

Bericht 99014

Ergebnisberichte nach den Treffen
der Anwendungsteilprojekte

A2 Beschaffungskanäle

A3 Supply Chain Management

A4 Netze und Güterverkehrszentren

A5 Frachtumschlag in Flughäfen

A7 Service-Netze

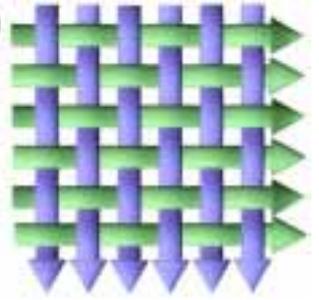
A11 Redistributionsnetze

Koordination:
Michael Schmitz
c/o Fraunhofer IML
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2 – 4
D-44227 Dortmund

Tel.: +49 (0) 231/9743-213

23. Juli 1999

Sonderforschungsbereich 559
**Modellierung großer
Netze in der Logistik**



Teilprojekt A2 Beschaffungskanäle
**Ergebnis der Treffen der
Anwendungsteilprojekte**

Fraunhofer-Institut für Materialfluß und Logistik
Michael Schmitz
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2 – 4
D-44227 Dortmund

+49 (0) 2 31/97 43- 2 13

23. Juli 1999

Vorwort

Der SFB 559 hat sich mit seiner Konstituierung darauf geeinigt, daß die Anwendungsprojekte zunächst unter sich ihre Bedürfnisse bzgl. der M-Projekte formulieren (s. Finanzierungsantrag, 1. Phase, S. 24f). Der vorliegende Bericht faßt die diesbezüglichen Ergebnisse des Teilprojektes A2 Beschaffungskanäle zusammen.

Die Gliederung des Berichtes wurde aus Gründen der Einheitlichkeit überwiegend in Annäherung an das Prozeßkettenelement mit seinen 17 Potentialklassen gewählt.

Inhaltsverzeichnis

1	Strukturen.....	3
1.1	Topologien	3
1.2	Aufbaustrukturen	6
1.3	Kommunikationsstruktur	7
2	Untersuchungsziele	9
2.1	Untersuchungsziele	9
2.2	Simulationswürdigkeit.....	9
3	Systemlastbeschreibung (Temporärobjekte)	10
4	Permanentobjekte	11
4.1	Mobile Permanentobjekte	11
4.1.1	Personal	11
4.1.2	Arbeitsmittel.....	11
4.1.3	Arbeitshilfsmittel.....	11
4.2	Stationäre Permanentobjekte	12
4.2.1	Personal	12
4.2.2	Fläche/Raum	12
4.2.3	Arbeitsmittel.....	12
4.2.4	Arbeitshilfsmittel.....	12
4.2.5	Organisationsmittel	13
4.2.6	Bestände/Pools (alle Warteschlangen)	13
5	Lenkungsmöglichkeiten	14
5.1	Normativ.....	14
5.2	Administration.....	14
5.3	Disposition.....	14
5.4	Netzwerk-Steuerung.....	15
5.5	Baustein-Steuerung.....	15
6	Auswertungen	16
Anhang A	Beispiel JIT-Kette.....	17

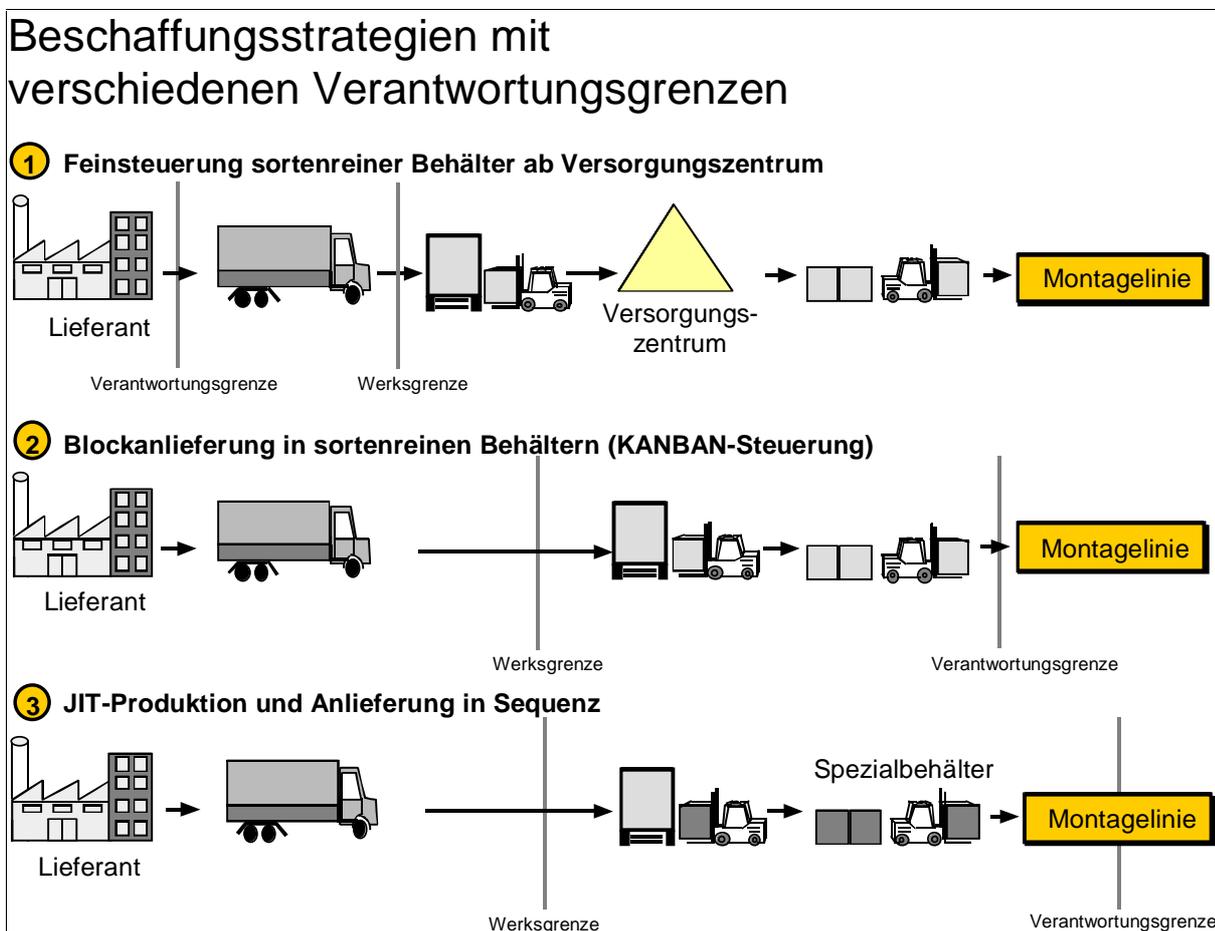
1 Strukturen

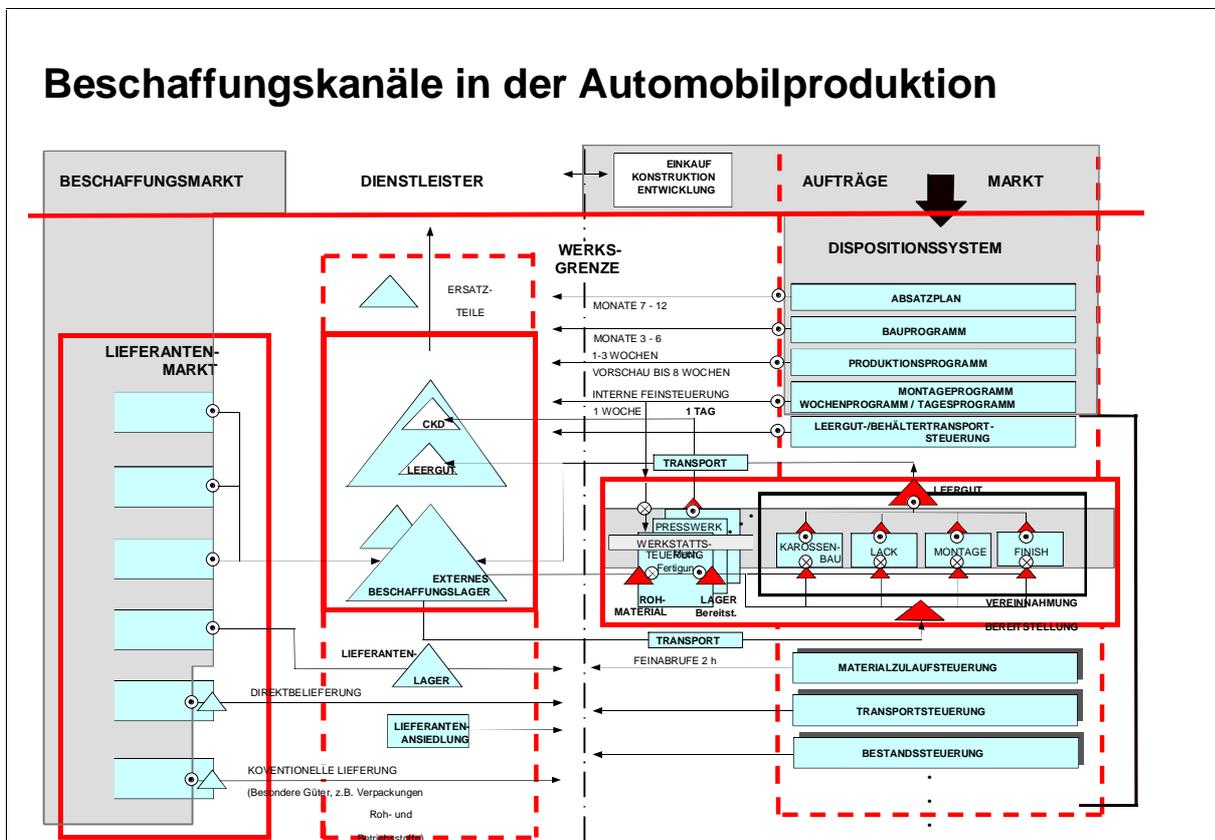
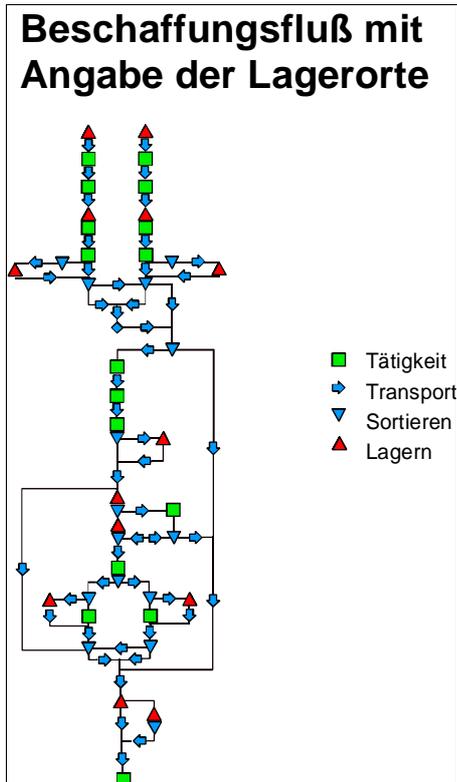
1.1 Topologien

Eine Topologie ist eine statische Beschreibung eines (logistischen) Systems und beschreibt die räumliche und geometrische Anordnung von Permanentobjekten in einem System. Sie dokumentiert und zeigt die jeweilige Anwendung des betrachteten Modells.

Anmerkungen: Durch eine Topologie können mehrere Prozeßketten bedient werden.

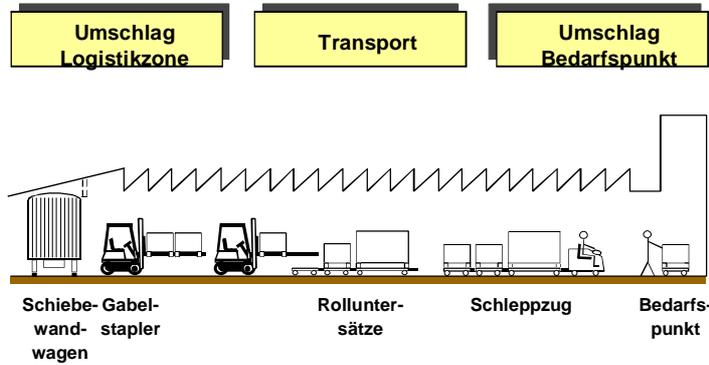
Mögliche Topologien im Bereich der Beschaffungslogistik sind:



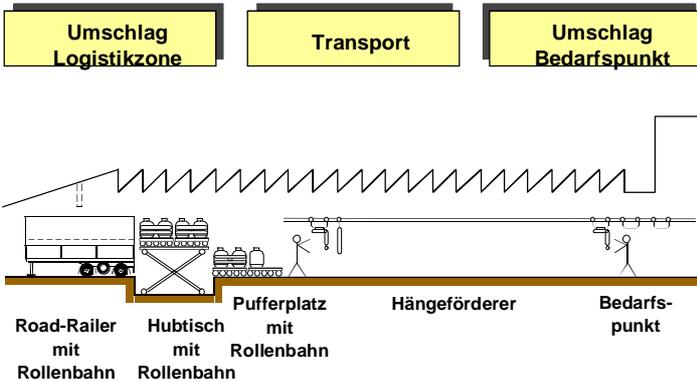


Zulieferkanäle mit unterschiedlichen Transport-/Fördertechniken

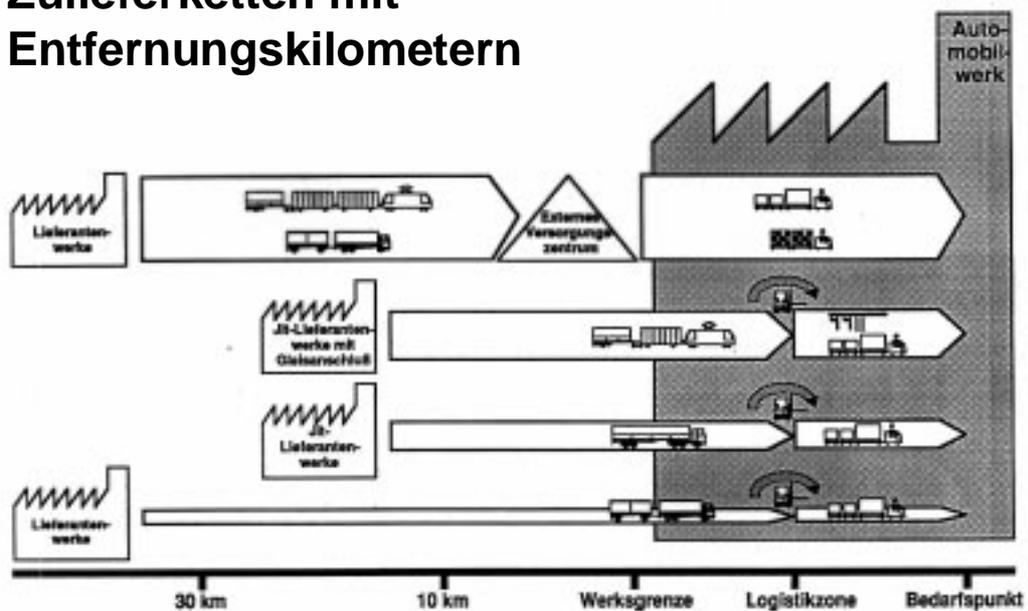
- GLT-Anlieferung mittels MVZ und Schiebewandwagen von Lieferanten

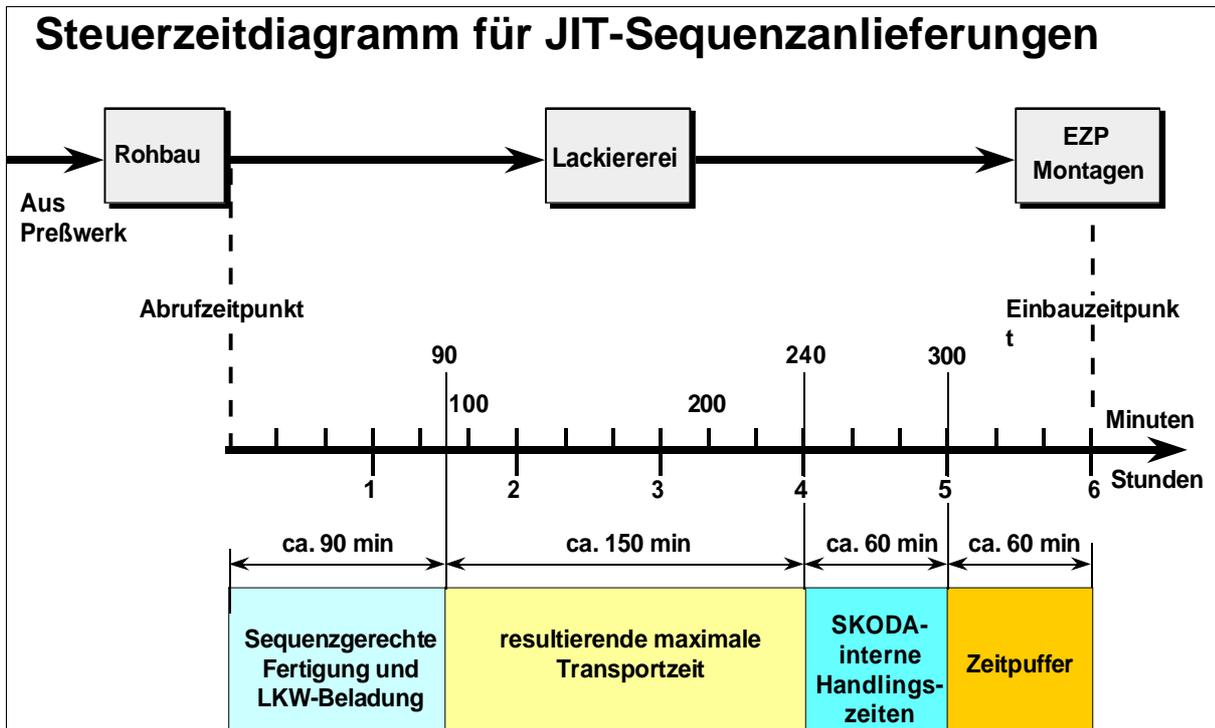


- Sitz-Anlieferung mittels MVZ und Road-Railern



Zulieferketten mit Entfernungskilometern

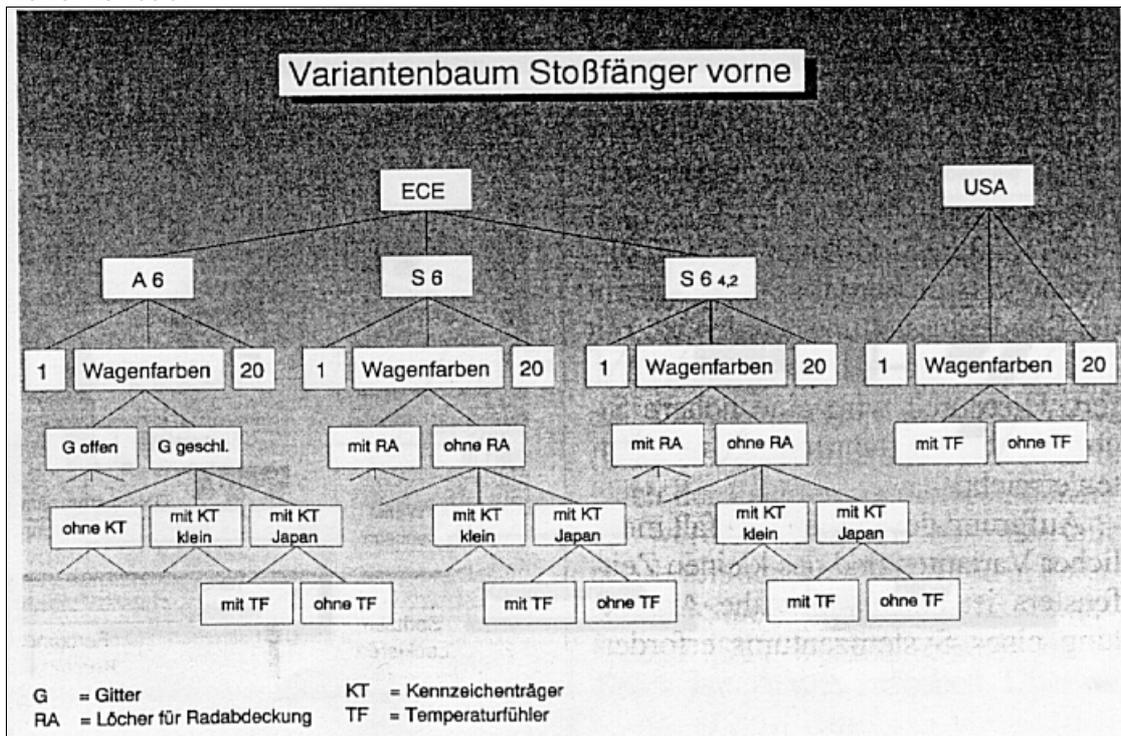




1.2 Aufbaustrukturen

Mit der Aufbaustruktur (auch: Organisationsstruktur) können Verantwortlichkeitsbereiche und Hierarchien von Objekten definiert werden. Beispiele: Organigramm, Zuständigkeitschaubilder, Stückliste, Variantenbaum.

