 100610		42506	D	Velbert	
ältesterler schrauben & präzisionsteile gmbh	Postfach 650570		22365	D	Hamburg	
B + Lebermann GmbH & Co. KG Stahlbau-Maschinenbau		Borketalstr 28	58909	D	Neuenrade	
Wilhelm Beiersmann GmbH			58295	D	Gevelsberg	
Arens, Rolf & Klaus, GmbH & Co. KG, Schraubenfabrik	Postfach 5117		58828	D	Plettenberg	
Tiggess GmbH & Co KG			42349	D	Wuppertal	
AbisZet Verbindungselemente GmbH			31020	D	Salzhemmendorf	
Freko-Verbindungselemente + Technik GmbH		Nettestr 83-87	58762	D	Altena	
Goebel GmbH Schraub- und Verbindungstechnik		Ludenberger Strasse 28-30	40699	D	Erkrath	
Gross, Ferdinand, GmbH & Co		Daimlerstrasse 8	70771	D	Leinfelden-Echterdingen	
Keller & Kalmbach GmbH		Siemensstrasse 19	85716	D	Unterschleißheim	
ISG-SCHÉFER GMBH		Grevenhauser Weg 32	40882	D	Ratingen	
Meyer Schraubengroßhandlung GmbH		Siemensstrasse 10	26871	D	Papenburg	
TLI Thomas Lage GmbH		Hofeskamp 11	58706	D	Menden	
Bleicker Schrauben + Dübel GmbH		Gottlieb-Daimler-Strasse 5	45711	D	Datteln	
Schmerbeck, Wilhelm, GmbH		Schmittaler Weg 5	58909	D	Neuenrade	
PAS Befestigungstechnik GmbH		Stahlschmidtsbrücke 63	42499	D	Hückeswagen	
HARM GmbH		Ulmer Strasse 37	73728	D	Esslingen	
SCHIRMANN & HILLEKE GMBH & Co. KG Metallwaren- und Schraubenfabrik	Postfach 1126		58803	D	Neuenrade	
SERRMAC SPA Vertriebsniederlassung		Sperberweg 7	41468	D	Neuss	
Braas + Fucert GmbH + Co		Bodenstrasse 22	35685	D	Dillenburg	
Wera Werk Hermann Werner GmbH & Co. KG		Korzerter Strasse 21-25	42349	D	Wuppertal	
Wille, Eduard, GmbH & Co. KG		Lindenallee 27	42349	D	Wuppertal	
Wuro-Werkzeuge-Kunststoffe Wilhelm Uebach GmbH & Co KG		Niederdorfer Strasse 106	57258	D	Freudenberg	
ELORA-WERKZEUGFABRIK GMBH		Am Blaffertsberg 33	42899	D	Remscheid	
MATADOR-WERKZEUGFABRIK SCHUMACHER & KISSLING KG		Morsbachtalstrasse 17	42855	D	Remscheid	
Walter, Carl, Schraubwerkzeug-Fabrik GmbH & Co KG		Hahnerberger Strasse 82	42349	D	Wuppertal	
Stappacher Schrauben Großhandel	Postfach 745		78207	D	Singen a. Htwl.	
Tyrotra		Exlgasse 20	6020	A	Innsbruck	
Esselte Leitz GmbH & Co KG		Siemensstraße 64	70469	D	Stuttgart	
UJEX WINTER HOLDING GmbH & Co. KG		Witzbürger Str. 181	90766	D	Fürth	
Pfeiffer GmbH		Industriest. 56	75181	D	Pforzheim	
BestMedia CD Recordable GmbH & Co. KG		Industriestrasse 48	49451	D	Holdorf	
Schiffel Sportbekleidung GmbH		Mittelstetter Weg 23	86830	D	Schwabmünchen	
Birkenstock Orthopädie GmbH & Co. KG		Rheinstrasse 2-4	53560	D	Vettelschoß	
Mineralbrunnen Tberkingen-Teinach AG		Bahnhofstr. 15	73337	D	Tberkingen	
Privatbrauerei Erdinger Weißbräu		Lange Zeile 1 und 3	85435	D	Erding	
Holsten-Brauerei AG		Holstenstraße 224	22765	D	Hamburg	
Brauerei C. & A. VELTINS GmbH & Co.		An der Streue	59872	D	Meschede-Grevenstein	
Oskar SURE GmbH & Co. KG		Eisabethstr. 51	32791	D	Lage	
Leo Bisping GmbH		Bulderweg 62	48163	D	Münster	
Eugen Forschner GmbH			78549	D	Spaichingen	
ALGRO		Dreher Str. 20	42899	D	Remscheid	
Fa. MERIMA		Wiesenbachstr. 18-20	74336	D	Brackenheim - Botenheim	