Variantenbaum



Konzern-Organigramm

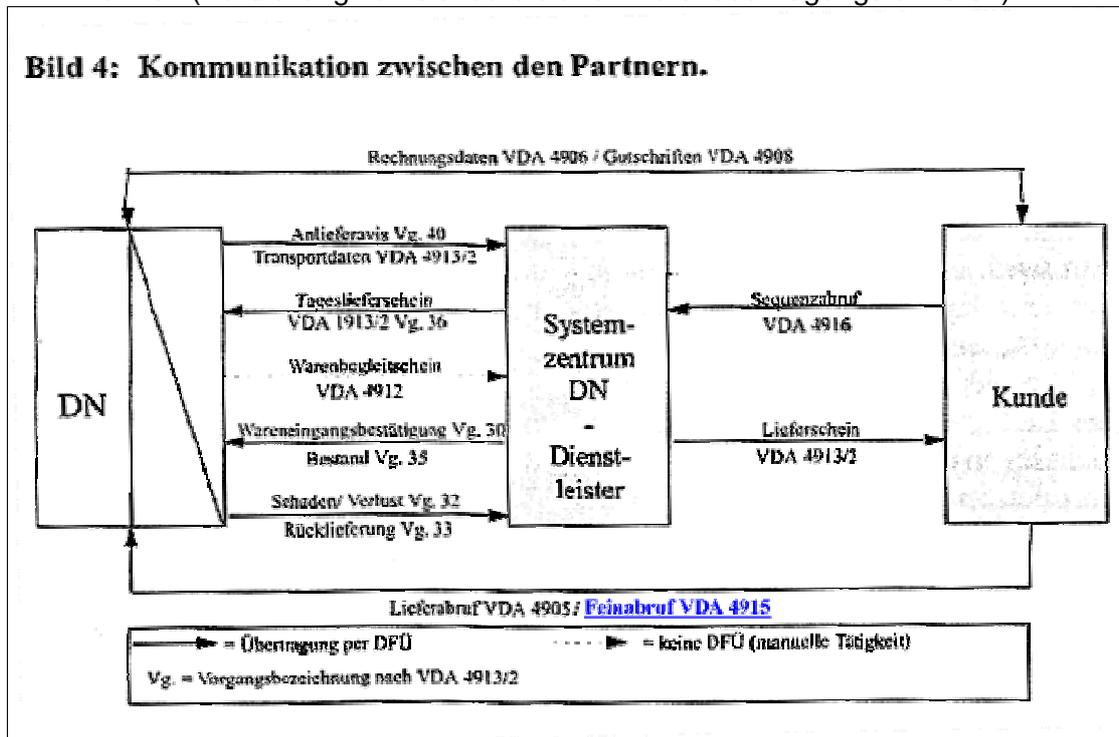


Stückliste
(kein Bild)

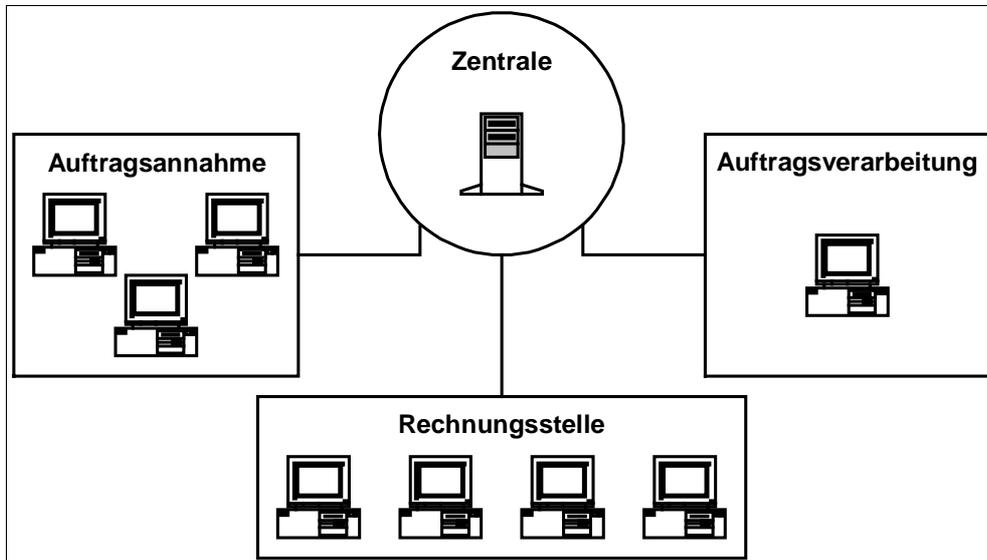
1.3 Kommunikationsstruktur

Die Kommunikationsstruktur beschreibt die informationstechnische Verknüpfung der Organisations- und Lenkungseinheiten untereinander. Beispiele: Telefonnetz, Rechnernetze, Rohrpost.

VDA-Normen (Darstellung von standardisierten Datenübertragungsformaten)



Rechnernetz



2 Untersuchungsziele

Bei der Gestaltung und Analyse von Beschaffungskanälen wird zunächst von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

System = bekannt
Systemlast = bekannt

2.1 Untersuchungsziele

Die Untersuchungsziele unter Berücksichtigung der obigen Voraussetzungen:

- 1) Erreichen einer annähernd 100%igen Versorgungssicherheit für Linienfertigungen trotz Störungseinflüsse (siehe 2.2)!
- 2) Ermittlung der "Atmungsfähigkeit" der Produktion
- 3) Bewerten der Qualität einer Beschaffungskette im Sinne eines Benchmarking (=Messe mit "den Besten")

2.2 Simulationswürdigkeit

Die Simulationswürdigkeit von Beschaffungssystemen ist durch zwei Haupteigenschaften von Beschaffungssystemen gegeben:

- 1) Die Vielfalt von sich überlagernden Störungsmöglichkeiten

-> Verkehrseinflüsse

Das Verkehrsaufkommen zu "Stosszeiten" (6 – 9 h und 14 – 17 h) hat entscheidenden Einfluss auf Transportzeiten.

-> 'Variantenverwirbelung'

Viele bestellte Teile müssen nach Eingang der Bestellung oder des Abrufs noch bearbeitet werden – diese Bearbeitungszeit ist sehr unterschiedlich. In dem (ungünstigen) Fall der Aneinandereiheung einer Bestellung von Teilen mit langer Bearbeitungszeit, kann die Versorgung beim Hersteller gefährdet sein. Um Herauszufinden, ab welcher Konstellation die Versorgungskette unsicher ist – eignet sich die Simulation.

-> Übertragungsfehler und –ausfälle bei DFÜ-Abrufen

Übertragungsfehler und Rechnerausfälle belasten Beschaffungsketten, da die Abrufe nach "Restart" der Übertragung gebündelt eingehen.

-> Qualitätsmängel gelieferter Teile (auch: Transportschäden)

Qualitätsmängel und Schäden sind ein alltägliches Problem in Beschaffungsketten, daß (auch wenn nur selten) regelmäßig eintritt.

-> Zubau-Teile des (Vor-)Lieferanten fehlen

Bei langen Ketten (Hersteller+Lieferant1+Lieferant2) kann auch der Lieferant1 einen Teilmangel erfahren, so daß eine Nichtlieferung des Lieferanten2 die Versorgungskette komplett zu erliegen bringen kann.

-> Behältermangel

Durch falsche Behälterdisposition kann ein Behältermangel auftreten, der sich besonders bei Spezialbehältern (viele komplexe Teile können nur mit Spezialbehältern transportiert werden) negativ auf ein Versorgungssystem auswirkt.

2) Eine statische Analyse ist nicht möglich, da sich die detailliert-abgebildeten Informations- und Behälterrückflüsse nicht in einem statischen Modell ausdrücken lassen.

3 Systemlastbeschreibung (Temporärobjekte)

Temporärobjekte werden in Quellen erzeugt und verlassen das System wieder, z. B. Aufträge, Material.

Temporärobjekte werden leistungsorientiert ausgewertet: Anzahl, Durchlaufzeit, Termintreue.

Temporärobjekte bei Beschaffungskanälen sind:

- Materialien
 - Einzelteile (identifizierbare Teile)
 - Module (identifizierbare Teile)
 - später: Schüttgut (n. identifizierbare Teile)
- Aufträge
 - JIT-Produktionsabrufe
 - Lageraufträge
 - Transportaufträge
- Kanban-Karten
- Bestellungen
- Lieferankündigungen/Avis
- sonstige Voranmeldungen
- LKWs

Anmerkung: LKWs können je nach Standpunkt auch als Permanentobjekt modelliert werden!

4 Permanentobjekte

4.1 Mobile Permanentobjekte

4.1.1 Personal

Beispiele: Fahrer, Beifahrer

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Arbeitszeit
Personalkosten
Leistungsgrad

4.1.2 Arbeitsmittel

Beispiele: Fahrzeuge, Anhänger, Bahnwaggon

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Ladefläche::Länge
Ladefläche::Breite
Ladefläche::Höhe
max. Zuladungsgewicht
Geschwindigkeit
Wenderadius
Ausfallzeiten
Restriktionen (benötigt zur Entladung Kran, o. ä.)
Sperrzeiten
Fixe Kosten
Variable Kosten
Verbrauch

4.1.3 Arbeitshilfsmittel

Beispiele: Packfolie, Palette, Container, Tank, Spezialbehälter,
Spezialgestell, VDA-KLT , Gitterboxpaletten , faltbare Gibo

Grundunterscheidung: Mehrweg, Einweg

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Kapazität (Menge/Stossfänger, Liter/Flüssigkeit, Länge/Kabel)
Haltbarkeit (Anzahl der Umläufe oder Zeitdauer)
Länge Vollgut
Breite Vollgut
Höhe Vollgut
Länge Leergut
Breite Leergut
Höhe Leergut
Länge Innen
Breite Innen

Höhe Innen
Innenbreite
Innenhöhe
Leergewicht
Stapelbarkeit (x-fach)
Einkaufspreis (DM)
Maximalgewicht
Informationen (Codierung, String)

4.2 Stationäre Permanentobjekte

4.2.1 Personal

Beispiele: Lagerarbeiter, Kommissionierer, Verpacker, Disponent, Arbeiter

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Arbeitszeit
Personalkosten
Leistungsgrad

4.2.2 Fläche/Raum

Beispiele: Schienen, Straße, Verkehrswege, Parkplätze, Lagerflächen, Pufferflächen, Rampen, Ladeflächen

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Kapazität (Autos pro Stunde,
Tragfähigkeit (Brücken!))
Kosten (Mietkosten, etc.)
Sperrzeiten

4.2.3 Arbeitsmittel

Beispiele: Kommissioniertechnik, Regaltechnik, Meßtechnik, Stapler, Kran

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Kapazitäten
Leistung
Ausfallzeiten
Verfügbarkeit
Restriktionen
Sperrzeiten
Kosten (Mietkosten, Wartungskosten, Fixkosten)
Verbrauch

4.2.4 Arbeitshilfsmittel

Beispiele: Energie/Strom, Treibstoffe, Vorrichtungen, Werkzeuge,

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Haltbarkeit
Wiederbeschaffungszeit
Preis

4.2.5 Organisationsmittel

Beispiele: Computer, Kommunikationsgeräte, Identifikationsgeräte, Scanner, Telefon

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Leistung
Kapazität
Kosten (Übertragungskosten, Mietkosten, Wartungskosten)
Ausfallzeiten

4.2.6 Bestände/Pools (alle Warteschlangen)

Beispiele: Teile, Personal, Transportaufträge, Bestellungen, Abrufe

Parameter: Typ
Funktionseinheit
Anzahl/Menge
Kosten (Kapitalbindung, Lagerkosten)

5 Lenkungsmöglichkeiten

5.1 Normativ

Die normative Lenkungsebene legt die übergeordneten strategischen Ziele eines Prozesses (Unternehmens) fest und bestimmt damit die Unternehmenskultur und –philosophie. Die Grundsatzentscheidungen und die langfristigen Ziele bilden den Planungsrahmen für die untergeordneten Lenkungsebenen.

Beispiele:

- Konzentration auf bestimmte Marktsegmente oder Produktgruppen
- Gewinnmaximierung
- Servicemaximierung.
- Lieferzeitfestlegung (z. B. 2 Wochen max. Lieferzeit)
- Qualitätsforderungen (100 ppm : max. 100 Teile pro 1 Mio. Teile sind fehlerhaft)

5.2 Administration

Die administrative Lenkungsebene regelt die Beziehungen eines Prozesses zur Außenwelt (Lieferanten-, Kundenprozesse). Sie muß Veränderungen im Unternehmensumfeld wahrnehmen, Trends erkennen und durch Regeln gezielt Änderungen in den Prozeßketten vornehmen.

Beispiele:

- 8:30 Uhr Arbeitsbeginn
- Just-In-Time.

5.3 Disposition

In der Disposition werden Aufträge und Ressourcen verwaltet und unter Beachtung von Randbedingungen und Optimierungsgesichtspunkten einander zugeordnet.

Beispiele:

- Bei einem Auftragseingang wird untersucht, ob Kapazitäten für den Auftrag verfügbar sind und der Auftrag entsprechend eingelastet oder in eine Auftragswarteschlange gelegt.
- Bei freierwerdenden Produktionskapazitäten wird ein passender Auftrag ausgewählt und an die Produktion weitergeleitet.
- Bei Freiwerden eines Fahrzeuges wird ein Fahrauftrag aus einer Warteschlange ausgewählt (Dispatching).
- Ein neuer Fahrauftrag wird einem geeigneten Fahrzeug (dem u. U. schon andere Fahraufträge zugeteilt worden sind) zugewiesen (Vorplanung).

Weiteres Beispiel: LKW, der sich gerade zur Entladung beim Pförtner angemeldet hat, wird einer Ressource »Rampe« zugewiesen – Mögliche Regeln sind:

- nur an freie Rampe fahren
- an die Rampe "anstellen", mit der kleinsten Schlange
- feste Rampenzuordnung nach Art der Ladung (Gefahrgut hat gesonderte Rampe!)
- Rampenauswahl nach Kundenzuordnung

5.4 Netzwerk-Steuerung

Die Netzwerk-Steuerung lenkt, koordiniert und synchronisiert mehrere Prozesse. Zentraler Punkt ist der flexible Einsatz und Abgleich von Ressourcen verschiedener, unter Umständen weit entfernter Prozesse. Eine Merkregel ist: Die Netzwerk-Steuerung beschreibt Regeln, die in Abhängigkeit von Zuständen im "Netzwerk" funktionieren.

Beispiele:

- Umverteilen von Lasten aufgrund von Engpässen
- Stellung einer Weiche in Abhängigkeit eines entfernten Prozess-/Ressourcen-zustandes

5.5 Baustein-Steuerung

Die Aufgaben der Baustein-Steuerung liegen in der operativen Prozeßebene anhand lokal verfügbarer Informationen.

Beispiel:

- lokale Reihenfolgebildung
- Aufgaben speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS)

Weiteres Beispiel:

LKW-Abfahrtsregelung an einer Beladestation:

- wenn x % Ladefläche belegt
- wenn max. Standzeit x erreicht
- wenn voll
- Kombination

Weiteres Beispiel:

Leergut-Behandlung:

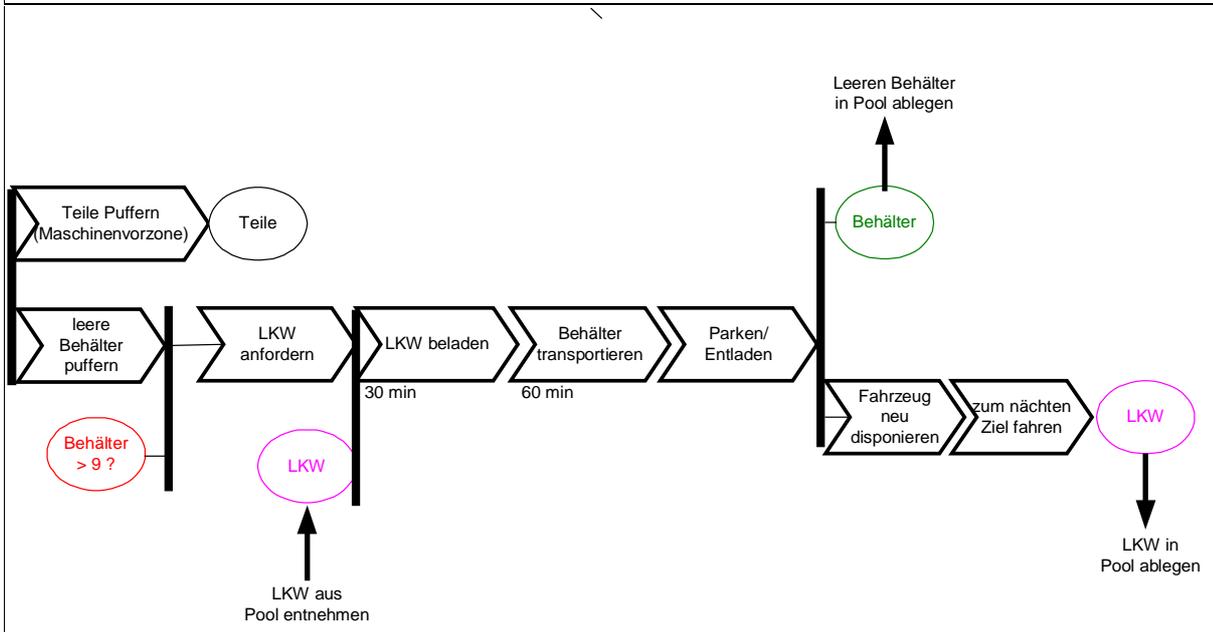
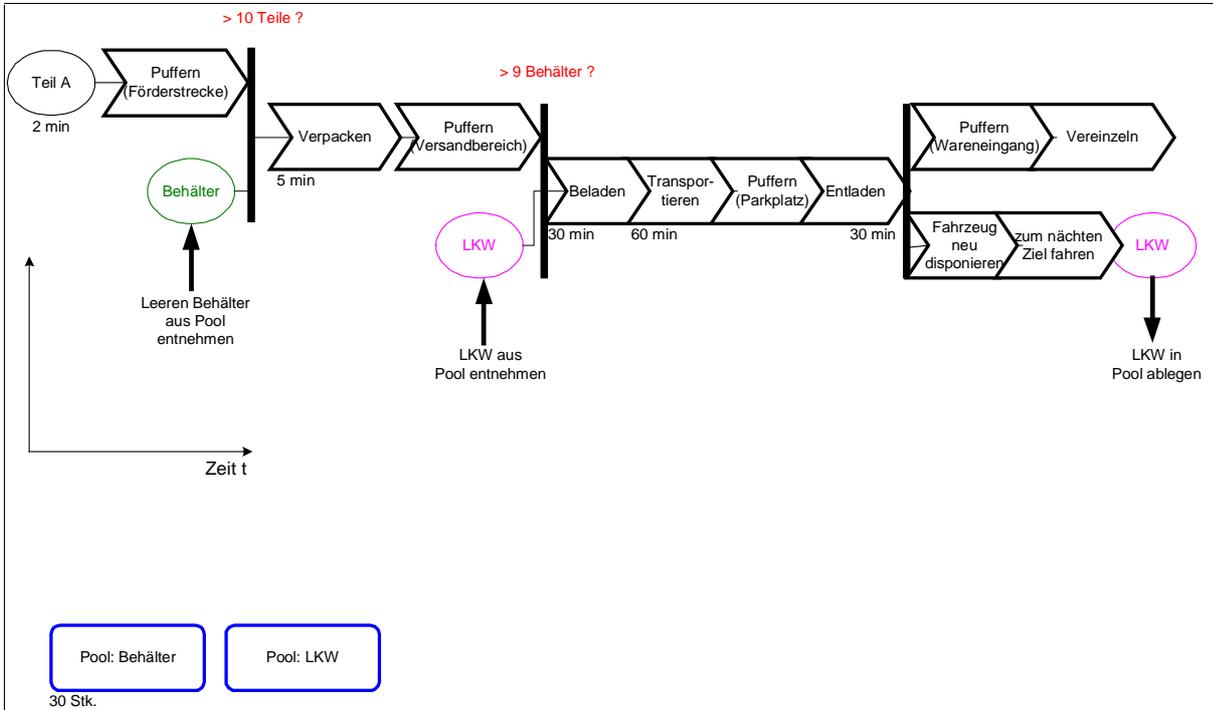
- Sammelt ein bis LKW voll
- immer wieder mitnehmen wenn Neuware ankommt

6 Auswertungen

Art	Beschreibung	Auswertung	Darstellung	
Temporär- objekt	Material	Durchlaufzeit	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
			Verlauf	Säulendiagramm
		Liegezeit	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
	Transportzeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
	Bearbeitungszeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Umschläge	Maximal	Zahl	
Minimal		Zahl		
Mittel		Zahl		
Anzahl	Summe	Zahl		
	Termintreue	Termtreue	Prozent	
Aufträge/Abwurf	Lieferzeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Zustände	Bereitstellen	Gantt-Diagramm	
		Liegen		
		Verzögern		
Anzahl	Aufbereiten	Zahl		
	Summe			
Permanent- objekt	Personal	Auslastung	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
		Leistung	Verlauf	Säulendiagramm
			Summe (wieviel)	Zahl
			Arbeitsmittel: LKW	Auslastung
	Minimal	Zahl		
	Mittel	Zahl		
	Leistung	Verlauf		Säulendiagramm
		Summe (Bewegungen)		Zahl
		Standzeit		Maximal
	Arbeitsmittel: Verpackungsgerät	Auslastung	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
		Zustandsdiagramm	Verlauf	Säulendiagramm
			Summe	Zahl
			Bearbeitung	Kuchendiagramm
	Störung			
Wartung				
Arbeitsmittel: Benzin	Verbrauch	Summe	Zahl	
	Organisationsmittel: Computer	Ausfälle	Maximal (Dauer)	Zahl
Minimal			Zahl	
Mittel			Zahl	
Verlauf			Säulendiagramm	
Fläche/Raum: Wareneingang	Belegung	Summe	Zahl	
		Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
Summe (Zu-/Abgänge)	Zahl			

(wird ergänzt)

Anhang A Beispiel JIT-Kette



Teilprojekt A 3: Management von integrierten Supply Chains

1. Topologie/Aufbaustruktur

Allgemein:

Die Topologie der Supply Chain ist durch die Beteiligung einer Vielzahl von rechtlich und wirtschaftlich selbständigen Akteuren gekennzeichnet. Bei diesen Akteuren kann es sich um Rohstofflieferanten, Zulieferer, Importeure, Spediteure, Hersteller, Großhändler und Einzelhändler handeln, die miteinander in Beziehung stehen können. Die direkten Beziehungen zwischen den Akteuren werden durch den Wertschöpfungsprozess bestimmt. In Abbildung 1 ist eine Topologie der Supply Chain eines Industriebetriebs dargestellt.

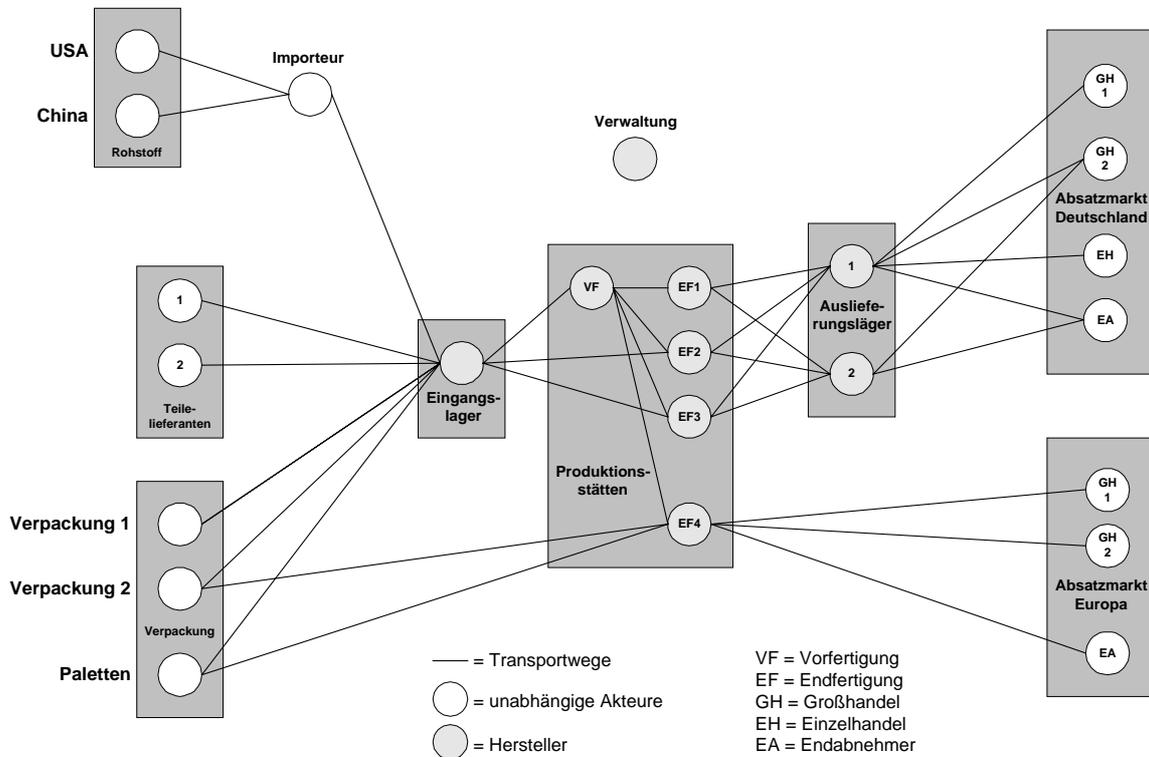


Abbildung 1: Topologie der Supply Chain eines Industriebetriebs

Die konkrete Modellbeschreibung erfolgt am Beispiel der Supply Chain eines Teeherstellers.

1.1 Topologie

Die Topologie der Supply Chain des Teeherstellers ist in Abbildung 2 dargestellt. Hierbei handelt es sich um eine Topologie, bei der die Standorte und Verbindungen schematisch, nicht jedoch geographisch korrekt, dargestellt sind. Die Topologie enthält die beteiligten Akteure sowie die zurückzulegenden Transportwege.

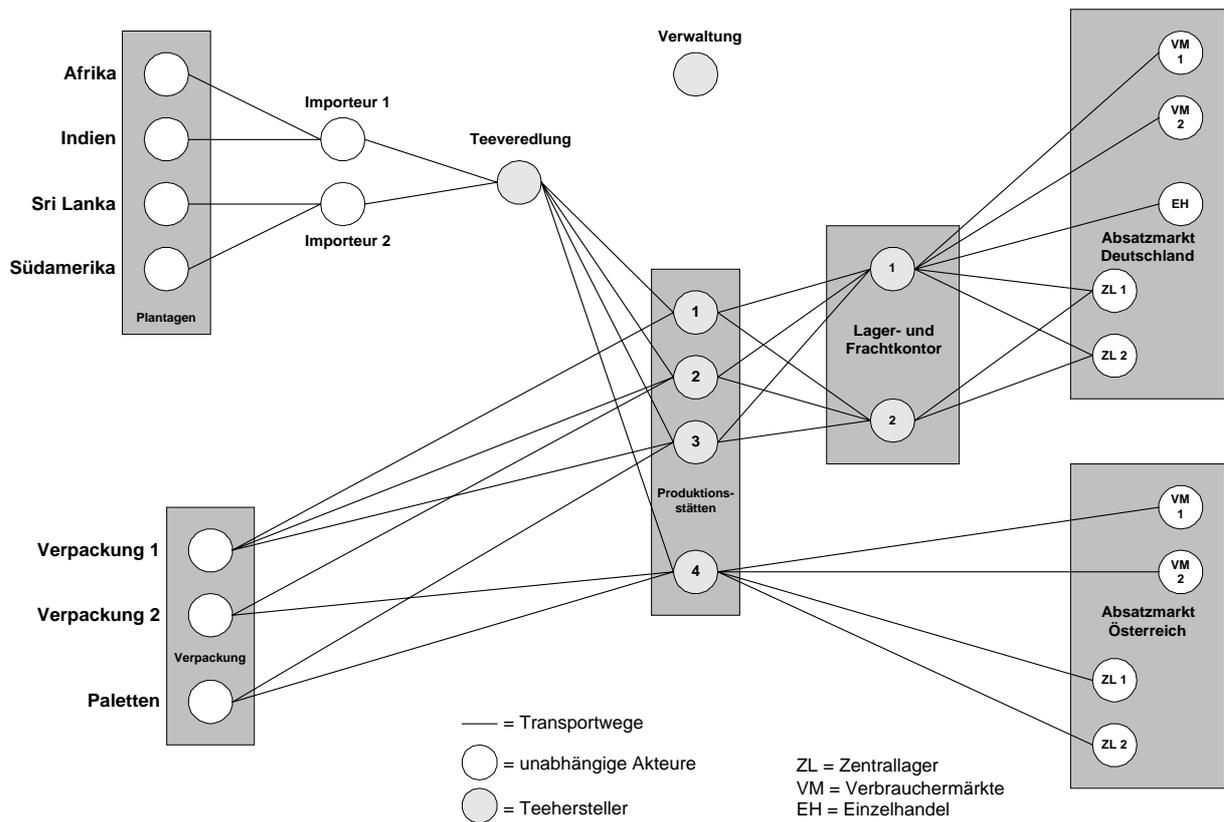


Abbildung 2: Topologie der Supply Chain eines Teeherstellers

Im linken Teil der Abbildung befinden sich die Zulieferunternehmen des Teeherstellers, im rechten Teil die Abnehmer. Zu den Zulieferunternehmen gehören Teeplantagen, Importeure, Verpackungs- und Palettenhersteller. Der Bereich des Teeherstellers besteht aus der Teeveredlung, den verschiedenen Produktionsstätten und den Lager- und Frachtkontoren zur Auslieferung des Tees. Auf der Abnehmerseite befinden sich Verbrauchermärkte, unabhängige Einzelhändler und Zentrallager von großen Handelsketten.

1.2 Aufbaustruktur

In den Abbildungen 3 und 4 werden zum einen die Vertragsstrukturen zwischen den einzelnen Akteuren dargestellt und zum anderen die informations- und kommunikationstechnologische Vernetzung visualisiert.

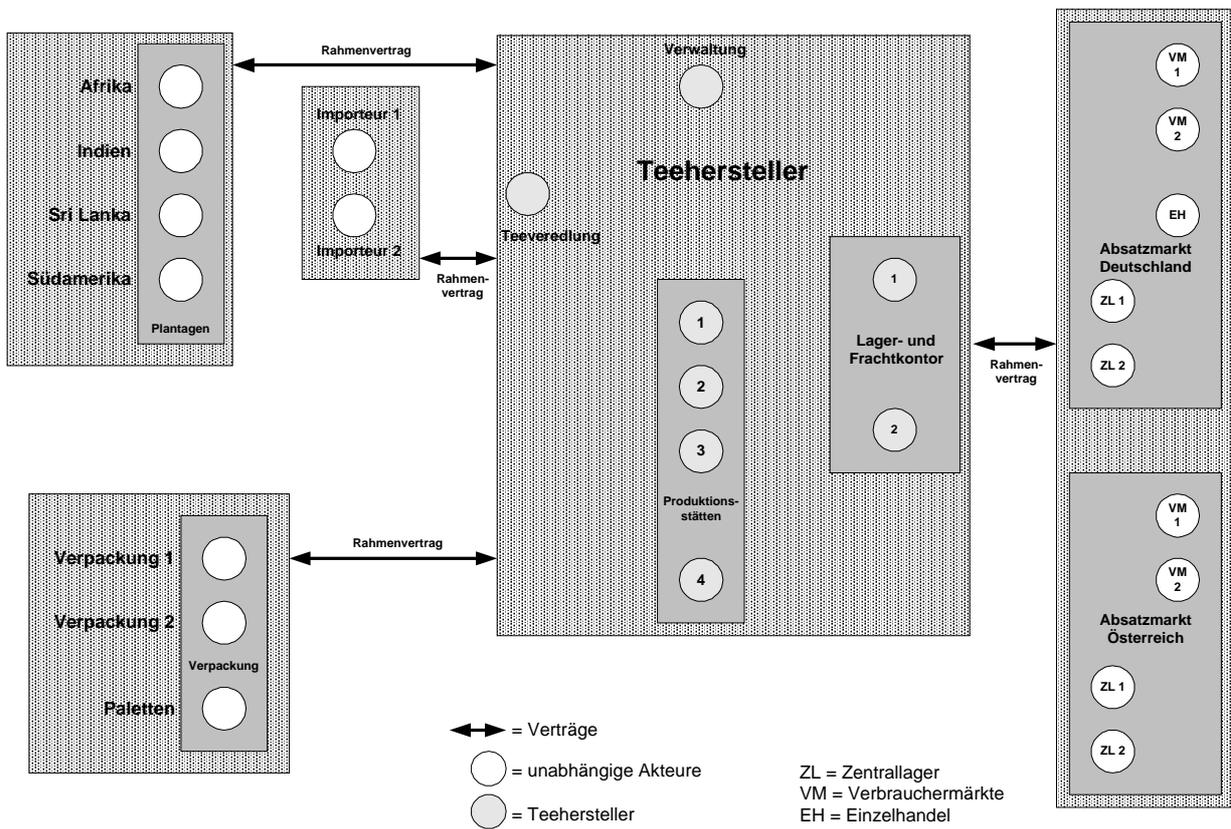


Abbildung 3: Vertragsstrukturen in der Supply Chain

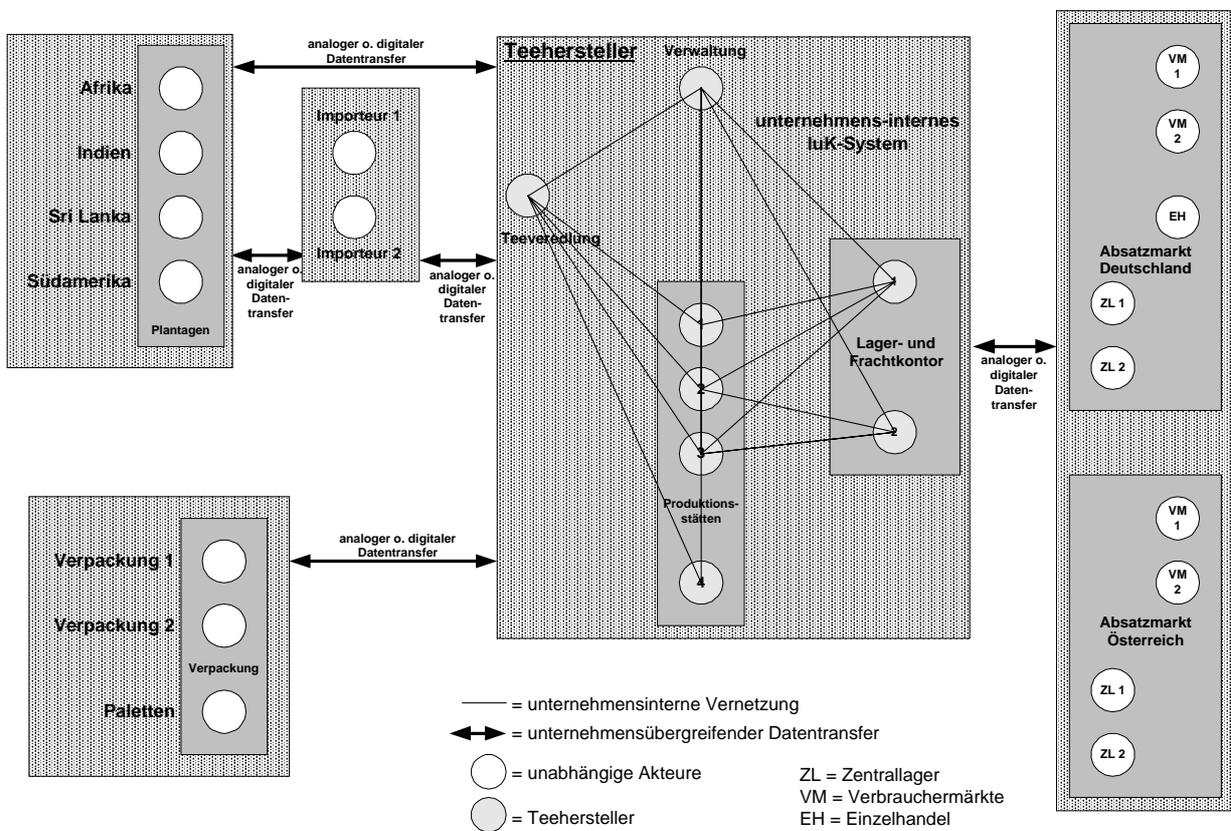


Abbildung 4: IuK-Systeme in der Supply Chain

1.3 Ablaufstruktur

Die folgenden Abbildungen beschreiben die Abläufe innerhalb der Supply Chain. Abbildung 5 visualisiert die Struktur der Aufträge. Das Eintreffen eines Kundenauftrages in der Verwaltung des Teeherstellers initiiert in Abhängigkeit des Lagerbestandes und des Produktionsstatus Versand-, Fertigungs- und Bestellaufträge, mit dem Ziel die Kundenaufträge termingerecht zu erledigen. In Abbildung 6 sind neben den Aufträgen auch die Reaktionen der Empfänger in Form von Lieferankündigungen dargestellt. Darüber hinaus gehende Informationsflüsse wie z. B. Auftragsbestätigungen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht abgebildet.

In Abbildung 7 sind neben den Informationsflüsse aus Abbildung 6 auch die Materialflüsse aggregiert eingezeichnet, so sind z. B. die Materialflüsse von den Verpackungsherstellern zu den einzelnen Produktionsstätten nicht explizit enthalten.

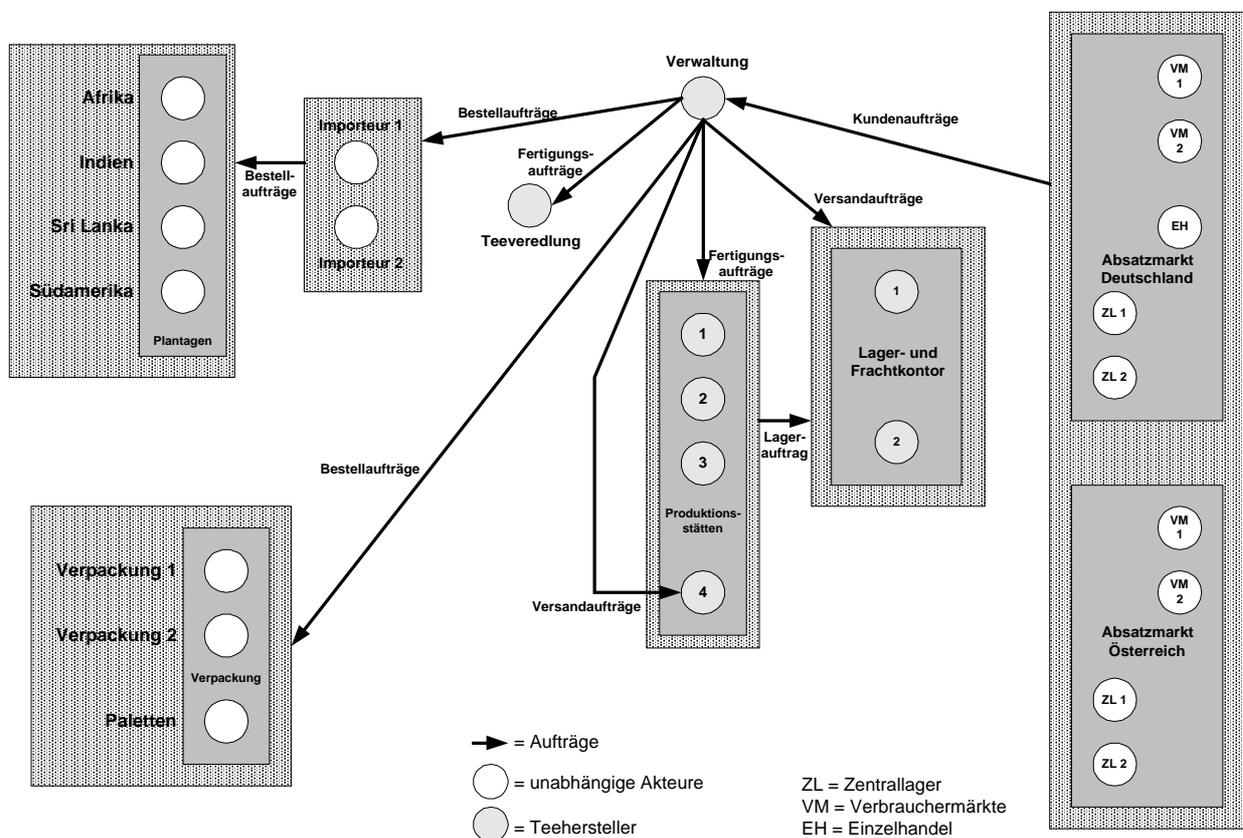


Abbildung 5: Struktur der Aufträge in der Supply Chain

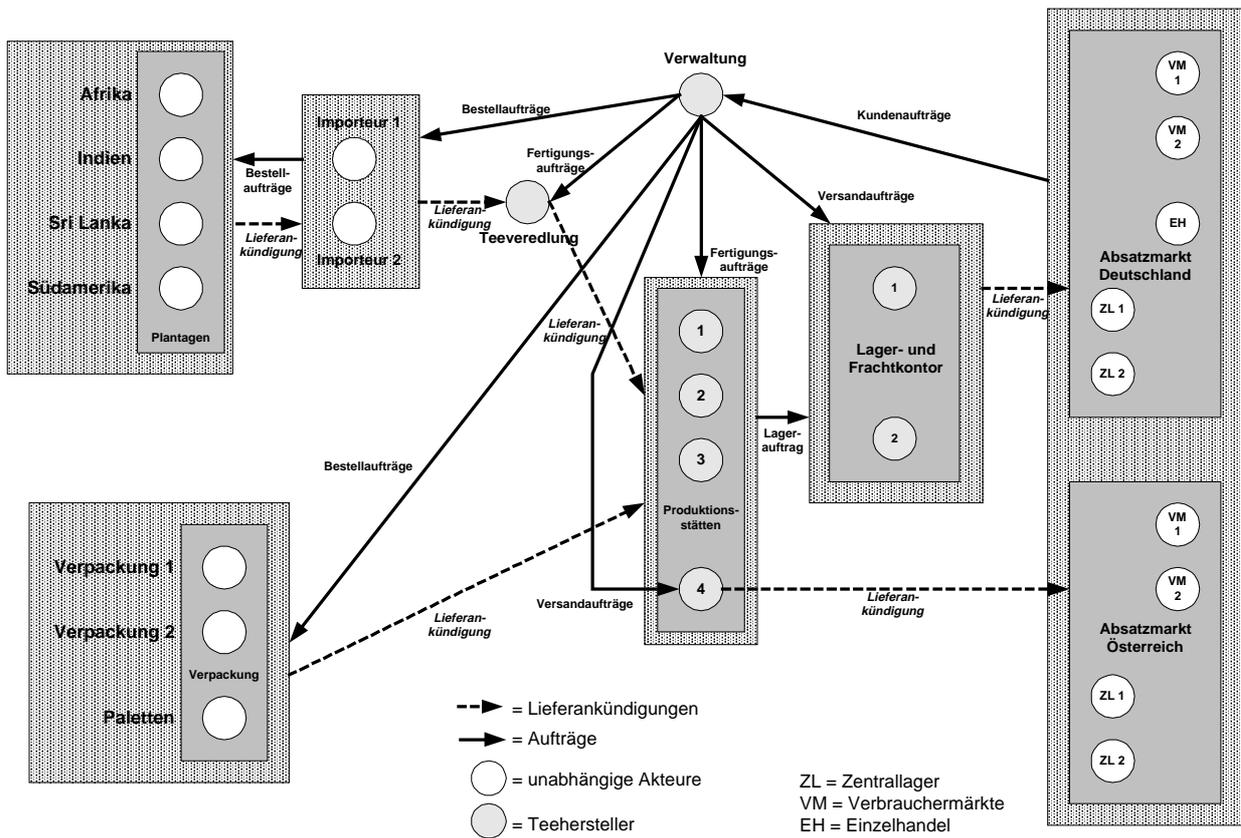


Abbildung 6: Informationsflüsse in der Supply Chain

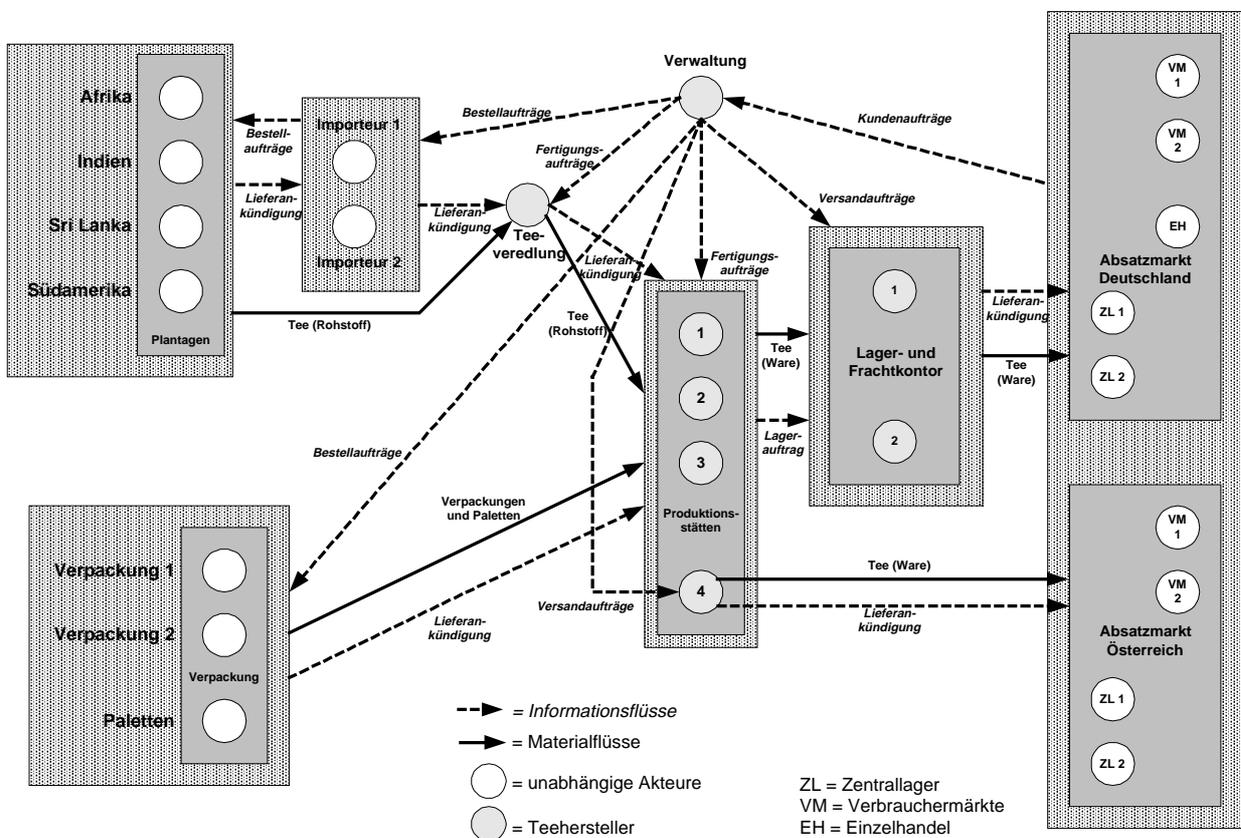


Abbildung 7: Informations- und Materialflüsse in der Supply Chain

2. Untersuchungsziele

2.1 Untersuchungsziele

1. Gestaltung der Beziehungen zwischen den Akteuren (Verträge, Kooperation, informationstechnologische Vernetzung usw.).
2. Schaffung einer Transparenz hinsichtlich der Bestände, der Durchlaufzeit (DLZ), der Auslastung, der Kosten und der Termintreue.
3. Optimierung der Bestände, Minimierung der Durchlaufzeiten und Kosten sowie Maximierung des Servicegrades und der Auslastung in der Supply Chain durch optimale Anpassung an Systemlastschwankungen.

Übergreifend: Überprüfung von SCM-Softwaretools im Hinblick auf die Unterstützung der Erreichung obiger Ziele.

2.2 Simulationswürdigkeit

zu Untersuchungsziel 1:

Das erste Untersuchungsziel bezieht sich auf die statische Struktur der Supply Chain und deren Ausgestaltung. Dieses Untersuchungsziel erfordert eine deskriptive Vorgehensweise anstelle einer analytischen Berechnung oder einer Simulation.

zu Untersuchungsziel 2:

Das zweite Untersuchungsziel entspricht dem ersten Anwendungsfall von Simulationsstudien. Hierbei wird angenommen, daß das System also die Supply Chain und die Systemlast bekannt sind. Zur Lösung dieses Untersuchungsziel ist die Simulation geeignet.

zu Untersuchungsziel 3:

Das dritte Untersuchungsziel entspricht dem zweiten Anwendungsfall von Simulationsstudien, in dem die Systemlast bekannt ist und das System, hier die Supply Chain, optimiert werden soll, damit die Systemlast mit einer minimalen DLZ, zu minimalen Kosten und dem vereinbarten Service bereitgestellt wird.