Herz automotive GmbH		Neckarstrasse 1	78727	D	Oberrdorf	
Scheuermann + Heilig GmbH		Buchener Str. 29	74722	D	Buchen-Hainstadt	
TIGGES GmbH & Co. KG		Kohlthurer Brücke 29	42349	D	Wuppertal	
WMK - Maschinenbau R. Wagner GmbH & Co.OHG		Industriegebiet	53539	D	Kelberg	
Mannesmann Sachs AG		Ernst-Sachs-Str. 62	97424	D	Schweinfurt	
Reum GmbH & Co. Betriebs KG		Industriestraße 9	74736	D	Hardheim	
SAAR PRÄZISION GmbH		Neue Bahnhofstraße 71 - 73	66386	D	St. Ingbert	
Schäferholz GmbH & Co. KG Stanztechnik		Industriest. 9	58840	D	Plettenberg	
Schweizer & Weichand GmbH	Postfach 1361		71536	D	Murrhardt	
SMT GmbH & Co. KG		Hauptstr. 11	2733	A	Weigsdorf-Köblitz	
Freudenberg			69465	D	Weinheim	
PFAU GmbH & Co		Mühlstrasse 41	71229	D	Leonberg	
J. Stehle + Söhne GmbH		Waldstrasse 26-28	73773	D	Aichwald	
SYNERTECH GmbH		Denkinger Str. 11	78559	D	Gosheim	
LUK GmbH & Co.		Industriestrasse 3	77815	D	Bühl/Baden	
Raybestos Industrieprodukte GmbH		Industriestraße 7	54497	D	Morbach	
Frenzeli - Werke GmbH & Co. KG		Frankenhammer	95460	D	Bad Berneck	
Bothner GmbH + Co. KG		Poststraße 57 - 59	71229	D	Leonberg	
Röbzig GmbH & Co. KG		An der Alten Naab 1	92507	D	Nabburg/Opf.	
helaq-electronic gmbh		Calwer Str. 42	72202	D	Nagold	
Hamlin Electronics GmbH		Rodenbacher Chaussee 6	63457	D	Hanau	
Draka Deutschland GmbH & Co. KG		Dickestrasse 23	42369	D	Wuppertal	
Kremer-Kautschuk-Kunststoff GmbH + Co		Hans Streif-Straße 2-6	63628	D	Bad Soden-Salmünster	
BOSSERT GmbH		Schützenstrasse 20-24	73312	D	Geislingen	
Eissmann GmbH		Münzinger Strasse 150	72574	D	Bad Urach	
fischerwerke, Artur Fischer GmbH & Co. KG	Postfach 11 52	Weinhalde 14-18	72178	D	Waldachtal	
gloss matrix gmbh		Im Steinernen Kreuz 28 - 34	75449	D	Wurmberg	
Autoform Kunststoffteile GmbH & Co. KG		Industrie Str. 2	84094	D	Eisenhof	
Firmengruppe Uteschney		Gewebestr. 9	75059	D	Zaisenhäusen	
Friedola Gebr. Holzapfel GmbH & Co. KG	Postfach 1320		37253	D	Eschwege	
Schmidt-Feldbach GmbH & Co. KG		Europastrasse	8330	A	Feldbach	
Stankiewicz GmbH	Postfach 1543		29205	D	Celle	
BEIERSDORF AG		Unnastraße 48	20245	D	Hamburg	
Southco GmbH		Herrenlandstr. 58	78315	D	Radolfzell	
SYNERTECH GmbH		Denkinger Str. 11	78559	D	Gosheim	
PFAU GmbH & Co		Mühlstrasse 41	71229	D	Leonberg	
Westaflex GmbH	Postfach 3255		33262	D	Gtersloh	
Sidler GmbH & Co		Bismarckstraße 72	72072	D	Tübingen	
Kramer Fahrzeugbau GmbH & Co.		Messingstrasse 24	33415	D	Verl	
sivaplan GmbH & Co. KG		Lütticher Strasse 8	53842	D	Troisdorf	
BEUMER Maschinenfabrik GmbH & Co. KG	Postfach 12 54	Oelder Str. 40	59269	D	Beckum	
Vanderlande Industries GmbH	Postfach 101 559	Siefelder Straße 699	41066	D	Münchengladbach	
Nani Verladetechnik GmbH & Co. KG		Siegerlebener Str. 12	39365	D	Eilsleben	
Westitalia Loading Systems	Postfach 1161		33155	D	Havelhof	
FAB GmbH Fördertechnik u. Anlagenbau		Daimlerstraße 9-11	79761	D	Waldshut-Tiengen	Tel. 07741/6805-169
Normstahl/Crawford Verladetechnik		Straße 7 Obj. 58 a 10	2355	A	Wiener Neudorf	