Experimente:

Fall 1: Systemlast bekannt, System bekannt

Schaffung einer Transparenz hinsichtlich der Bestände, der Kosten und des Servicegrades in der Supply Chain.

Fall 2: Systemlast bekannt, System unbekannt

Optimierung der Supply Chain, so daß die Systemlast mit minimalen Kosten, Durchlaufzeiten und Beständen sowie einem maximalen Servicegrad realisiert wird.

Fall 3: Systemlast unbekannt, System bekannt

Bestimmung der maximalen bzw. wirtschaftlich optimalen Systemlast.

Fall 4: Systemlast unbekannt, System unbekannt

Entwicklung einer SCM-Konzeption

3. Systemlastbeschreibung

Temporärobjekte werden in den Quellen des Prozeßkettenelementes erzeugt und verlassen das System in der Senke. Charakteristisch für Temporärobjekte ist, daß sie leistungsorientiert, d. h. nach Anzahl, Durchlaufzeit (DLZ) oder Termintreue erfaßt und ausgewertet werden.

Die Temporärobjekte bestimmen mit ihrer Anzahl und ihrem Umfang die Systemlast und damit indirekt die benötigte Kapazität.

Temporärobjekte in der Supply Chain des Teeherstellers:

Materielle Temporärobjekte:

Tee

- Rohstoff
- Ware

Verpackungen

Paletten

Immaterielle Temporärobjekte:

Aufträge

- Kundenaufträge
- Bestellaufträge
- Fertigungsaufträge
- Lageraufträge
- Versandaufträge

Prozeßketten der Temporärobjekte:

In den Abbildungen 8 und 9 werden die Prozesse, welche die Temporärobjekte in der Supply Chain durchlaufen, dargestellt. Der Tee (Rohstoff) wird nach der Ernte von der Plantage zur Teeveredlung gebracht. Nach der Teeveredlung wird der Tee zu den jeweiligen Produktionsstätten transportiert, wo er gemischt wird. Die Verpackungs- und Palettenhersteller produzieren Verpackungen und Paletten, lagern sie und transportieren sie zu den Produktionsstätten, wo im Anschluß der gemischte Tee, die Verpackung und die Paletten zusammengeführt werden. Nachdem der Tee (Ware) verpackt worden ist, wird er in die Lager- und Frachtkontore transportiert. Hier wird der Tee entsprechend den vorliegenden Aufträgen kommissioniert und zum Kunden geliefert, wo der Tee entweder direkt ins Outlet gestellt oder vorerst im Zentrallager eingelagert wird.

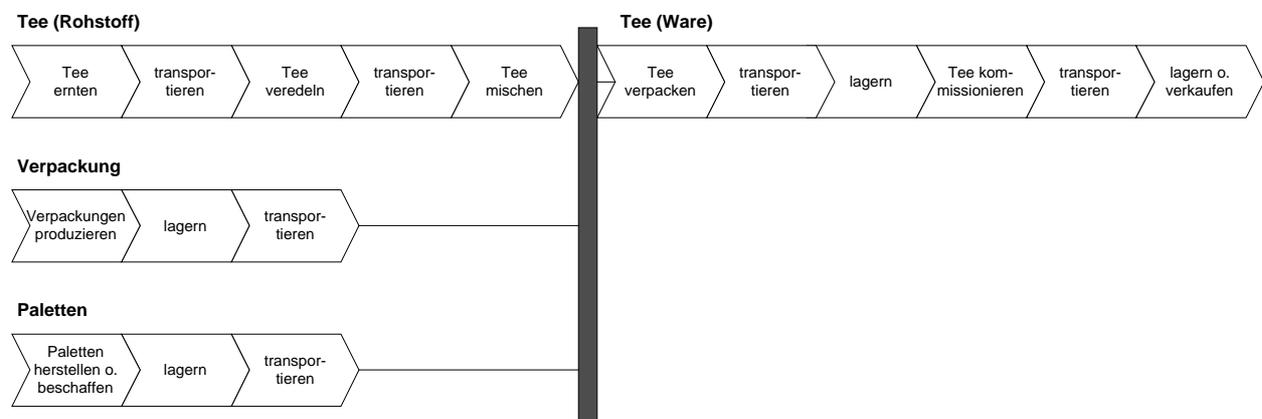


Abbildung 8: Prozeßketten der Temporärobjekte (1)

Die Kundenaufträge repräsentieren die Nachfrage und determinieren die Systemlast. Nach Eintreffen des Kundenauftrages erfolgt die Erfassung der im Kundenauftrag enthaltenen Daten. Hierzu werden dem Kundenauftrag spezifische Kundendaten, wie zum Beispiel Anschrift des Kunden, Umsatz des Kunden, Rabattvereinbarungen usw. zugeordnet. Darüber hinaus werden aus dem Kundenauftrag die geordneten Produkte mit den zugehörigen Mengen herauskristallisiert und an die entsprechenden Entscheidungsträger im Unternehmen (Produktion oder Beschaffung) weitergeleitet. Dort werden die Brutto-

bedarfe ermittelt und ein Abgleich mit den Lagerbeständen durchgeführt, so daß am Ende die Nettobedarfe feststehen. Aus den Nettobedarfen werden, in Abhängigkeit von der Make-or-Buy-Entscheidung, Fertigungs- oder Bestellaufträge generiert. Eine Bedarfsverfolgung überwacht den Fortschritt der Auftragsbearbeitung (Fertigungs- und Bestellaufträge). Hieran anschließend wird ein Lagerauftrag erstellt. Nach Abschluß der notwendigen Materialfluß- und Produktionsprozesse werden der Versandauftrag und die Rechnung erstellt. Nach dem Zahlungseingang wird der Auftrag archiviert.

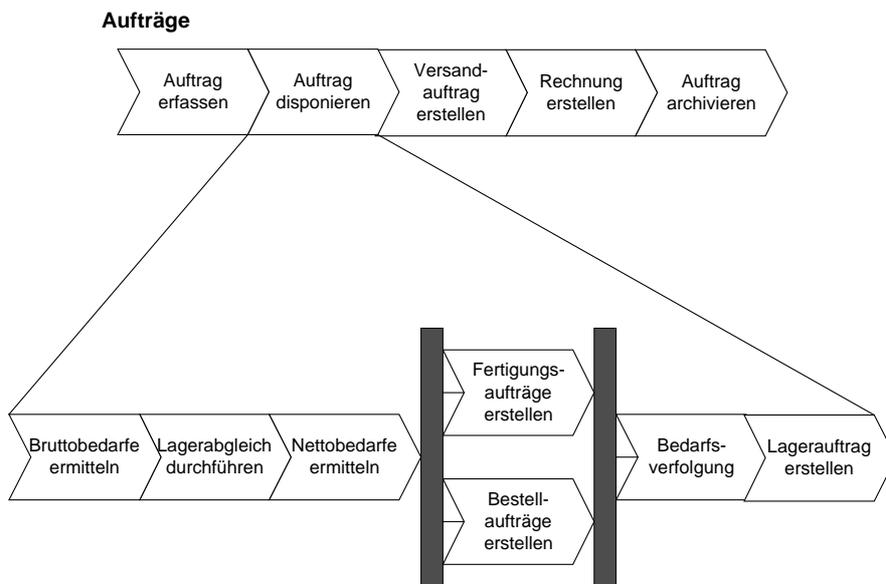


Abbildung 9: Prozeßketten der Temporärobjekte (2)

4. Permanentobjekte

Als Ressourcen eines Unternehmens, oder wie in unserem Fall einer Supply Chain, werden die knappen Faktoren bezeichnet, die der Supply Chain oder den einzelnen beteiligten Unternehmen zur Erfüllung ihres Zieles zur Verfügung stehen. Ressourcen werden auch als Permanentobjekte bezeichnet, die sich gegenüber Temporärobjecten dadurch abgrenzen, daß sie längerfristig im System verbleiben. Permanentobjekte werden kostenorientiert, z. B. nach Auslastungsgrad und Anzahl ausgewertet.

In Abbildung 10 werden die Permanentobjekte den jeweiligen Akteuren der Supply Chain zugeordnet, damit ersichtlich wird, welcher Akteur über welche Ressourcen verfügt. Hieraus läßt sich dann der maximale Beitrag des jeweiligen Akteurs zur Befriedigung der Systemlast ableiten.

Ressourcenklassen	Plantagen	Importeure	Zulieferer	Teethersteller	Handel
Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Plantagenarbeiter • Lagerarbeiter • Kommissionäre 	<ul style="list-style-type: none"> • kaufmännische Mitarbeiter • Fahrer, Beifahrer • Lagerarbeiter 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktionsmitarbeiter • Lagermitarbeiter • Fahrer, Beifahrer • kaufmännische Mitarbeiter • Kommissionäre 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponenten • Außendienstmitarbeiter • Produktionsmitarbeiter • Lagermitarbeiter • Kommissionäre • Verpacker 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkäufer • Lagermitarbeiter
Flächen	<ul style="list-style-type: none"> • Anbauflächen • Lagerflächen • Ladefläche 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerflächen • Ladefläche 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktionsflächen • Lagerflächen • Ladefläche • Pufferflächen 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktionsflächen • Lagerflächen • Ladefläche • Pufferflächen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerflächen • Verkaufsflächen • Ladefläche
Arbeitsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Erntemaschinen • Fahrzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Regaltechnik • Transportmittel - Schiff - LKW - Bahn • Lagerfahrzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerfahrzeuge • Maschinen • Kommissionier - technik • Transportmittel 	<ul style="list-style-type: none"> • Maschinen • Transportmittel • Regaltechnik • Kommissionier - technik • Lagerfahrzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Regaltechnik • Lagerfahrzeuge
Arbeitshilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoffe • Behälter • Energie 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoffe • Behälter • Energie 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoffe • Behälter • Energie 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoffe • Behälter • Energie 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoffe • Behälter • Energie
Organisationsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • IuK-Technologie - Computer - Telefon - Fax - usw. 	<ul style="list-style-type: none"> • IuK-Technologie - Computer - Telefon - Fax - usw. 	<ul style="list-style-type: none"> • IuK-Technologie - Computer - Telefon - Fax - usw. 	<ul style="list-style-type: none"> • IuK-Technologie - Computer - Telefon - Fax - usw. 	<ul style="list-style-type: none"> • IuK-Technologie - Computer - Telefon - Fax - usw.
Bestände	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffe • Bestellaufträge 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffe • Bestellaufträge 	<ul style="list-style-type: none"> • Verpackungen • Bestellaufträge 	<ul style="list-style-type: none"> • Verpackungen • Rohstoffe • Ware • Kundenaufträge • Fertigungsaufträge • Versandaufträge 	<ul style="list-style-type: none"> • Ware

Abbildung 10: Ressourcen/Akteur-Zuordnung

Abbildung 11 gibt einen Überblick über die Parameter der jeweiligen Permanentobjekte. Mit Hilfe dieser Parameter werden die konkreten Ausprägungen der Permanentobjekte beschrieben und am Ende ausgewertet.

Ressourcenklassen	Parameter
Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Typ • Unternehmen • Arbeitszeit • Personalkosten • Leistungsgrad • Anzahl
Flächen	<ul style="list-style-type: none"> • Art • Unternehmen • Kapazität • Tragfähigkeit • Nutz-/Sperrzeiten • Kosten
Arbeitsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Typ • Unternehmen • Anzahl • Kapazität • Leistung • Ausfallzeiten • Verfügbarkeit • Restriktionen • Sperrzeiten • Verbrauch • Kosten
Arbeitshilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Typ • Unternehmen • Kapazität • Leistung • Abmessungen • Tragfähigkeit • Haltbarkeit • Leergewicht • Anzahl • Haltbarkeit • Preis
Organisationsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Typ • Unternehmen • Anzahl • Kapazität • Ausfallzeiten • Kosten
Bestände	<ul style="list-style-type: none"> • Typ • Unternehmen • Anzahl/Menge • Zeiten • Sicherheitsbestand • Kosten

Abbildung 11: Ressourcen-Parameter-Zuordnung

Die Permanentobjekte lassen sich in stationäre und bewegliche Permanentobjekte unterscheiden. Stationäre Permanentobjekte sind ortsgebunden, d. h. sie bewegen sich nicht innerhalb der Supply Chain, während bewegliche Permanentobjekte ihre Position in der Supply Chain verändern.

Abbildung 12 stellt die Permanentobjekte der Supply Chain differenziert nach beweglichen und stationären Permanentobjekten dar. Die Permanentobjekte sind zwar nicht vollständig, jedoch für den gewählten Abstraktionsgrad ausreichend.

Ressourcenklassen	bewegliche Permanentobjekte	stationäre Permanentobjekte
Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrer/Beifahrer • Außendienstmitarbeiter 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantagenarbeiter • Lagerarbeiter • Kommissioniere • kaufmännische Mitarbeiter • Produktionsmitarbeiter • Disponenten • Verpacker • Verkäufer
Flächen		<ul style="list-style-type: none"> • Anbauflächen • Lagerflächen • Ladefläche • Produktionsflächen • Pufferflächen • Verkaufsflächen
Arbeitsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeuge • Transportmittel <ul style="list-style-type: none"> - Schiff - Bahn - LKW • Lagerfahrzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Erntemaschinen • Regaltechnik • Maschinen • Kommissioniertechnik
Arbeits Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Behälter 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibstoffe • Energie
Organisationsmittel		<ul style="list-style-type: none"> • IuK-Technologie <ul style="list-style-type: none"> - Computer - Fax - Telefon - usw.
Bestände		<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffe • Bestellaufträge • Verpackungen • Ware • Kundenaufträge • Fertigungsaufträge • Versandaufträge

Abbildung 12: Bewegliche und stationäre Permanentobjekte

5. Lenkung

Mit Hilfe der Lenkung sollen Systeme, in unserem Fall die Supply Chain des Teeherstellers, auf gewünschte Ziele hin ausgerichtet werden. Das Prozeßketteninstrumentarium sieht hierfür fünf Lenkungsebenen vor. Jeder dieser Lenkungsebenen sind verschiedene Lenkungs-klassen zugeordnet, die wiederum mehrere Lenkungsobjekte beinhalten. Mittels dieser Lenkungsobjekte werden verschiedene Lenkungsprinzipien verfolgt, aus denen konkrete Lenkungsziele abgeleitet werden.

Die nachfolgende Abbildung 13 veranschaulicht einen Ausschnitt der potentiellen Lenkungs-klassen, -objekte, -prinzipien und -ziele.

Lenkungsebenen	Lenkungs-klassen	Lenkungsobjekte	Lenkungsprinzipien	Lenkungsziele
Normative (normative Ebene)	SC-Kultur Führungsprozesse	SC-Behaviour SC-Design SC-Communication SC-Cooperation	Unternehmenswert-/ Kundenwertmaximierung	Shareholder value Stakeholder value Nutzwert
Administration (strategische Ebene)	Erfolgspotentiale	Wettbewerb Technologie Finanzen Kostensituation Organisation	Differenzierung Kostenführerschaft Strategie-Mix	Innovationsrate Marktanteil Kosteneffizienz Qualitätsniveau
Disposition (operative Ebene)	Erfolgsfaktoren	Prozeßketten Netzwerke Ressourcen Mitarbeiter Informationen	wirtschaftliche Optimierung	Kapazitätsauslastung Durchlaufzeitminimierung Bestandsminimierung Qualität ROI Liquidität
Netzwerksteuerung	Netzwerke (informativ, materiell)	Daten Schnittstellen	Schnittstellenoptimierung	Kompatibilität Redundanzfreiheit Übertragungsgeschwindigkeit
Bausteinsteuern	Prozesse, autonome Subsysteme	Transportmittel Prozeßkettenelement Lagermittel	technische Optimierung (Technisches Controlling)	Produktivität Betriebsfähigkeit Verfahrenstechnische Optimierung

Abbildung 13: Lenkungsebenen, -klassen, -objekte, -prinzipien und -ziele

6. Auswertung

Art	Beschreibung	Auswertung		Darstellung
Temporär- Objekte	Tee (Rohstoff)	Durchlaufzeit	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
			Verlauf	Säulendiagramm
		Bearbeitungszeit	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
			Verlauf	Säulendiagramm
	Liegezeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Transportzeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
Tee (Ware)	Durchlaufzeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Liegezeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
Transportzeit	Maximal	Zahl		
	Minimal	Zahl		
	Mittel	Zahl		
	Verlauf	Säulendiagramm		
Verpackungen u. Paletten	Durchlaufzeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Transportzeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Bearbeitungszeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Liegezeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
Aufträge	Lieferzeit	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Termintreue	Termintreue	Prozent	

Abbildung 14: Auswertungsmatrix für die Temporärobjekte

Art	Beschreibung	Auswertung		Darstellung
Permanent- Objekte	Personal	Auslastung	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
			Verlauf	Säulendiagramm
		Kosten	Summe	Zahl
	Flächen	Auslastung	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
			Verlauf	Säulendiagramm
		Kosten	Summe	Zahl
	Arbeitsmittel	Auslastung	Maximal	Zahl
			Minimal	Zahl
			Mittel	Zahl
			Verlauf	Säulendiagramm
		Kosten	Summe	Zahl
Arbeitshilfsmittel	Auslastung	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Verbrauch	Summe	Zahl	
Organisationsmittel	Auslastung	Maximal	Zahl	
		Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
	Ausfälle	Maximal	Zahl	
Bestände	Anzahl	Minimal	Zahl	
		Mittel	Zahl	
		Verlauf	Säulendiagramm	
		Summe	Zahl	
	Kosten	Summe	Zahl	

Abbildung 15: Auswertungsmatrix für die Permanentobjekte

A4 Netze und Güterverkehrszentren

1. Struktur

1.1. Topologie

Die Topologie eines GVZ wird durch die Anordnung verschiedener Unternehmen und Unternehmungen dargestellt. Hierbei handelt es vorwiegend um logistische Dienstleistungsfunktionen wie Spediteursgewerbe, Umschlaganlagen, insbesondere einer KV-Umschlaganlage, Lagerflächen, etc. Welche Funktionsbereiche im GVZ vorhanden sind ist je nach Standort verschieden und wird individuell festgelegt bzw. ergibt sich in der Entstehungsphase. Lediglich ein KV-Umschlagterminal kann als unweigerliches Muß angesehen werden. Man kann auch sagen, der KV-Terminal ist zentraler Bestandteil eines GVZ. Auf die einzelnen möglichen Funktionsbereiche wird unter *1.2 Aufbaustruktur* noch näher eingegangen. Beispielhaft ist in Abb. 1 ein Skizze für eine GVZ-Topologie dargestellt.

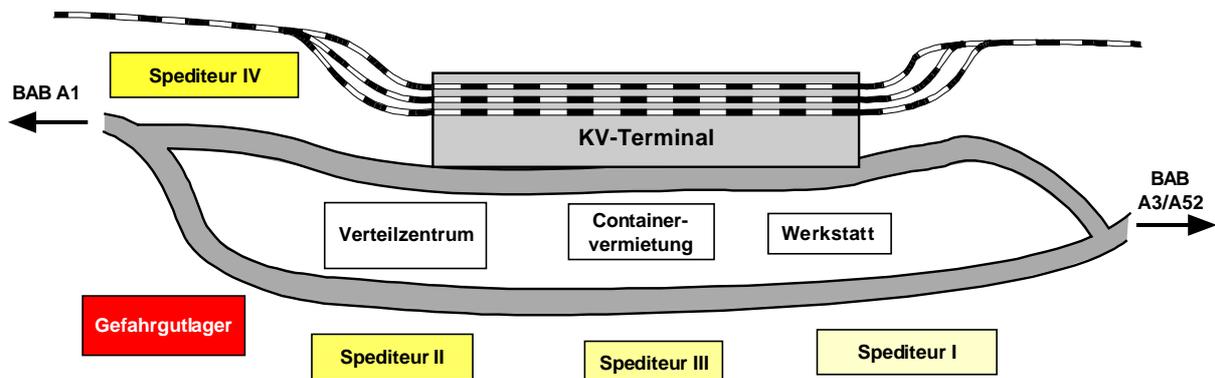


Abb. 1: Skizze GVZ-Topologie

Eine erste Anordnung der Funktionsbereiche bzw. Unternehmen erfolgt nach einer Grobdimensionierung des GVZ. Die exakte Anordnung und Dimensionierung dieser Funktionsbereiche ist Ziel der Simulation des GVZ-Modells.

Als Darstellungsformen für die Aufbaustrukturen dienen:

- Layoutzeichnungen
- Flußdiagramme
- Sankey-Diagramme
- Funktionsschaubilder

Zu unterscheiden ist hier zwischen einer Materialflußstruktur und einer Informationsstruktur. Je nach Aufgabenstellung, z.B. wenn ein GVZ-Standort geplant werden soll, ist eine Darstellung der Topologie erst nach Beendigung der Planungsphase möglich, sie bildet so zu sagen das Ergebnis.

1.2. Aufbaustruktur

Güterverkehrszentren besteht aus einzelnen autarken Unternehmen. Als Moderator kann die GVZ-Entwicklungsgesellschaft (GVZE) dienen. Sie besitzt allerdings keinerlei Weisungsbefugnisse und kann lediglich Anregungen und Vorschläge zur Zusammenarbeit und Nutzung von Synergien zwischen den Nutzern/Teilnehmer am GVZ geben. Sie ist in keiner Weise in die Tagesgeschäfte des Material- und Informationsflusses eingebunden und wird somit für die weiter Betrachtung und Erarbeitung eines GVZ-Modells nicht mit einbezogen.

Die Aufbaustruktur eines GVZ kann nach Unternehmenstypen oder aber nach Funktionsbereichen erfolgen. Da mehrere Unternehmen die gleichen Funktionen erfüllen können und die eigentlichen Tätigkeiten im Vordergrund stehen, wird eine Strukturierung nach Funktionsbereichen vorgenommen.

Eine erste grobe Struktur nach Funktionsbereichen ist:

- Umschlagbereiche (Umschlagterminal)
- Lager- und Kommissionierbereiche
- Service-/Dienstleistungseinrichtungen

Eine detailliertere Einteilung, die bereits einige Abläufe wiedergibt ist:

- Transportsystem
 - ↳ Verkehrssystem
 - ↳ Fördersystem
- Umschlagsystem
 - ↳ Entladesystem
 - ↳ Umladesystem
 - ↳ Beladesystem
 - ↳ Verteilsystem
 - ↳ Sortiersystem
- Lagersystem
 - ↳ Lagersystem
 - ↳ Puffersystem
- Güterbehandlungssystem
 - ↳ Kommissioniersystem
 - ↳ Verpackungssystem
- Service- und Dienstleistungssystem

Diese Systeme bestehen wiederum aus verschiedenen Basis-Tätigkeiten, die im weiteren als Logistikbausteine verstanden und erarbeitet werden.

1.3. Ablaufstruktur

Über ein GVZ verlaufende Materialströme können die in Abb. 2 dargestellten grundsätzlichen Stationen anlaufen. Hierbei wurden lediglich die beiden Verkehrsträger Straße und Schiene als Bestandteile des GVZ zu Grunde gelegt, wobei der KV-Terminal für den zweiten Verkehrsträger Schiene steht. Eine zusätzliche Berücksichtigung des Umschlags zwischen

den Verkehrsträgern Straße – Wasser, Wasser – Schiene würde die Abb. 2 prinzipiell nicht beeinflussen, es würden sich lediglich zusätzlich Material- und Informationsströme ergeben.

Quelle = Region bzw. GVZ - Senke = Fern-Relation

Station		Station		Station		Station	Art der Transportkette
Region	⇔	Logistikdienstleister	⇔	KV-Terminal	⇔	Fern-Relation	Sammelgutverkehr
Region	⇔	KV-Terminal	⇔	Fern-Relation			Direktverkehr
Region	⇔	Logistikdienstleister	⇔	Fern-Relation			Sammelgutverkehr
Region	⇔	Logistikdienstleister					Logistikdienstleister führt Lager (Nachschub)
Logistikdienstleister	⇔	KV-Terminal	⇔	Fern-Relation			Logistikdienstleister führt Lager
Logistikdienstleister	⇔	Fern-Relation					Logistikdienstleister führt Lager

Quelle = Fern-Relation - Senke = Region bzw. GVZ

Fern-Relation	⇔	KV-Terminal	⇔	Logistikdienstleister	⇔	Nah-Relation	Sammelgutverkehr
Fern-Relation	⇔	KV-Terminal	⇔	Nah-Relation			Direktverkehr
Fern-Relation	⇔	KV-Terminal	⇔	Logistikdienstleister			Sammelgutverkehr
Fern-Relation	⇔	Logistikdienstleister	⇔	Nah-Relation			Sammelgutverkehr
Fern-Relation	⇔	Logistikdienstleister					Logistikdienstleister führt Lager (Nachschub)

Quelle = Fern-Relation - Senke = Fern-Relation

Fern-Relation	⇔	KV-Terminal	⇔	Fern-Relation			HUB-Funktion-KV (Umschlagfunktion)
Fern-Relation	⇔	Logistikdienstleister	⇔	Fern-Relation			HUB-Funktion-Straße (Umschlagfunktion)

Quelle = Nah-Relation - Senke = Nah-Relation

Nah-Relation	⇔	Logistikdienstleister	⇔	Nah-Relation			Sammelgutverkehr
--------------	---	-----------------------	---	--------------	--	--	------------------

Abb. 2: Grundsätzliche Materialflüsse die über ein GVZ verlaufen

Bei der zu Grundelegung der beiden Verkehrsträger Straße und Schiene ergibt sich das in Abb. 3 dargestellte Flußdiagramm.

Jedoch bestehen nicht nur materialflußtechnische Beziehungen zwischen Funktionsbereichen des GVZ und der verladenden Wirtschaft, sondern auch innerhalb des GVZ. Diese verschiedenen Verknüpfungen sind in Abb. 4 für eine beispielhafte Konstellation von ansässigen Unternehmenstypen und Funktionsbereichen dargestellt.

Bei einer Abbildung aller auftretender Informationsflüsse gestaltet sich das Beziehungsnetz deutlich komplizierter, da fast grundsätzlich eine Wechselbeziehung zwischen zwei Punkten der Kette besteht. Beispielhaft sind einige Informationsströme für den Materialflußstrom aus der Region zu einem Logistikdienstleister über den KV-Terminal in die Fern-Relation in den Abb. 5 dargestellt.

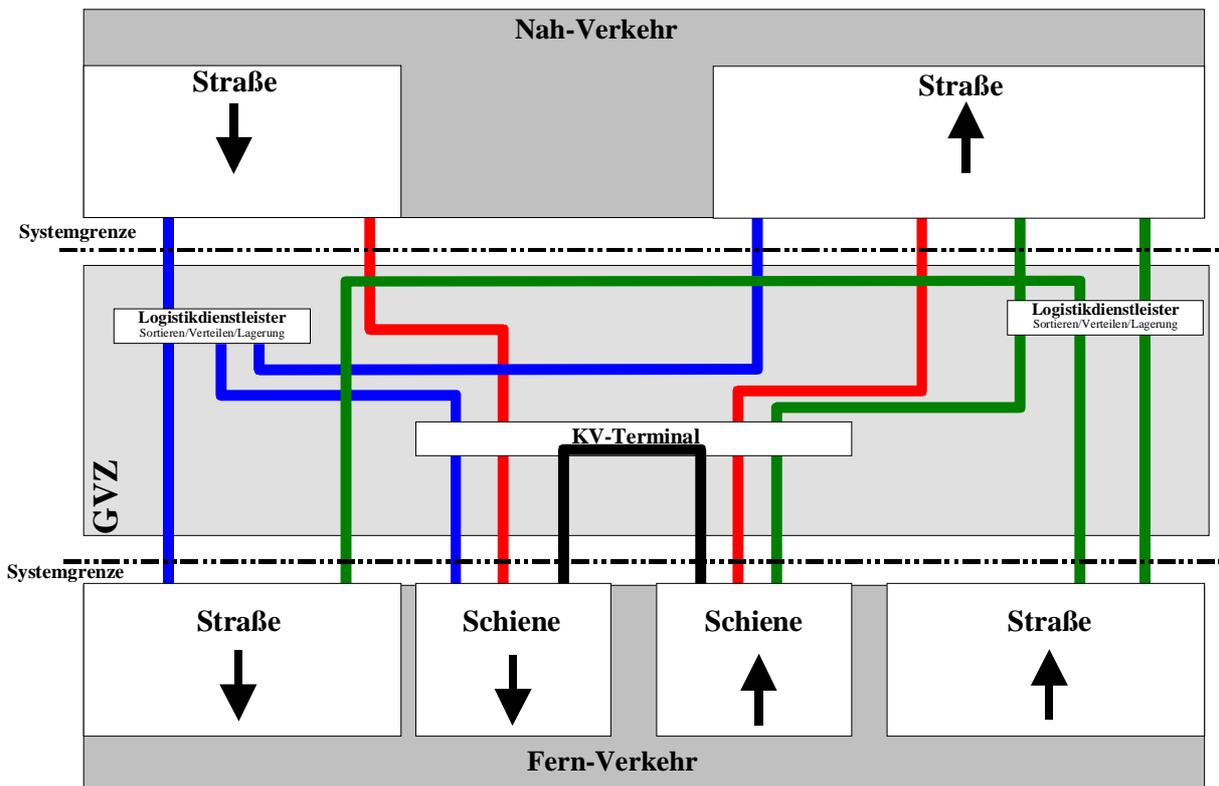


Abb. 3: Über ein GVZ verlaufende Material(Sendungs-)ströme

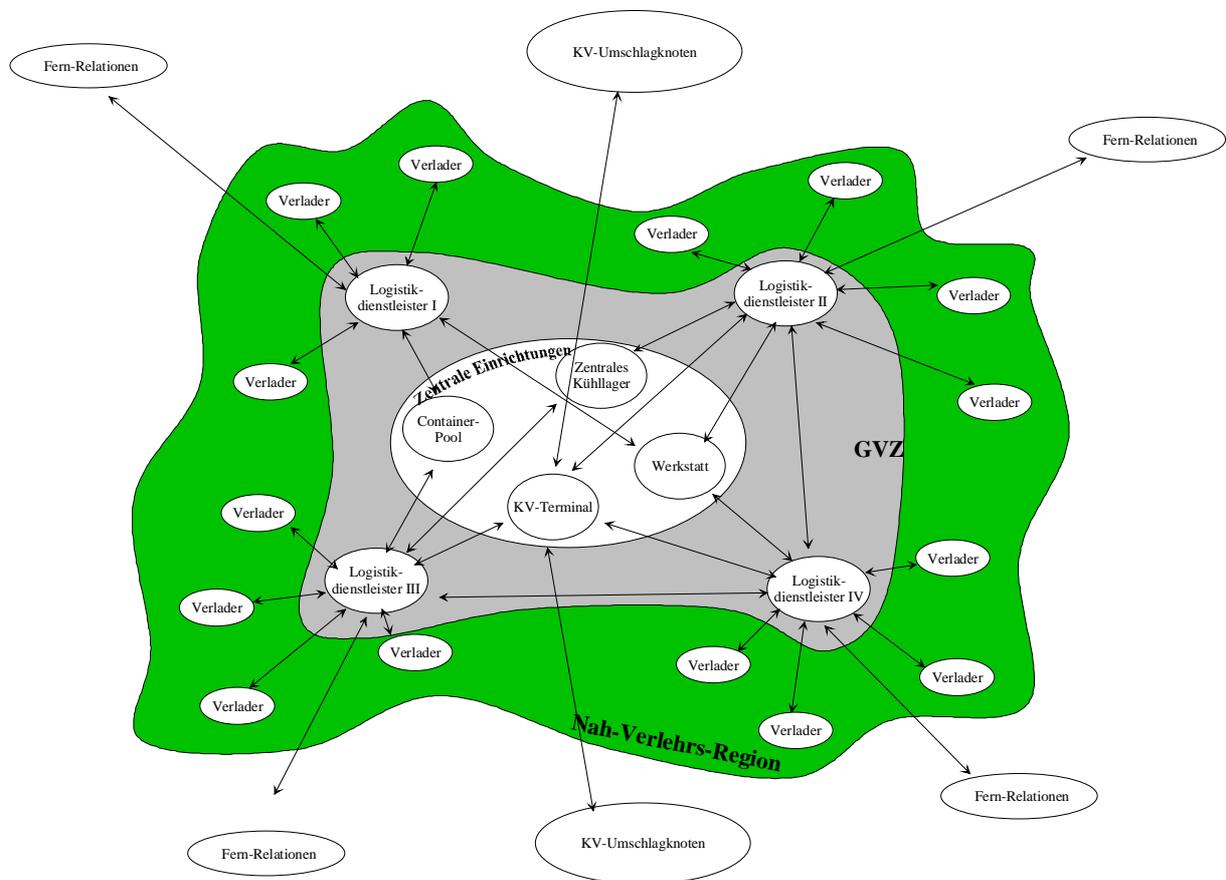


Abb. 4: Materialflußtechnische Verknüpfung der GVZ-Teilnehmer

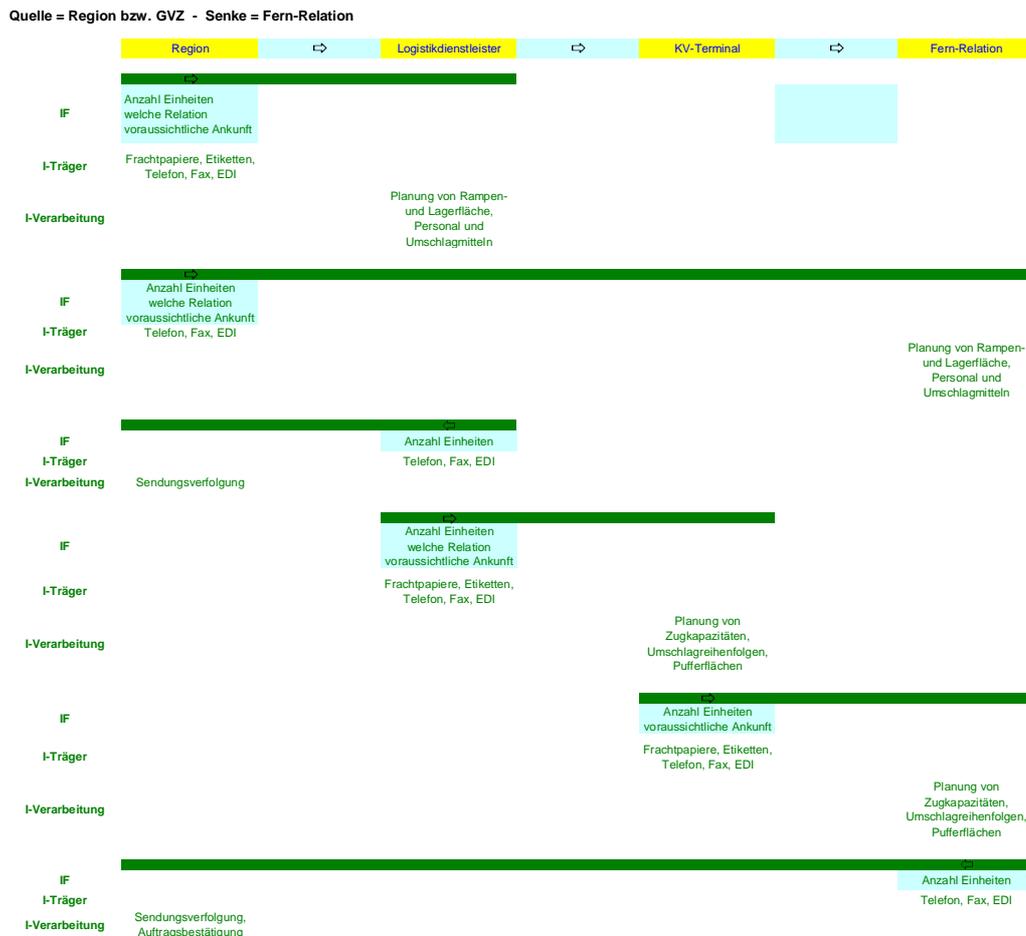


Abb. 5: Informationen 1. Kette

Somit können die Abläufe in einem GVZ in die beiden Kategorien

- Verarbeitung von Materialflüssen
- Verarbeitung von Informationsflüssen

eingeteilt werden.

Diese beiden grundlegenden Flüsse können parallel oder versetzt verlaufen. Aus der Sicht des Informationsflusses kann zwischen drei Kategorien unterschieden werden:

- Vorseilend
- Parallel
- Nacheilend

Den ungünstigsten Fall stellt der nacheilende Informationsfluß, da in diesem Fall die Ware eventuell unnötiger Weise die Ressource Fläche oder Lagerplatz in Anspruch nimmt.

Der vorseilende Informationsfluß stellt den Optimalfall dar, da hier die Ressourcen und die weiteren Arbeitsabläufe im Vorhinein geplant und eingeteilt werden können. So können z.B. in einer Spedition Sendungen eingelagert werden, wenn sie erst einige Tage später ausgeliefert werden müssen, um somit kostbaren Platz auf der Umschlagflächen einsparen zu können.

Bei einem parallelen Verlauf von Informations- und Materialfluß muß ein System schnell und flexibel reagieren können und auch ein flexibler Zugriff auf Ressourcen möglich sein. Dieser Fall spiegelt leider immer noch den größten Teil der real ablaufenden Prozesse wider.

Für einen optimalen Ablauf im GVZ muß gefordert werden, daß alle Güter die im GVZ ankommen nach ihren Charakteristika bekannt sein sollen, bevor sie eintreffen.

Die Erarbeitung eines GVZ-Modells basiert auf der Modellierung einzelner Funktionen bzw. Funktionsbereiche. Die einzelnen Gestaltungsmöglichkeiten für ein GVZ setzen sich aus den einzelnen Funktionen zusammen, denen anschließend Unternehmenstypen zugewiesen werden.

Beispielhafte Prozeßketten

In einem GVZ finden sich eine Vielzahl von Prozeßketten wieder, die zu einem komplexen System mit komplexen Verknüpfungen und Abhängigkeiten verbunden werden können. Im weiteren werden grob beispielhafte Abläufe beschrieben, die einen festen Bestandteil im GVZ bilden.:

- Wareneingänge beim Logistikdienstleister (Anlage A)
- Warenausgänge beim Logistikdienstleister (Anlage B)
- Umschlagprozesse im KV-Terminal (Anlage C)

Aufbau eines prinzipiellen Ablaufes, hier eines Entladeprozesses inkl. Verbringen, könnte wie folgt aussehen:

- ➡ Transporteinheit bewegt sich aus Warteposition zur Entladestelle
 - ⇒ *Ressource*: Fläche (Verkehrsweg), Rampenplatz
 - ⇒ *Parameter*: Zeit für Positionseinnahme, Flächenbedarf für Bewegung und Parken
- ➡ Entnehmen der Ladeeinheiten von der Transporteinheit
 - ⇒ *Ressource*: Personal, Umschlagmittel, Fläche
 - ⇒ *Parameter*: Zeit für Entladung (abhängig von Ladeeinheiten (Typ und Anzahl),
- ➡ Verbringen der Ladeeinheiten auf Lager-/Pufferplatz oder Relationsplatz
 - ⇒ *Ressource*: Personal, Umschlagmittel, Fläche
 - ⇒ *Parameter*: Zeit für Bewegungsabläufe
- ➡ Transporteinheit verläßt Entladestelle
 - ⇒ *Ressource*: Fläche (Verkehrsweg)
 - ⇒ *Parameter*: Zeit zum wegfahren, Flächenbedarf für Bewegung

2. Untersuchungsziele

2.1. Untersuchungsziele

Grundlegende Beschreibung der Ziele & Experimentenplanung

Zwei grundlegende Möglichkeiten.

1. Betrachtung eines GVZ mit der Systemgrenze ein- und abgehende Materialströme

Dient zur Planung eines GVZ, d.h. Gestaltung/Dimensionierung eines GVZ bei gegebenen Systemlasten und der groben Vorstellung über den Standort, d.h. die zu ver- und entsorgende Region.

Diese erste Betrachtungsweise kann wiederum in zwei Detaillierungsgrade unterschieden werden. Zum einen in eine erste Grobdimensionierung eines GVZ und der Erarbeitung einer Idealstruktur und zum zweiten einer Feinplanung einzelner Bereiche und deren Zusammenspiel.

Im ersten Fall sind Aussagen über die benötigten Funktionsbereiche eines GVZ und deren grobe Dimensionierung zu treffen und eine erste Quantifizierung von Synergiepotentialen.

Im zweiten Fall werden Teilsysteme detailliert analysiert und auf ihre Funktionsfähigkeit und Leistungsgrenzen gerade auch im Zusammenspiel mit anderen Teilsystemen hin untersucht.

Beispielhafte Untersuchungsziele sind hierbei:

- Durchlaufzeiten von Sendungen/Ladeeinheiten
- Liegezeiten von Sendungen/Ladeeinheiten
- Wartezeiten an/in Funktionsbereichen
- Umschlagleistung
- Ermittlung von Fahrplankonzepten
- Überprüfung von Zugsystemen

Zum sind konkrete Kennwerte zu ermitteln, zum anderen müssen Strategien auf ihren Nutzungsgrad hin überprüft werden.

2. Betrachtung mehrerer GVZ in einem „GVZ-Netz“.

Mit dieser Betrachtungsweise gilt es die Fragestellung einer idealen GVZ-Strukturlandschaft zu beantworten. Als Systemgrenze kann hier beispielsweise die Landesgrenzen der BRD angesehen werden.

Im ersten Schritt wird man sich mit dem einzelnen GVZ befassen. In einem weiteren Schritt kann dann überprüft werden, wie sich das geplante GVZ in eine bestehende Struktur einfügt.

Beispielhafte Untersuchungsziele sind:

- Transportauslastung einzelner Strecken
- Fahrplangestaltung
- Ermittlung von geeigneten Zugsystemen

Hierbei sind insbesondere die Transitaufgaben eines GVZ zu berücksichtigen, die im Zuge einer verstärkten Funktion Deutschland als Transitland auftreten werden.

In der ersten Phase des SFB-Vorhabens wird der 1. Betrachtungsbereich bearbeitet.

2.2. Simulationswürdig

Für eine erste grobe Dimensionierung des GVZ, insbesondere um Flächendimensionierungen durchführen zu können, kann sicherlich statisch bzw. analytisch gerechnet werden.

Für eine Feindimensionierung bestimmter Funktionsbereiche und Funktionen und deren Abläufe, wie z.B. der KV-Umschlagterminal oder ein Verteilzentrum, ist eine Simulation sinnvoll. Hierbei ist es allerdings vor allem wichtig, die benötigten Daten in entsprechender Qualität zu erhalten.

3. Systemlastbeschreibung (Temporärobjekte)

3.1. Personen

3.1.1. Mitarbeiter im GVZ

Bsp.: Lagerarbeiter, kaufmännische Personal, Fahrer, ...

Parameter:

- Zu- und Abgangsverhalten (Arbeitszeiten)
- Flächenbedarf (Parkflächen)
- Unternehmenszugehörigkeit

3.1.2. Fahrer/Transportpersonal

Bsp.: LKW-Fahrer, Lok-Führer

Parameter:

- Zu- und Abgangsverhalten (Arbeitszeiten, Verladezeiten, ...)
- Nutzung von Einrichtungen
- Nutzung von Parkflächen

3.2. Bestand

3.2.1. Auftragsbestand (logischer Bestand)

Bsp.: Transportaufträge, Lageraufträge, Kommissionieraufträge

Parameter:

- Tätigkeit (lagern, umschlagen, kommissionieren,) => Was ist zu tun ?!
- Ressourcennutzung
- Start- und Endzeit (Zeitvorgaben)

3.2.2. Artikelbestand (physischer Bestand)

Bsp.: Kartons, Ersatzteile, ...

Parameter:

- Lagerfläche
- Wert
- Verfallsdatum
- Abgangsverhalten
- Bestellrhythmus
- Sicherheitsbestand
- Sollbestand

3.2.3. Sendungsbestand (Bestand an Sendungen) (logischer oder physischer Bestand)

Bsp.: Sendung bestehend aus 2 Paletten, 5 Karton und 1 Rolle

Parameter:

- Platzbedarf (Grundfläche, Volumen)
- Anzahl zu handhabender Einheiten (Packstücke, Paletten, ...)
- Wert
- Identifikationsträger => Verweis auf diesen
- Quellort und Zielort

3.2.4. Packstück/Ladeeinheiten Bestand (physischer Bestand)

Bsp.: Karton, Bund, Rolle

Parameter:

- Platzbedarf (Grundfläche, Volumen)
- Anzahl
- Zu nutzende Handhabungseinrichtung (Stapler, Kran, Person, ...)
- Aufwand für bestimmte Tätigkeiten (Entladen, ...)

- Ladungsträgertyp
- Identifikationsträger
- Quellort und Zielort
- Wert

3.3. Arbeitsmittel

3.3.1. Verkehrsmittel

Bsp.: LKW, Auto, Zug, Schiff, Flugzeug

Parameter:

- Zuordnung zum Funktionsbereich, Unternehmen,
- Flächenbedarf (LxBxH, Wenderadius, ...)
- Leergewicht
- Zu- und Abgangsverhalten
- Kapazitäten (Ladekapazität, Tragfähigkeit, ...)
- Geschwindigkeiten (Fahrgeschwindigkeit)
- Fixe und variable Kosten
- Restriktionen (def. Ladestellen, ...)
- Verfügbarkeit
- Verbrauch an Hilfsstoffen (Benzin, ...)

3.4. Arbeitshilfsmittel

3.4.1. Transporteinheiten/Ladehilfsmittel

Bsp.: Palette, Gitterbox, Container, Wechselaufbaut

Parameter:

- Typ
- Abmessungen, Leergewicht
- Tragfähigkeit, Aufnahmefähigkeit
- Auf- und Abgabezeit
- Stapelfähig (ja/nein)
- Wert
- Fixe und variable Kosten

3.5. Organisationsmittel

3.5.1. Informationsträger

Bsp.: Frachtpapier, Adressaufkleber, BDE, Barcode

Parameter:

- Typ
- Format
- Fixe und variable Kosten
- Identifizierungszeit
- Ausfallzeiten

4. Permanentobjekte

4.1. Mobile Permanentobjekte

4.1.1. Personal

Bsp.: Fahrer innerbetrieblicher (innerhalb des GVZ) Fahrzeuge

Parameter:

- Typ
- Zugehörigkeit zum Funktionsbereich, Unternehmen, ...

- Anzahl
- Fixe und variable Kosten
- Arbeitszeiten (Dauer, Einteilung, Fehlzeiten , ...)
- Leistung (pro Stunde, pro Tag)

4.1.2. Arbeitsmittel

4.1.2.1. Fördermittel

Bsp.: Unstetigförderer (Stapler, Schlepper, ...)

Parameter:

- Typ
- Kapazität (Ladekapazität, Traglast, ...)
- Flächenbedarf (LxBxH, Wenderadius, ...)
- Leergewicht
- Leistung (Durchsatz,)
- Spielzeiten
- Geschwindigkeit
- Verfügbarkeit
- Verbrauch an Hilfsstoffen
- Fixe und variable Kosten
- Restriktionen

4.1.2.2. Verkehrsmittel

Bsp.: LKW für Transport innerhalb des GVZ, Zugmaschinen

Parameter:

- Zuordnung zum Funktionsbereiche, Unternehmen,
- Flächenbedarf (LxBxH, Wenderadius, ...)
- Leergewicht
- Zu- und Abgangverhalten
- Kapazitäten (Ladekapazität, Tragfähigkeit, ...)
- Geschwindigkeiten (Fahrgeschwindigkeit)
- Fixe und variable Kosten
- Restriktionen (def. Ladestellen, ...)
- Verfügbarkeit
- Verbrauch an Hilfsstoffen (Benzin, ...)

4.1.3. Arbeitshilfsmittel

4.1.3.1. Einwegsysteme

Bsp.: Einwegpaletten, Holzverpackungen

Parameter:

- Typ
- Abmessungen, Leergewicht
- Kapazität (Ladekapazität, Tragfähigkeit, ...)
- Stapelfähig (Ja/Nein)
- Kosten

4.1.3.2. Mehrwegsysteme

Bsp.: EU-Palette, Gitterbox, Normbehälter

Parameter:

- Typ
- Abmessungen, Leergewicht

- Kapazität (Ladekapazität, Tragfähigkeit, ...)
- Stapelfähig (Ja/Nein)
- Poolzuordnung
- Fixe und variable Kosten

4.1.4. Organisationsmittel

4.1.4.1. Identifizierungssysteme

Bsp.: Scanner auf den Fahrzeugen

Parameter:

- Fixe und variable Kosten
- Zuverlässigkeit
- Ausfallzeiten
- Identifizierungsgeschwindigkeit

4.2. Stationäre Permanentobjekte

4.2.1. Personal

Bsp.: Lagermitarbeiter, kaufmännisches Personal

Parameter:

- Typ
- Anzahl
- Fixe und variable Kosten
- Arbeitszeiten (Dauer, Einteilung, Fehlzeiten , ...)
- Leistung

4.2.2. Fläche/Volumen(Gebäude)

Bsp.: Lagerfläche, Umschlagfläche, Verladefläche, Verkehrsfläche (öffentl. Straße)

Parameter:

- Typ (Art der Nutzung)
- Kapazität
- Flächenbedarf
- Restriktionen
- Kosten

4.2.3. Arbeitsmittel

4.2.3.1. Fördermittel

Bsp.: Stetigförderer (Rollenbahn, Förderband), Unstetigförderer (Stapler, Schlepper)

Parameter:

- Typ
- Kapazität
- Leistung (Durchsatz,)
- Kosten

4.2.3.2. Verkehrsmittel

Bsp.: LKW, Zugmaschine innerhalb des GVZ

Parameter:

- Typ
- Kapazität
- Leistung
- Kosten

4.2.3.3. Lagertechnik

Bsp.: Palettenregal, Kragarmregal,

Parameter:

- Typ
- Kapazität
- Leistung
- Evtl. Personalbedarf
- Fixe und variable Kosten

4.2.3.4. Kommissioniertechnik

Bsp.: Schachtkommissionierer, autom. Behälterregal

Parameter:

- Typ
- Kapazität
- Evtl. Personalbedarf
- Leistung
- Kosten

4.2.3.5. Sortier-/Verteiltechnik

Bsp.: Posi-Sorter,

Parameter:

- Typ
- Kapazität
- Evtl. Personalbedarf
- Leistung
- Kosten

4.2.3.6. Umschlaganlage

Bsp.: Portalkran, Reachstacker

Parameter:

- Typ
- Kosten
- Kapazität
- Personalbedarf
- Leistung

4.2.4. Arbeitshilfsmittel

4.2.4.1. Betriebsstoffe

Bsp.: Treibstoff, Schmierstoff

Parameter:

- Typ
- Menge
- Kosten

4.2.4.2. Lade-/Transporthilfsmittel

Bsp.: Palette, Gitterbox

Parameter:

- Typ
- Menge
- Kosten
- Kapazität
- Flächenbedarf

4.2.5. Organisationsmittel

4.2.5.1. Identifikationssysteme

Bsp.: Scanner, Kameras

Parameter:

- Fixe und variable Kosten
- Zuverlässigkeit
- Ausfallzeiten
- Identifizierungsgeschwindigkeit
- Schnittstellenbeschreibung

5. Lenkungsmöglichkeiten

5.1. Normativ

Verbindliche normative Regeln, Aussagen existieren für ein GVZ global nicht.

Lediglich einzelne Unternehmen im GVZ können solche besitzen.

5.2. Administrativ

Auch hier existieren keine GVZ-Teilnehmer überspannenden Regeln.

Es könnte jedoch angedacht werden, eine zentrale Frachtenbörse/-vergabe, ein zentrales unabhängiges Verteilzentrum zu realisieren, welches unvoreingenommen versucht, alle möglichen Synergien auszunutzen.

5.3. Disposition

Ein Unternehmens oder Funktionsbereiche übergreifende Disposition existiert lediglich, wenn zentrale oder Gemeinschaftseinrichtungen genutzt werden. So sollten z.B. die Abläufe in eine KV-Umschlagterminal mit den einzelnen Nutzern abgestimmt werden um unnötige Wartezeiten zu vermeiden und Teilsysteme nicht durch unnötige Spitzenbelastungen zu blockieren.

Ansonsten findet Disposition in den einzelnen Unternehmen wie z.B. dem Transportunternehmer statt.

5.4. Netzwerk-Steuerung

Beispiele für eine Netzwerksteuerung sind:

- Sortier- und Verteilsysteme
- Lager- und Kommissioniersystemesysteme
- Transportsysteme in einem Funktionsbereich
- Umschlagssysteme (KV-Umschlag-Terminal)

5.5. Baustein-Steuerung

Steuerung von einzelner Baugruppen von Fördersystemen in den verschiedenen Funktionsbereichen.

6. Auswertungen

Anhand des Gutaufkommens sollen Funktionsflächen und deren Systemkomponenten dimensioniert werden, d.h. hier werden als Ergebnis konkrete Zahlen erwartet.

Bei einer Bestimmung von Auslastungsgraden, z.B. der Umschlaganlage, ist neben der Kennzahl für den Auslastungsgrad auch die Systemlastverteilung über den Tag von Interesse.

Beispielhafte Auswertungen:

Verteilzentrum

Auslastung der Rampen (Kennwert und Verteilung)

Personalauslastung (Kennwert und Verteilung)

Hallenflächenbelegung (Kennwert und Verteilung)

Wartezeiten der LKW (Kennwert und Verteilung)

Umschlag-Terminal

Auslastung der Umschlagtechnik (Kennwert und Verteilung)

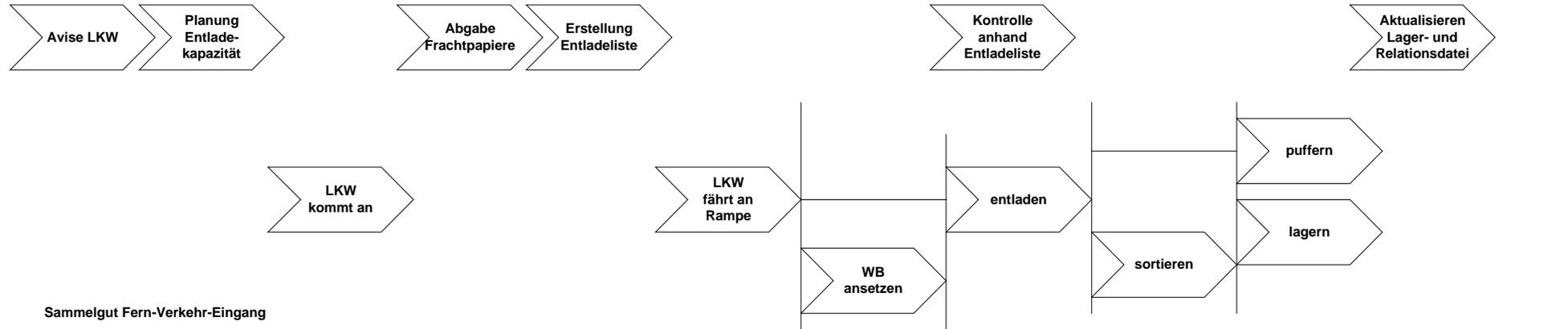
Flächenauslastung (Kennwert und Verteilung)

Wartezeiten der LKW (Kennwert und Verteilung)

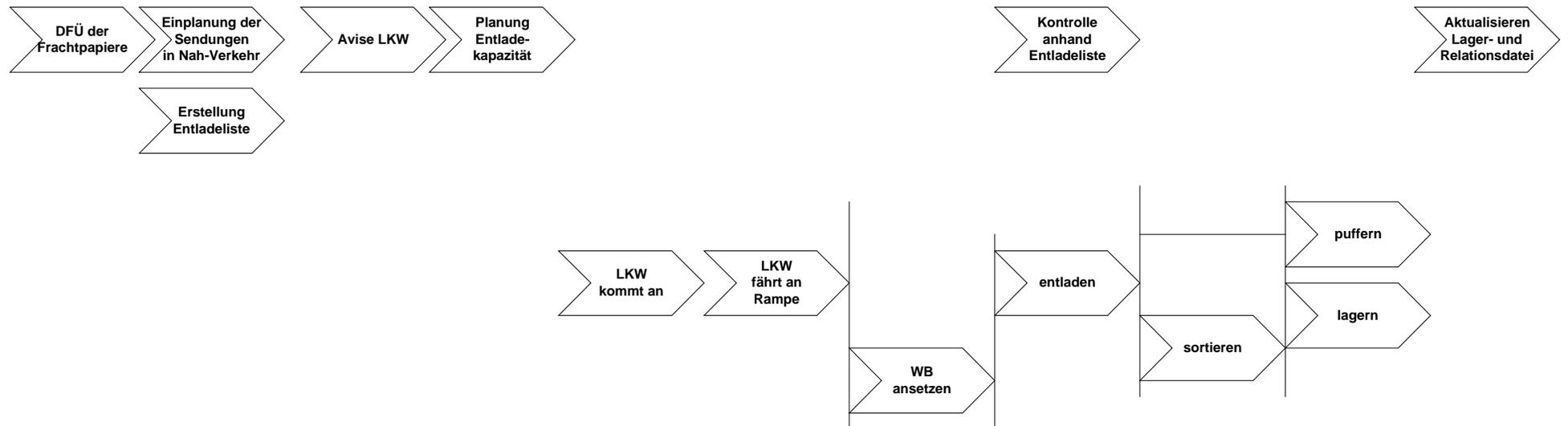
Standzeiten der Züge (Kennwert und Verteilung)

Anlage A

Sammelgut Nah-Verkehr-Eingang

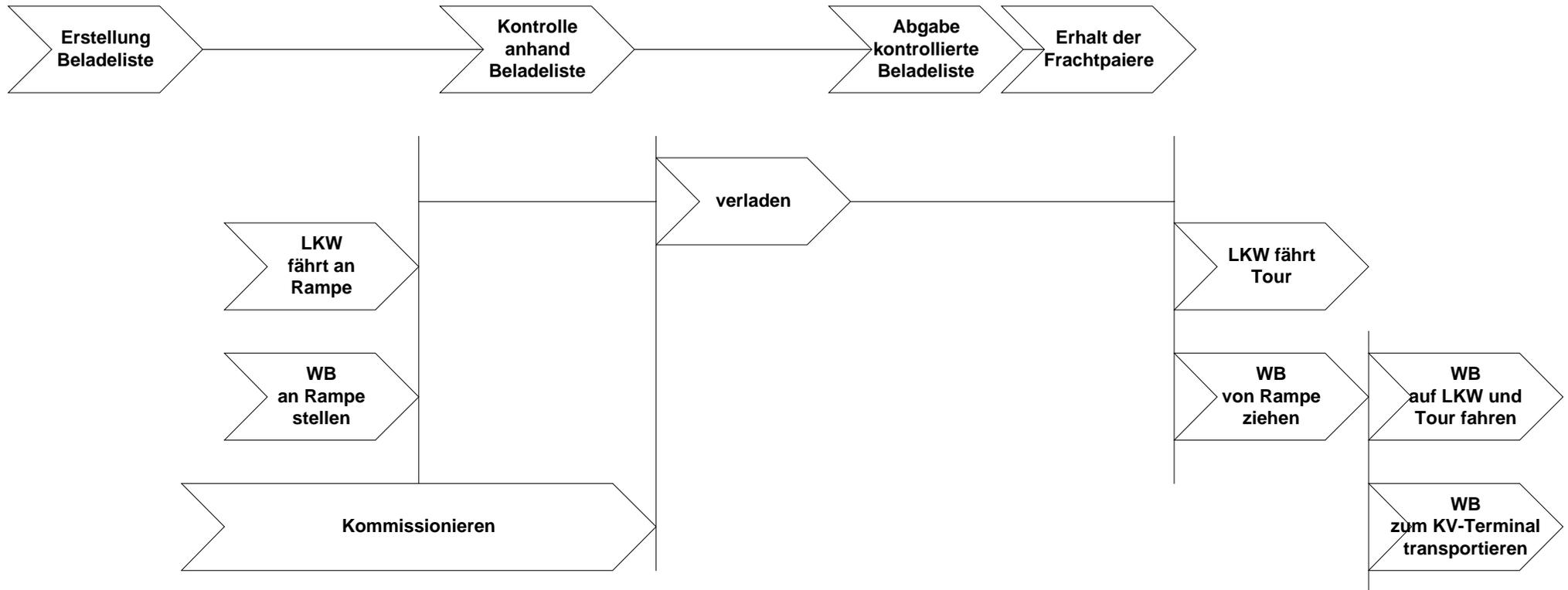


Sammelgut Fern-Verkehr-Eingang



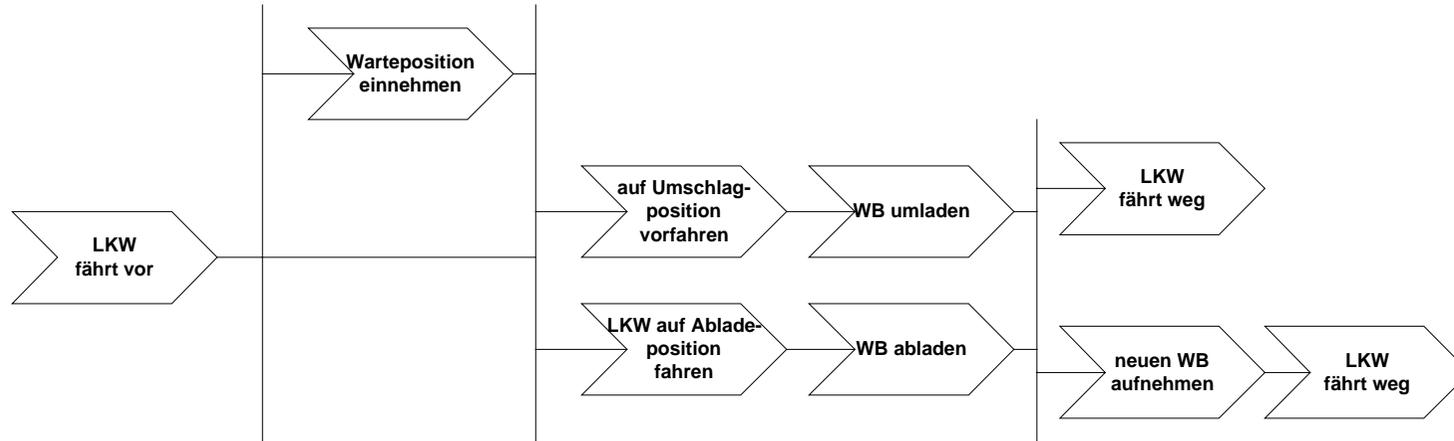
Anlage B

Sammelgut Nah- und Fern-Verkehr-Ausgang

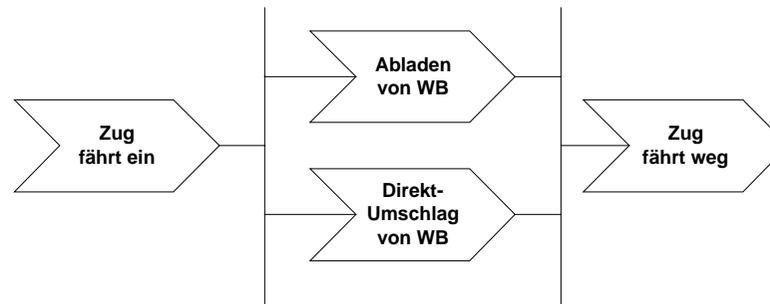


Anlage C

Umschlagterminal für den Kombinierten Verkehr
LKW Ablauf



Umschlagterminal für den Kombinierten Verkehr
Zug Ablauf Ganz-/Linienzugsystem



A5 Frachtumschlag im Flughafen

1 Strukturen

1.1 Topologien

Siehe Modellflughafen in der Anlage A.

1.2 Aufbaustrukturen

Die Funktionsbereiche der Fracht gliedern sich in drei grobe Bereiche (Anlage B):

- landseitige Anlieferung und Abholung,
- luftseitige Anlieferung und Abholung und
- Umschlagen der Fracht von der Luft- zur Landseite und von der Land- zur Luftseite.

Die Fracht, landseitig Anlieferung und Abholung, wird an den Rampen des Frachtterminals angenommen bzw. bereitgestellt.

Die Fracht, luftseitig Anlieferung und Abholung, wird, nachdem diese vom Flugzeug entladen wurde, durch Transportmittel zum Frachtterminal transportiert.

Im Frachtterminal werden beide Frachtströme entladen, beladen, gepuffert, gelagert verteilt, sortiert und für den Transport per Flugzeug oder LKW vorbereitet.

1.3 Ablaufstrukturen

Die Anlage C und D geben den Ablauf des Materialflusses stark vereinfacht dar, um die Reihenfolge der Prozessbeteiligten aufzuzeigen.

Die Prozessketten in Anlage E und F stellen den Ablauf des Frachtexport dar, wohingegen Anlage G den Import darstellt.

2 Untersuchungsziele

2.1 Untersuchungsziele

Art	Beschreibung	Auswertung		Darstellung
Temporärobjekt	Fracht	Durchlaufzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Verweilzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Transportzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Umschläge	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Anzahl	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
Temporärobjekt	Flugzeug	Durchlaufzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Verweilzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Transportzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Umschläge	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Anzahl	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
Temporärobjekt	LKW	Durchlaufzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Verweilzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Transportzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Umschläge	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Anzahl	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
Temporärobjekt	ULD	Durchlaufzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Verweilzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Transportzeit	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Umschläge	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
		Anzahl	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
Permanentobjekt	Personal	Auslastung/Leistung	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
	Arbeitsmittel: Dollyzug	Auslastung/Leistung	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm
	Flächen	Auslastung/Leistung	Maximal, Minima, Mittel, Verlauf	Zahl Säulendiagramm

- Durchlaufzeit verkürzen, sowohl für die gesamte SCM Kette als auch für die Verweildauer am Flughafen, und den bestehenden Prozess kostengünstiger gestalten
- Lagerzeiten verkürzen
- Auslastung des Flughafen, der Flugzeuge, der Frachtanlagen, usw.
- Anpassung des Flugplans, um den Direktumschlag am Flughafen für tatsächlich geflogenen Fracht, zukünftig zu erhöhen

2.2 Simulationswürdigkeit

Am Ende des ersten Beantragungszeitraum für den SFB 559 ist es sinnvoll das noch zu entwickelnde Modell durch eine Simulation zu überprüfen, und es gegebenenfalls anzupassen.

Die unter 2.1 genannten Ziele sind simulationswürdig.

3 Systemlastbeschreibung

Temporärobjekte

Am Flughafen existieren vier Temporärobjekte (TO), die die Ressourcen des Flughafens unterschiedlich stark beanspruchen: Fracht, Flugzeug, LKW und Unit Load Device (ULD).

Das wichtigste Temporärobjekt für unser Teilprojekt ist die Fracht. Bei diesem TO handelt es sich um das Gut, welches der Kunde zu einem Empfänger transportiert haben möchte.

Die folgenden zwei TO sind die Transportmittel mit denen die Fracht zum und vom Flughafen gebracht werden. Das letzte TO ist ein reines Arbeitshilfsmittel, das dazu benutzt wird, die Fracht flugzeuggerecht vorzubereiten.

1. TO:

Als Fracht bezeichnet man jegliche Art von zu transportierenden Gütern. Der Versender verschickt eine Sendung, die sich aus mehreren einzelnen Stücken zusammensetzen kann. Diese Sendung kann mehrmals konsolidiert werden, bis diese in ein Flugzeug verladen wird. Um Aussagen über die zu verladene Fracht treffen zu können, werden Angaben über das Gewicht und das Volumen benötigt. Am Flughafen tritt diese Fracht beim Frachtabfertiger oder mit dem Flugzeug zum ersten mal in das System Flughafen ein. Die Fracht kann bei ihm als einzelnes Stück, als Sendung oder auch als bereits fertig aufgebautes ULD aufgegeben werden.

Frachttypen: Sendung, Transporteinheit, Lagereinheit

Parameter für Fracht: Platzbedarf, Anzahl der zu handhabenden Einheiten, Wert, Identifikationsträger, Quelle und Ziel, Verfallsdatum, Lagervorschriften, Sicherheitsabstand, Abgangsverhalten, Bestellverhalten

2.TO:

Ein weiteres Temporärobjekt ist das Flugzeug, welches am Flughafen landet und nach einer Entlade- und Beladezeit wieder startet. Dieses Flugzeug ist ein Transportmittel, welches die Ladung zu einem anderen Flughafen einfliegt. Als Flugzeuge werden zu fast 60% Passagiermaschinen genutzt, in denen die Fracht als sogenannte Beifracht mitfliegt. Reine Frachtflugzeuge werden erst dann eingesetzt, wenn es aus wirtschaftlichen Gründen opportun ist. Die Fracht wird mit Hilfe der ULD und/oder als „Bulk“ (lose) in den Belly (unterer Frachtraum eines Flugzeuges, der keine ULD zulässt) geladen. Bei einem Frachtflugzeug wird die Ladung hauptsächlich auf ULD verladen, da diese Frachter konzipiert wurden, um nur Fracht zu fliegen. Der Belly dieser Maschinen wird zusätzlich genutzt. Fracht, die auf ULD aufgebaut wurde, erlaubt eine schnellere Be- und Entladung der Maschine und die Ladung ist doppelt gesichert, einmal auf dem ULD und dann noch das ULD im Flugzeug.

Flugzeugtypen: Frachter (Boeing 747 F, MD-11F), Passagiermaschine (Boeing 737-400, Airbus 340), Kombiflugzeuge (Boeing 747-200C)

Parameter für Flugzeuge: Typ, Kennzeichen, Kapazität (Ladekapazität, Volumen), Abmessungen, Leergewicht, Leistung, Geschwindigkeit, Personalbedarf, Restriktionen, Verbrauch, max. zurückzulegende Strecke, Kosten je Betriebsstunde

3. TO:

Der LKW, der die Luftfracht an das Frachtzentrum liefern, ist das landseitige Transportmittel, um Fracht dem Flughafen anzuliefern. Die Art der Anlieferung und des Abtransportes kann sowohl mit PKW als auch mit LKW erfolgen.

LKW Typen: RFS, Kurier/Expres, bis 7,5 t, über 7,5 t

Parameter für LKW: Typ, Kennzeichen, Kapazität (Ladekapazität, Volumen), Abmessungen, Leergewicht, Leistung, Geschwindigkeit, Personalbedarf, Restriktionen, Verbrauch, max. zurückzulegende Strecke, Kosten je Betriebsstunde

4. TO:

Die ULD, die Arbeitshilfsmittel sind, bündeln und sichern die Fracht für den Transport im Flugzeug. Der Frachtanfertiger bekommt auch von der Landseite, also per LKW, Fracht auf ULD angeliefert.

ULD Typen: LD3 Container, LD7/AAK, 10 ft-Container, 20 ft-Container

Parameter für ULD: Typ, Kennzeichen, Kapazität, Maße (Länge x Breite x Höhe),
Leergewicht, max. Tragfähigkeit, Kosten

4 Permanentobjekte (Ressourcen)

4.1 Mobile Permanentobjekte

(I) Personal:

- Lademeister:
- Fahrer:
- Loader:

Parameter für Personal: Anzahl, Name, Arbeitszeit je Zeiteinheit, Schichtdienst,
Anzahl der Schichten am Tag, Urlaubstage im Jahr,
Krankheitstage im Jahr, sonstige Fehlzeiten im Jahr,
Personalkosten im Jahr, Leistung in der Stunde.

(II) Arbeitsmittel

Begleitet:

- Zugmaschine:

Parameter für Arbeitsmittel (begleitet): Typ, Kennzeichen, Kapazität, Abmessungen,
Leistung, Geschwindigkeit, Personalbedarf,
Restriktionen, Verbrauch, max.
zurückzulegende Strecke, Kosten je
Betriebsstunde

Andere (unbegleitet)

- Dolly:
- Trolley:

Parameter für Arbeitsmittel (unbegleitet): Typ, Kennzeichen, Kapazität, Abmessungen, Leistung, Geschwindigkeit, Personalbedarf, Restriktionen, Verbrauch, max. zurückzulegende Strecke, Kosten je Betriebsstunde

(III) Arbeitshilfsmittel

Mehrweg:

- GLD:

Parameter für Arbeitshilfsmittel: Typ, Kennzeichen, Kapazität, Maße (Länge x Breite x Höhe), Leergewicht, max. Tragfähigkeit, Kosten

Einweg:

- Europalette:

Parameter für Arbeitshilfsmittel: Typ, Kapazität, Maße (Länge x Breite x Höhe), Leergewicht, max. Tragfähigkeit, Kosten

(IV) Organisationsmittel

- Scanner:

Parameter für Organisationsmittel: Typ, Anzahl je Sendung, Kapazität, Leistung, Personalbedarf, Kosten je Stunde, Ausfallzeiten, Leistung der Identifikationstechnik.

4.2 Stationäre Permanentobjekte

(I) Personal:

- Disponent:
- Lagerarbeiter:
- Auf- Abbauer:

Parameter für Personal: Anzahl, Name, Arbeitszeit je Zeiteinheit, Schichtdienst, Anzahl der Schichten am Tag, Urlaubstage im Jahr, Krankheitstage im Jahr, sonstige Fehlzeiten im Jahr, Personalkosten im Jahr, Leistung in der Stunde.

(II)

Gebäude

- Frachtterminal A
- Frachtterminal B
- Passagierterminal

Parameter für Gebäude: Bezeichnung des Gebäudes, Art der Nutzung, Größe, Kapazität, evtl. Restriktionen,

Flächen Vorfeld

- Start/Landebahnensystem
- Rollwege
- Frachterpositionen
- Vorfeldpositionen
- Gebäudepositionen
- Bereitstellfläche Vorfeld
- Bereitstellfläche Eingang
- Bereitstellfläche Ausgang
- Transportwege Vorfeld
- Abstellfläche für die Vorfeldtransportmittel

Fläche Frachtzentrum

Gehört zum Frachtzentrum ist jedoch nicht explizit eingezeichnet.

- Rampen Anlieferung
- Rampen Abholung
- Aufbaufläche
- Abbaufäche

Parameter für Flächen: Bezeichnung der Fläche, Art der Nutzung, Größe, Kapazität, evtl. Restriktionen,

(III) Arbeitsmittel:

Lagertechnik

- Hochregallager (ULD, GLP, Minishipment)

Parameter für Lagertechnik: Typ, Kapazität (Abmessungen), Leistung, Geschwindigkeit, Personalbedarf, Restriktionen, Verbrauch, Kosten, Leistung der Identifikationstechnik,

Fördertechnik

Stetig Förderer:

- ULD Fördertechnik:
- MTD:

Parameter für Fördertechnik (stetig Förderer): Typ, Kapazität (Abmessungen), Leistung, Geschwindigkeit, Personalbedarf, Restriktionen, Verbrauch, Kosten

Unstetig Förderer:

- Gabelstapler:

Parameter für Fördertechnik (unstetig Förderer): Typ, Kapazität (Abmessungen),
Leistung, Spielzeiten,
Geschwindigkeit, Personalbedarf,
Restriktionen, Verbrauch, Kosten

Kommisioniertechnik

Parameter für Kommisioniertechnik: Art, Kapazität, Leistung, Geschwindigkeit,
Personalbedarf, Restriktionen, Kosten

(IV) Arbeitshilfsmittel:

- Energie (Strom)
- Treibstoffe:

Parameter für Arbeitshilfsmittel: Typ, Menge, Kosten

(V) Organisationsmittel

- Computer
- Flugplan
- Belege
- Identifikationsgeräte
- Kommunikationsgeräte
- Telefon
- Software

Parameter für Organisationsmittel: Typ, Anzahl je Sendung, Kapazität, Leistung,
Personalbedarf, Kosten je Stunde, Ausfallzeiten,
Leistung der Identifikationstechnik.

(VI) Bestände/Pools (alle Warteschlangen), Arbeitsvorrat in Bearbeitung ausgedrückt in
Stunden

- Aufträge:

Parameter für Bestände: Typ, durchschnittliche Anzahl, max. Anzahl, Zeit des Arbeitsvorrates im Bestand, Wert des Bestandes, Start- und Endzeit

5 Lenkungsmöglichkeiten

5.1 Normativ

Normative Regeln am Flughafen existieren jeweils nur für einen Prozessbeteiligten, und nicht für alle gemeinsam. Jedes Unternehmen hat seine eigenen Normativen.

5.2 Administrativ

Auch hier ist es schwierig gemeinsame Regeln zu finden, weshalb wir auch von einer Logistikkette reden. Jeder ist bestrebt die Fracht schnell, sicher und mit einem geringen Aufwand durch sein System zu steuern. Dabei steuert jeder nur sein eigenes Quellen- und Senken-Verhalten, und versucht nicht die vor- oder nachgelagerten Prozesse zu beeinflussen. Dadurch kommt es zu einer längeren Laufleistung und zu Qualitätseinbußen, die der Kunde nicht hinnimmt, weshalb dieser sich bei KEP-Fracht stärker den KEP-Anbietern zuwendet.

5.3 Disposition

Die beiden Hauptbeteiligten am Flughafen, die Fluggesellschaft und der Frachtabfertiger, betreiben sowohl eine Vorplanung als auch ein Dispatching. Beide Vorplaner und Dispatcher versuchen ihre Aufträge den Ressourcen so zuzuordnen, dass diese möglichst gleichmäßig ausgelastet sind.

Bei der Vorplanung fragt der Frachtabfertiger bei den Fluggesellschaften die Tarife und die Kapazitäten für einen Flug ab. Nach dieser Phase erfolgt eine Vorplanung auf diesen Flug, sowohl von der Fluggesellschaft als auch vom Frachtabfertiger.

Diese gebuchte Fracht kann vom Dispatcher der Fluggesellschaft als auch vom Frachtabfertiger bei Bedarf gegen eine andere Fracht ersetzt werden.

5.4 Netzwerk-Steuerung

Eine Netzwerksteuerung existiert nicht.

5.5 Baustein-Steuerung

Als eine Bausteinsteuerung kann das Lagersystem eines Frachtabfertigers angesehen werden, da hier die zu transportierenden Aufträge zur Pufferung ein- und ausgelagert werden.

6 Auswertung

Frachtauslastung des Flughafens über die Zeit (Flug und RFS)

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Stunden für einen beispielhaften Tag

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Tagen für eine beispielhafte Woche

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Tagen für einen beispielhaften Monat

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Monaten für ein beispielhaftes Jahr

Frachtauslastung des Flughafens über die Zeit (nur Flug)

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Stunden für einen beispielhaften Tag

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Tagen für eine beispielhafte Woche

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Tagen für einen beispielhaften Monat

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Monaten für ein beispielhaftes Jahr

Frachtauslastung des Flughafens über die Zeit (nur RFS)

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Stunden für einen beispielhaften Tag

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Tagen für eine beispielhafte Woche

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Tagen für einen beispielhaften Monat

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Monaten für ein beispielhaftes Jahr

Frachtmengen in Passagier- und Frachtflugzeugen

Tabelle:

Monat	Fracht in Frachtern	Fracht als Beiladung in Passagierflugzeugen	Summe Fracht
-------	---------------------	---	--------------

Auslastung des Flughafens über die Zeit (bezogen auf die Anzahl der Flüge)

Diagramm:

Y-Achse: Anzahl der Flüge

X-Achse: Zeit in Stunden für einen beispielhaften Tag

Diagramm:

Y-Achse: Anzahl der Flüge

X-Achse: Zeit in Tagen für eine beispielhafte Woche

Diagramm:

Y-Achse: Anzahl der Flüge

X-Achse: Zeit in Tagen für einen beispielhaften Monat

Diagramm:

Y-Achse: Anzahl der Flüge

X-Achse: Zeit in Monaten für ein beispielhaftes Jahr

Auslastung des Frachtzentrums

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Stunden für einen beispielhaften Tag

Diagramm:

Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Tagen für eine beispielhafte Woche

Diagramm:

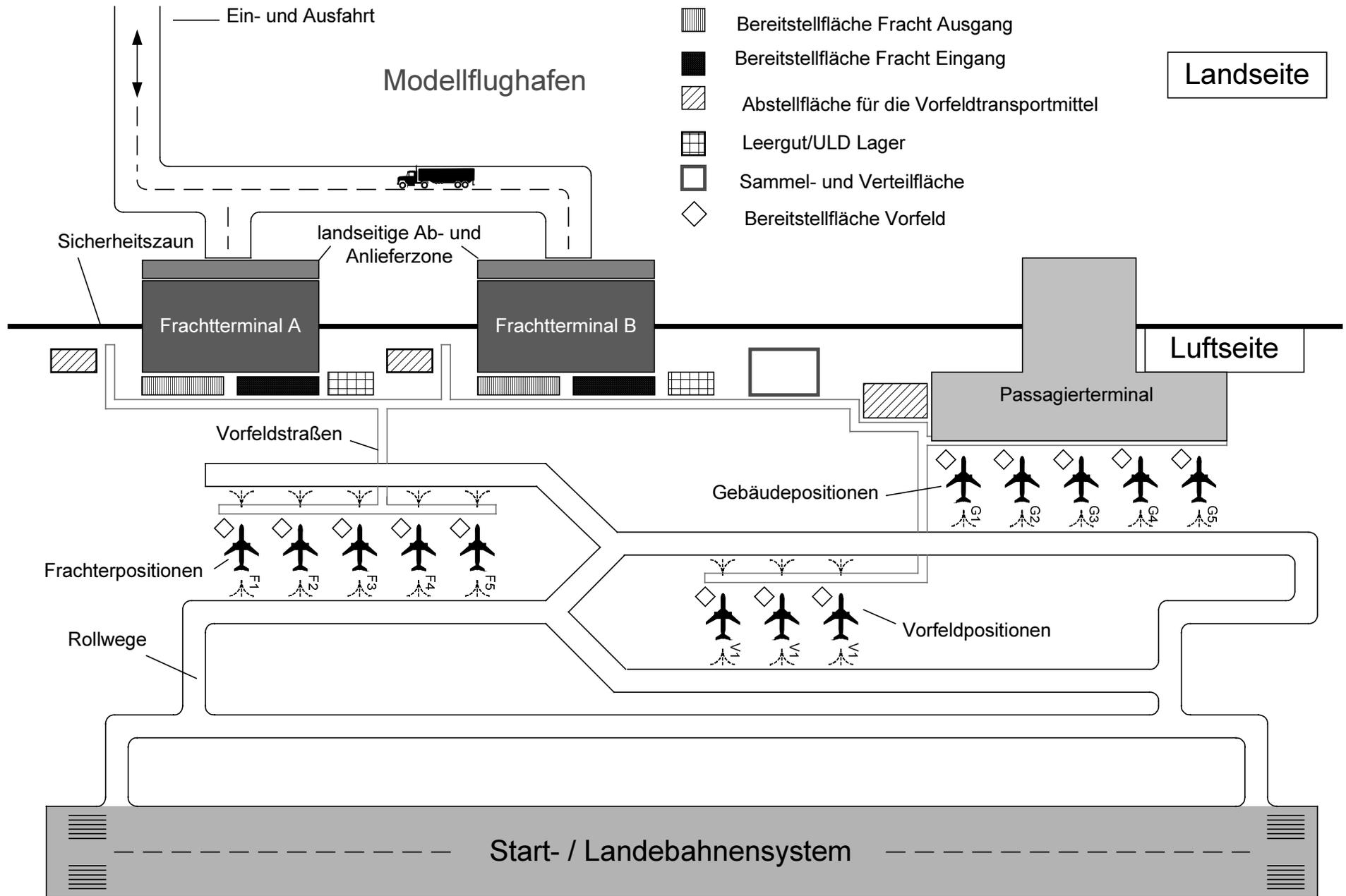
Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

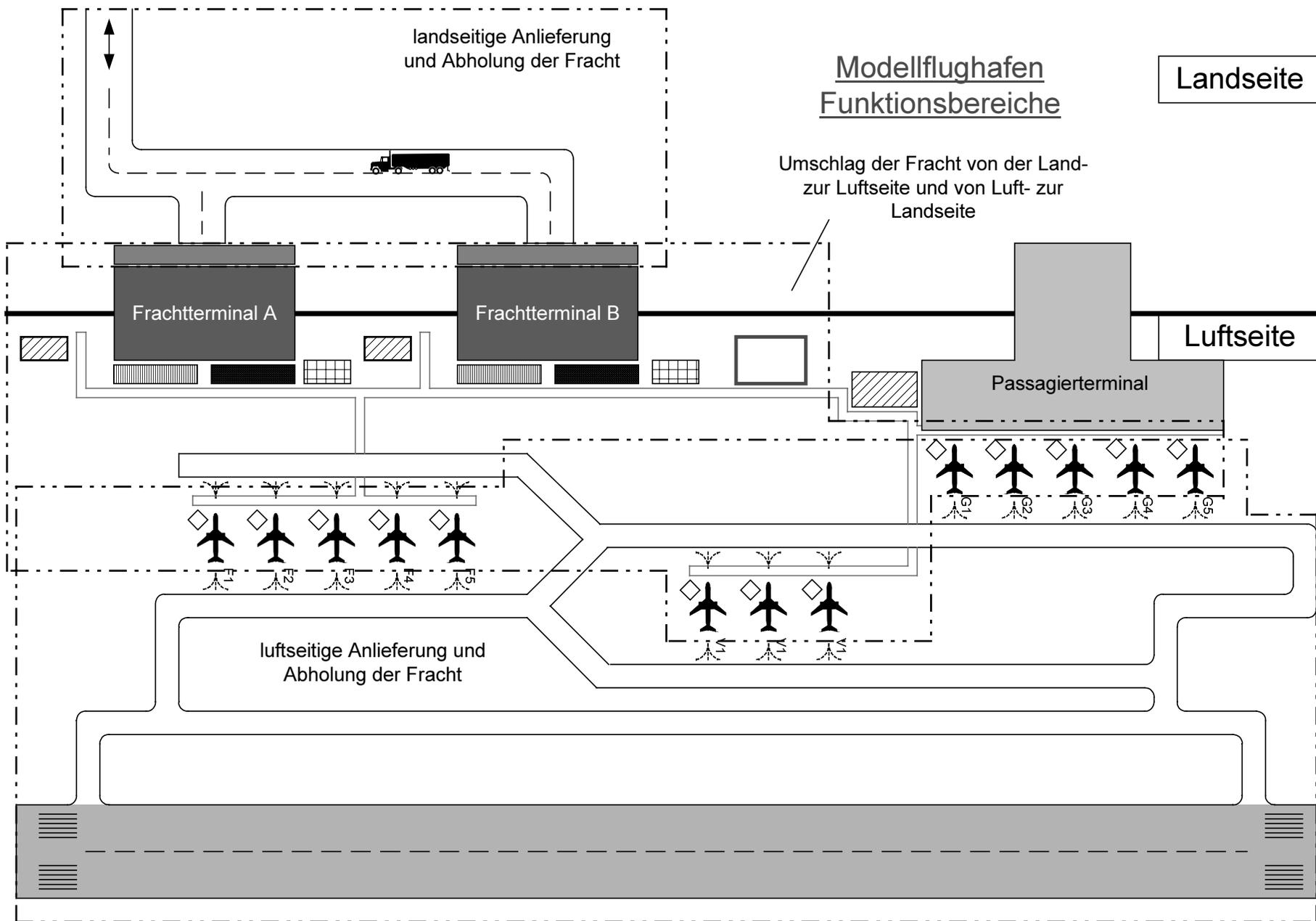
X-Achse: Zeit in Tagen für einen beispielhaften Monat

Diagramm:

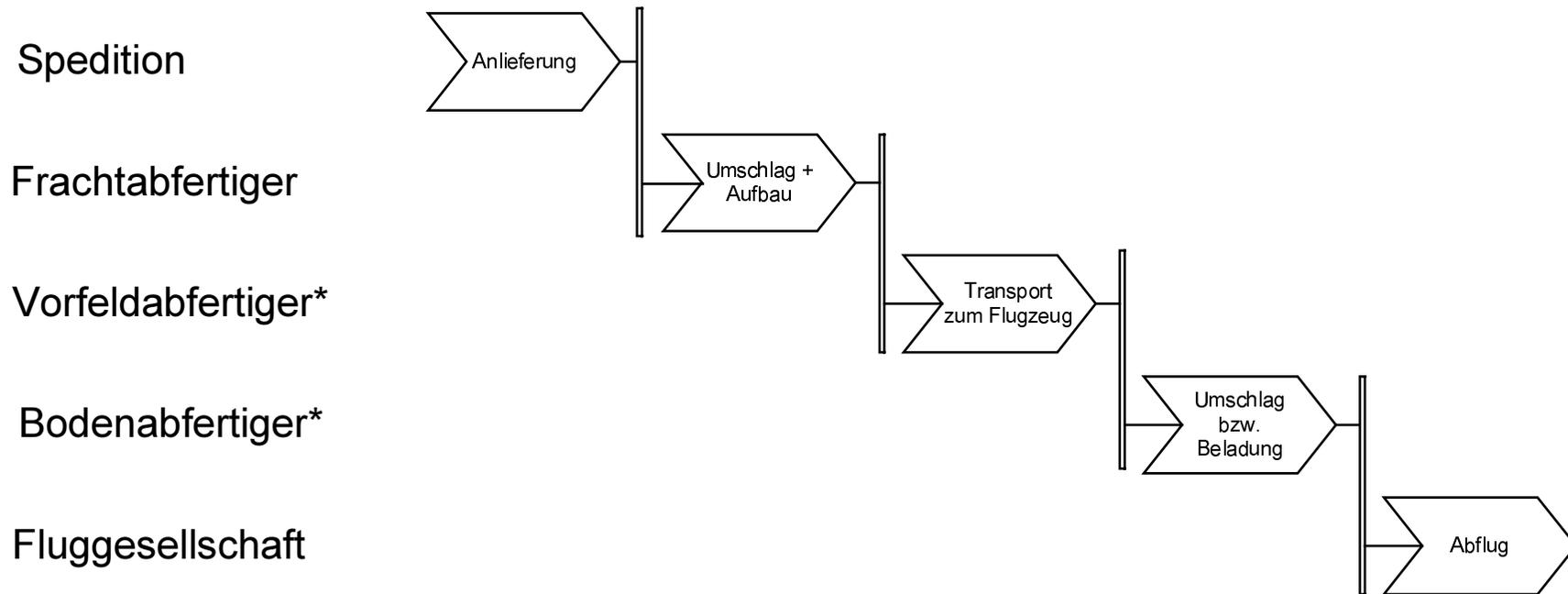
Y-Achse: Frachtaufkommen in Tonnen

X-Achse: Zeit in Monaten für ein beispielhaftes Jahr



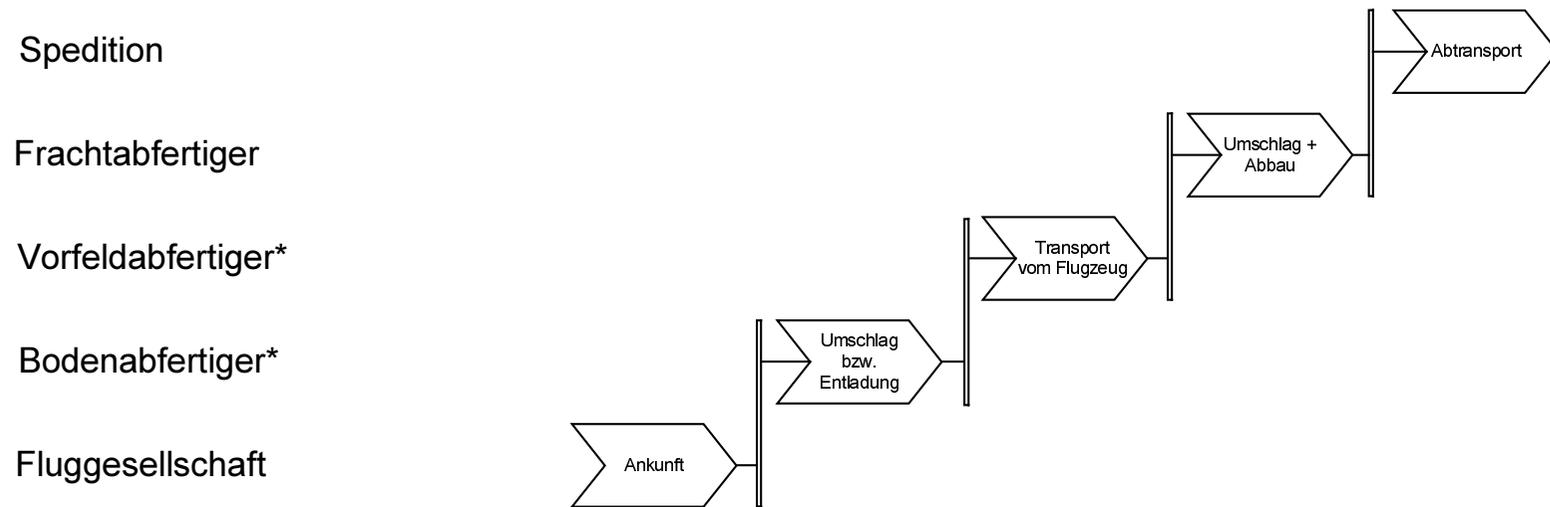


Ablaufstruktur für den Materialfluß "Export"



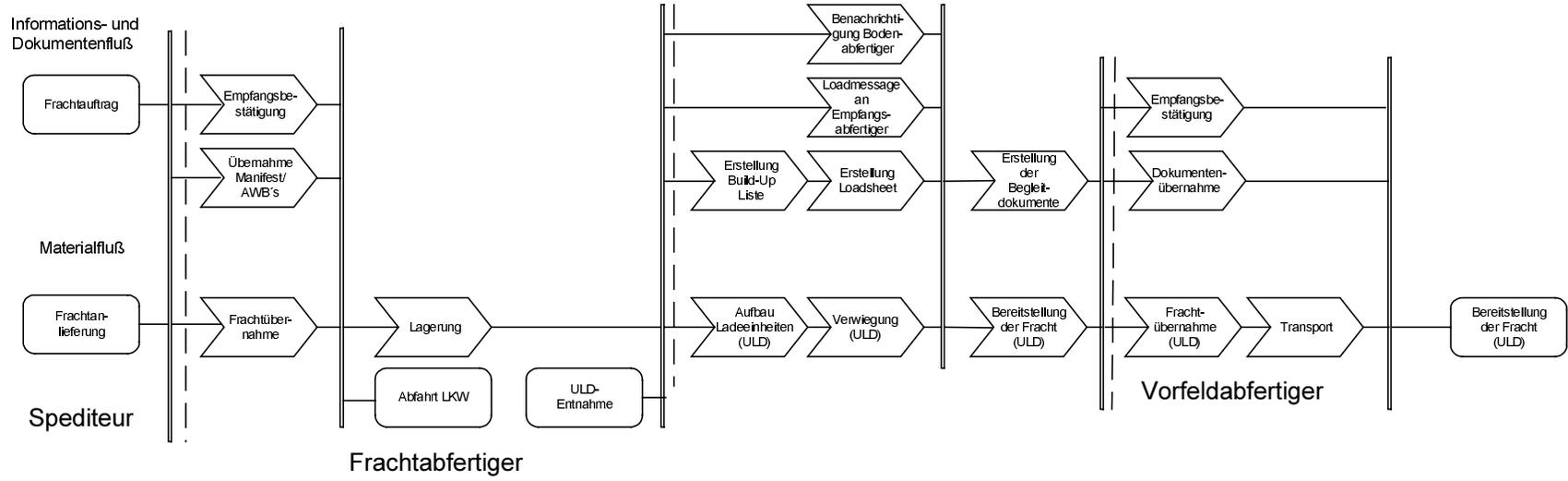
* die Leistung beider Prozessbeteiligten kann auch von einem Unternehmen angeboten werden

Ablaufstruktur für den Materialfluß "Import"

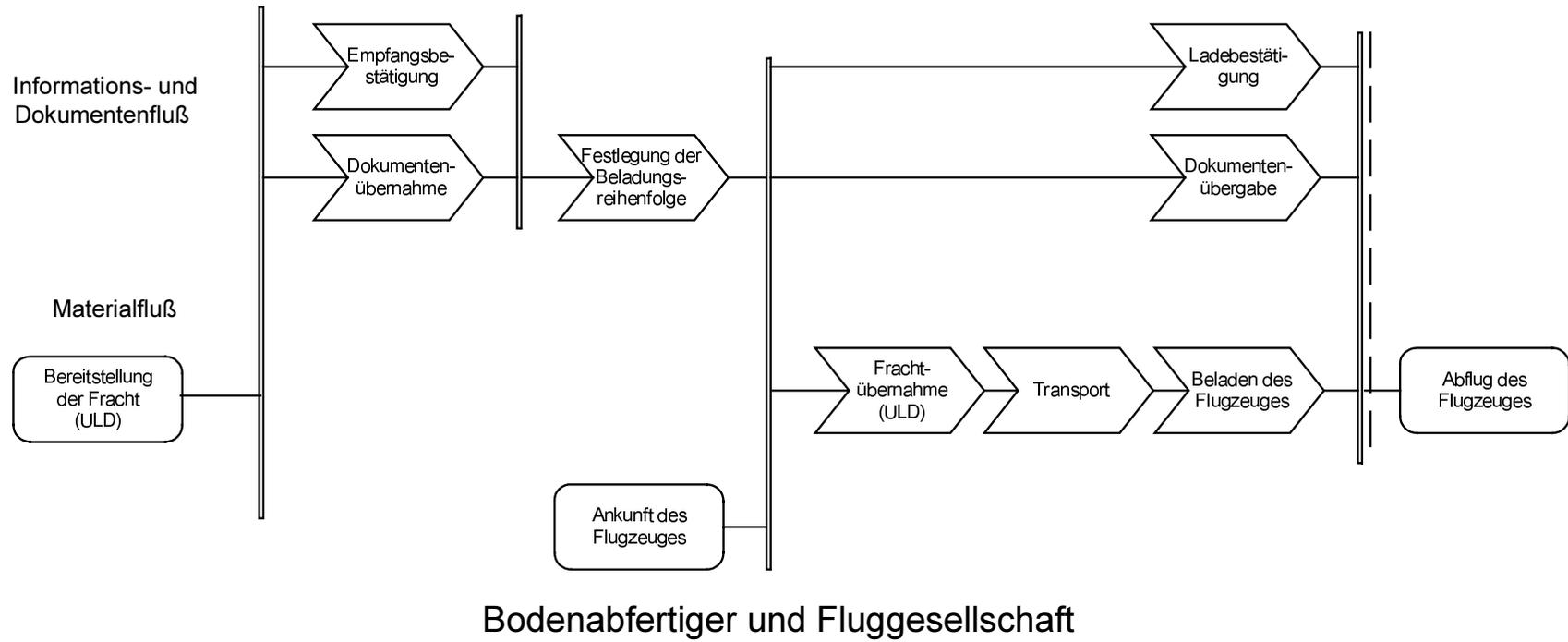


* die Leistung beider Prozessbeteiligten kann auch von einem Unternehmen angeboten werden

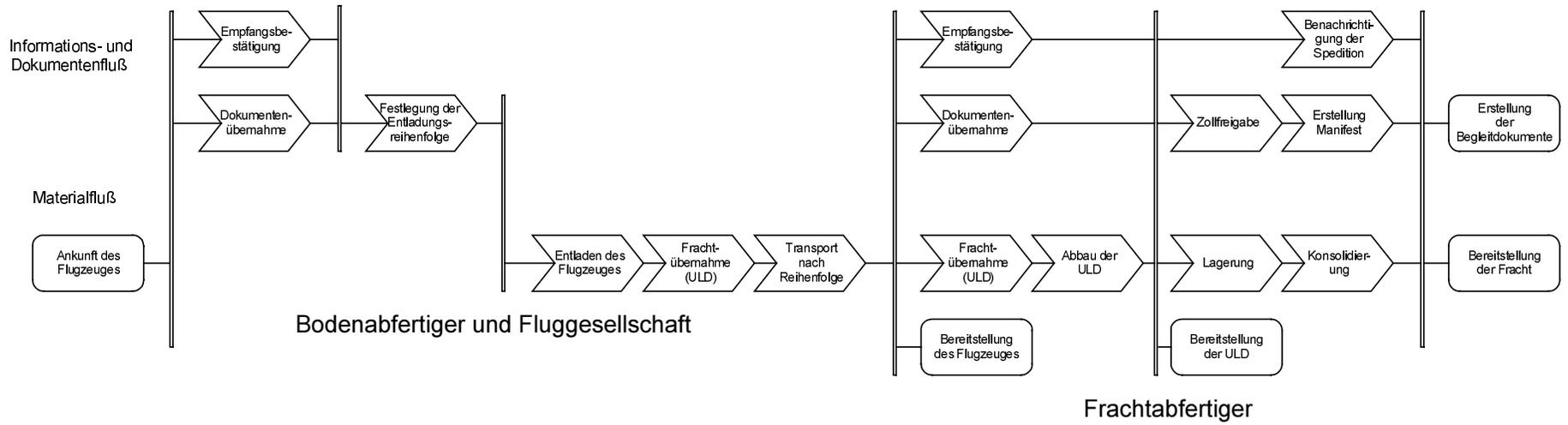
Prozesskette "Export" Teil 1



Prozesskette "Export" Teil 2



Prozesskette "Import"



A 7: Optimierung europäischer Logistik-Service-Netze

Anforderungskatalog von A7 an die Methodenprojekte

0 Untersuchungsziele und Simulationswürdigkeit

- a) Transportnetzoptimierung: Ermittlung einer geeigneten Netzstruktur mit Hilfe von Optimierungsrechnungen;
nicht simulationswürdig
- b) Knotenüberprüfung: Überprüfung der mit a) ermittelten Netzstruktur auf Durchführbarkeit des Hub-Umschlages mit Hilfe von Simulationsrechnungen;
simulationswürdig

1 Strukturen

1.1 Topologien

- a) Transportnetzoptimierung: Siehe Schaubild (Anlage A): Beispiel einer Netzstruktur mit einem Zentralhub
- b) Knotenüberprüfung: Siehe Schaubild (Anlage B): Grundriß einer Umschlaghalle in einem Hub

1.2 Aufbaustrukturen

- a) Transportnetzoptimierung: Aufbaustruktur mit Depots, Hubs und Strecken
- b) Knotenüberprüfung: Aufbaustruktur mit einem Depot bzw. einem Hub

1.3 Ablaufstrukturen

Der typische Prozeß im Bereich von Logistik-Service-Netzen ist der "Transport einer Sendung von Kunde A zu Kunde B". Dieser Prozeß wird in Anlage C (Zeilen 1 und 2) dargestellt. Darin enthalten ist der für das Untersuchungsziel b) (Knotenüberprüfung) relevante Teilprozeß "Umschlag im Hub". Dieser läßt sich in weitere Teilprozesse aufsplitten, wie aus Anlage C (Zeilen 3 und 4) hervorgeht.

2 Systemlastbeschreibung (Temporärobjekte)

Die Aufkommensmenge eines Normtages ist in der Form einer sogenannten Aufkommensmatrix (ein Ausschnitt davon zeigt Anlage D) als Tagesanzahl Sendungen bzw. Packstücke von Depot zu Depot das einzige Temporärobjekt für das Untersuchungsziel a) (Transportnetzoptimierung).

Im Normalfall liegen dabei keine detaillierten Informationen über jede einzelne Sendung vor wie z. B. Gewicht, Maße, Volumen, Start-PLZ, Ziel-PLZ, sondern nur Extrem- und Durchschnittswerte, da diese für die strategische Strukturplanungsaufgabe ausreichend aussagefähig sind.

Für das Untersuchungsziel b) (Knotenüberprüfung) sind die Sendungen bzw. Packstücke, die den einzelnen Knoten zu durchlaufen haben, das wichtigste

Temporärobjekt. Die Anzahl Sendungen wird als Tagesmenge von Depot zu Depot der Aufkommensmatrix entnommen.

Die Ankunft- und Abfahrtszeiten der Sendungen einer Depot-Depot-Relation am jeweiligen Knoten können dem Fahrplan bzw. dem Relationsplan entnommen werden (Anlage E und F). Sofern die Sendungen einer Depot-Depot-Relation laut Fahrplan nicht auf einmal, also mit einem Fahrzeug, am Umschlagknoten eintreffen, sondern in verschiedenen Schüben zu verschiedenen Zeiten auf verschiedenen Fahrzeugen, kann nicht gesagt werden, welches konkrete Packstück auf welchem Fahrzeug den Knoten erreicht, da die Aufkommensmatrix lediglich die Sendungs-Menge zwischen zwei Depots enthält und selbst bei einer zulässigen Aufteilung dieser Sendungs-Menge wieder nur mehrere Teil-Mengen entstehen, nie jedoch auf das einzelne Packstück Bezug genommen werden kann, weil es als solches nicht berücksichtigt wird, sondern eben nur als durchschnittliches (siehe 2. Absatz).

Als weiteres Temporärobjekt für das Untersuchungsziel b) sind die Last-Fahrzeuge zu nennen, auf denen die Sendungen den Knoten bzw. dessen einzelne Ladetore erreichen bzw. verlassen. Diese Fahrzeuge sind verschiedenen Fahrzeugtypen zugeordnet (LKW, LKW mit Anhänger, Lastzug, Lieferwagen). Zu deren Parametrisierung wird auf den Abschnitt 3.3.1 (Verkehrsmittel) in der Ausarbeitung des TP A 4 (GVZ) hingewiesen, da das Verhalten der Fahrzeuge in einem GVZ und einem Umschlagknoten der Logistik-Service-Netze sehr ähnlich ist.

Gleiches gilt für die Transporteinheiten/Ladehilfsmittel, die als weiteres Temporärobjekt für das Untersuchungsziel b) in Einzelfällen eine Rolle spielen können. Hierzu wird auf Abschnitt 3.4.1 von TP A 4 verwiesen. Einschränkend wird darauf hingewiesen, daß oftmals jedoch die einzelne Sendung (Paket) als solche behandelt und transportiert wird und nicht in eine gesonderte Transporteinheit gepackt wird.

3 Permanentobjekte (Morphologie der Ressourcen)

Eine Aufzählung der für das Untersuchungsziel a) (Transportnetzoptimierung) zutreffenden Permanentobjekte wird wegen dessen nicht gegebener Simulationswürdigkeit hier nicht vorgenommen.

Für das simulationswürdige Untersuchungsziel b) der Knotenüberprüfung sind die Betriebsmittel Personal, Fläche/Raum, Arbeitsmittel, Arbeitshilfsmittel und Organisationsmittel zu berücksichtigen. Aufgrund der Ähnlichkeit mit den Vorgängen in einem GVZ wurden diese gemeinsam besprochen und parametrisiert. Es wird deshalb an dieser Stelle zur Vermeidung von Dopplungen auf die ausführliche Beschreibung im Abschnitt 4 des Berichts des TP A 4 verwiesen.

4 Lenkungsmöglichkeiten

Regeln für die Steuerung der Temporärobjekte: Die **Routingtabelle** gibt an, welche Sendungen direkt von Depot zu Depot transportiert werden müssen bzw. über welchen Hub sie geführt werden müssen.

Regeln für den minimalen Einsatz der Ressourcen: Die Netzstrukturoptimierung sorgt dafür, daß eine Struktur als Ergebnis ausgegeben wird, bei der es (aufgrund dieser Netz-Struktur) zu einem minimalen Einsatz der Ressourcen (z. B. minimale Fahrtstrecken der Lastfahrzeuge) kommt.

Beispiele für die Zuordnung von Lenkungsregeln zu den Lenkungsebenen:

Normative:

- 1) Das Netz ist so zu strukturieren, daß 95 % aller Sendungen am Tag nach der Sendungsaufgabe den Zielkunden erreichen; d. h. der Servicegrad für E+1 muß 95 % betragen.

Administration:

- 1) Bei steigendem Aufkommen auf einzelnen Relationen, die bislang von einem Kleinbus gefahren worden sind, ist statt dessen ein LKW einzusetzen.
- 2) Um bei einzelnen Relationen schneller zu sein, sind anstelle eines LKW zwei oder drei der schnelleren Kleinbusse einzusetzen.

Disposition:

- 1) Bei Nutzung eines reinen Zentralhubsystems benötigt man mindestens soviele Fahrzeuge, wie es Depots gibt.

Netzwerk:

- 1) Ein LKW-Transport vom Hub zu einem konkreten Zieldepot darf erst dann am Hub starten, wenn alle anderen LKWs am Hub angekommen sind und ihre Sendungen für das bestimmte Zieldepot umgeschlagen worden sind.

Steuerung:

- 1) Zeitkritische Sendungen werden als letzte in den LKW geladen und als erste wieder entladen, damit sie als erste weiterverarbeitet werden können.

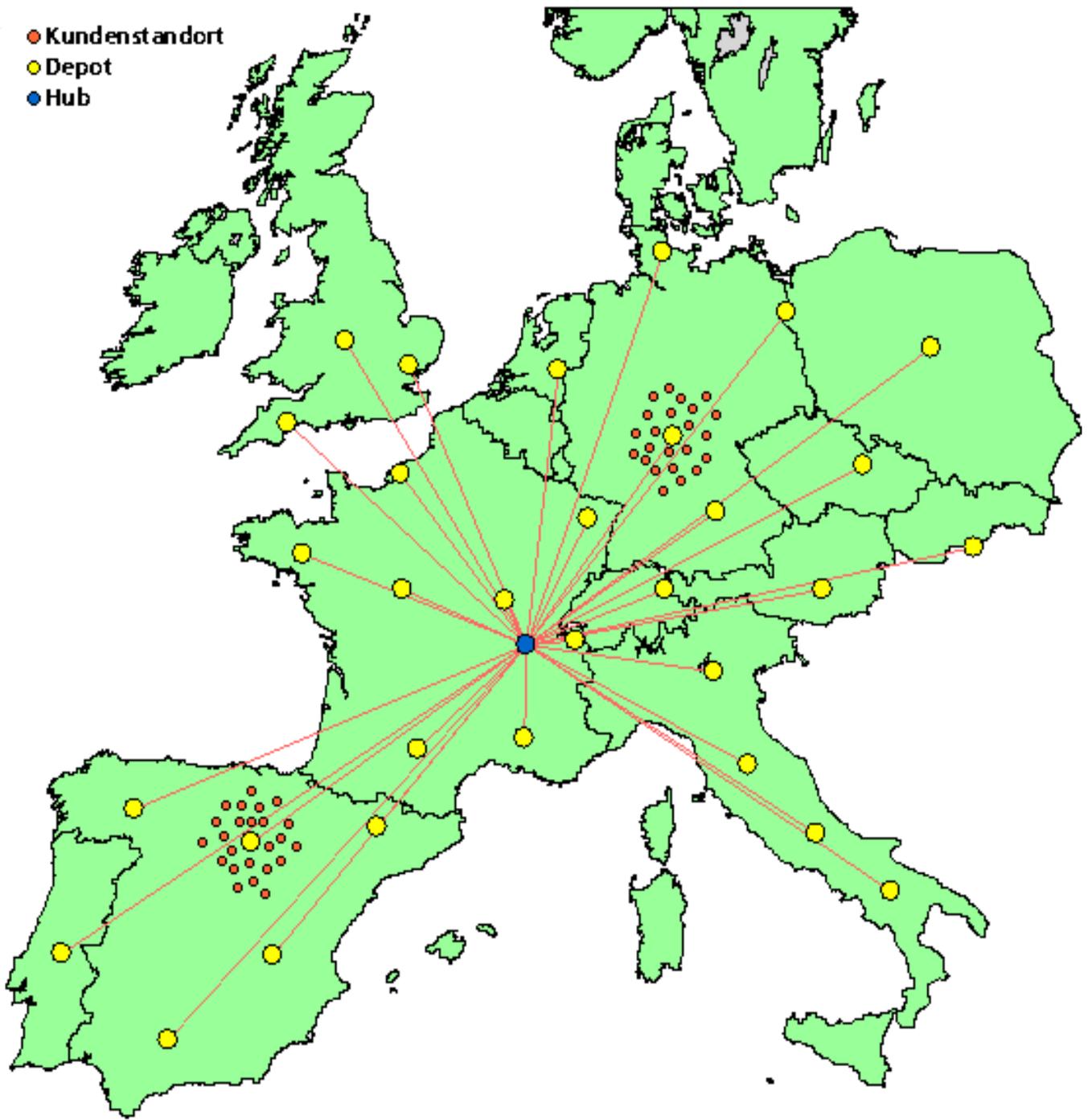
5 Experimentplanung

- I Systemlast bekannt, System bekannt: Der Umschlag in den Hub-Standorten wird mit Hilfe der Simulation näher untersucht. Dabei ist die Frage zu beantworten, ob das strukturierte Netz mit seinem Aufkommen innerhalb der für den Hubumschlag vorgesehenen Zeit tatsächlich „funktioniert“.
- II Systemlast bekannt, System unbekannt: Es werden Netze mit verschiedenen Strukturen berechnet, um eine kostengünstige Struktur zu ermitteln, die mit der gegebenen Systemlast „funktioniert“. Dabei ist z. B. die Frage zu beantworten, wieviele Hub-Standorte benötigt werden.
- III Systemlast unbekannt, System bekannt: Eine Struktur mit einem Zentralhub wird mit variierenden Aufkommensmengen belastet. Damit soll die Frage beantwortet werden, mit welchem Aufkommen das Zentralhubsystem gerade eben noch „funktioniert“; mit anderen Worten soll die Menge errechnet werden, ab der ein 2. Hubstandort einbezogen werden muß.
- IV Systemlast unbekannt, System unbekannt: Unterschiedliche Netzstrukturen werden mit unterschiedlichen Aufkommen belastet. Ziel ist die Klärung der Frage, welche Strukturen für welche Aufkommensmengen am geeignetsten sind.

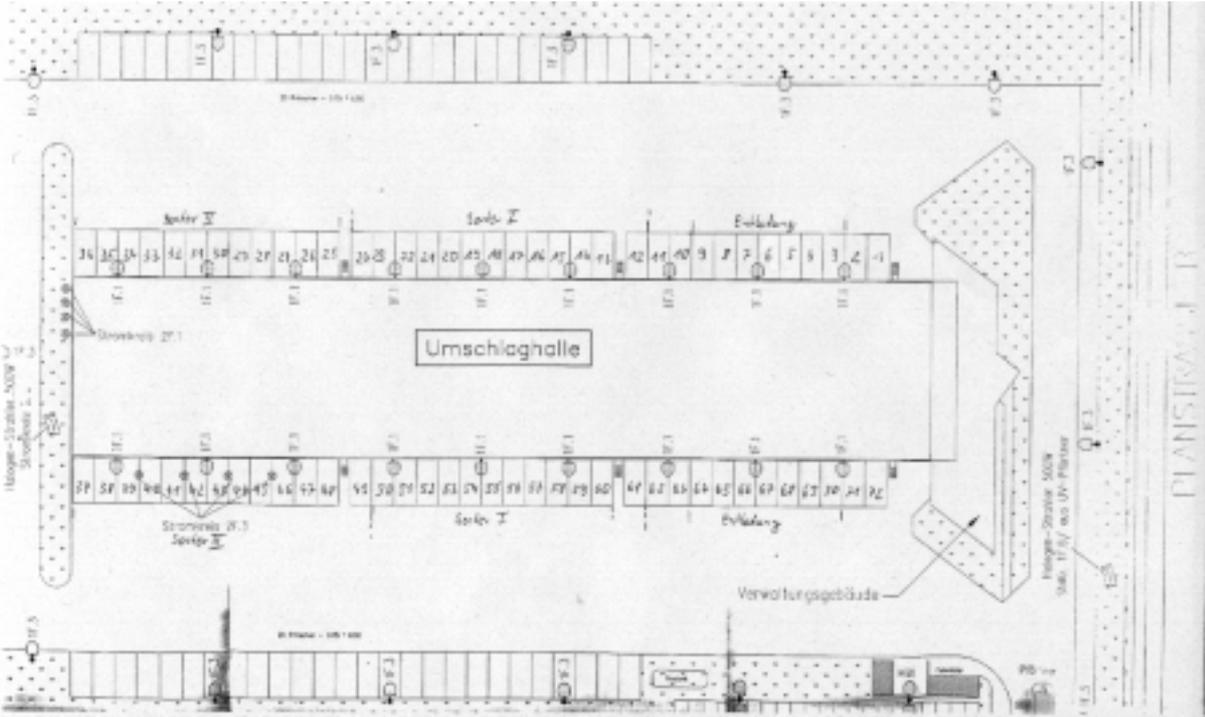
6 Ergebnisse/Auswertungen

- a) Temporärobjekte: Beispiel für Erreichbarkeitsstatistik (Anlage G)
- b) Permanentobjekte: Beispiel für Sortierkurven (Anlage H)
- c) Kostenermittlung: Beispiel für Netzkosten (Anlage I)
- d) Spezialergebnisse: Beispiel für Verkehrsträgermix (Anlage J)
- e) Betriebskennlinien: kein Beispiel
- f) Standardstatistiken: Beispiel für Netzkennzahlen (Anlage K)

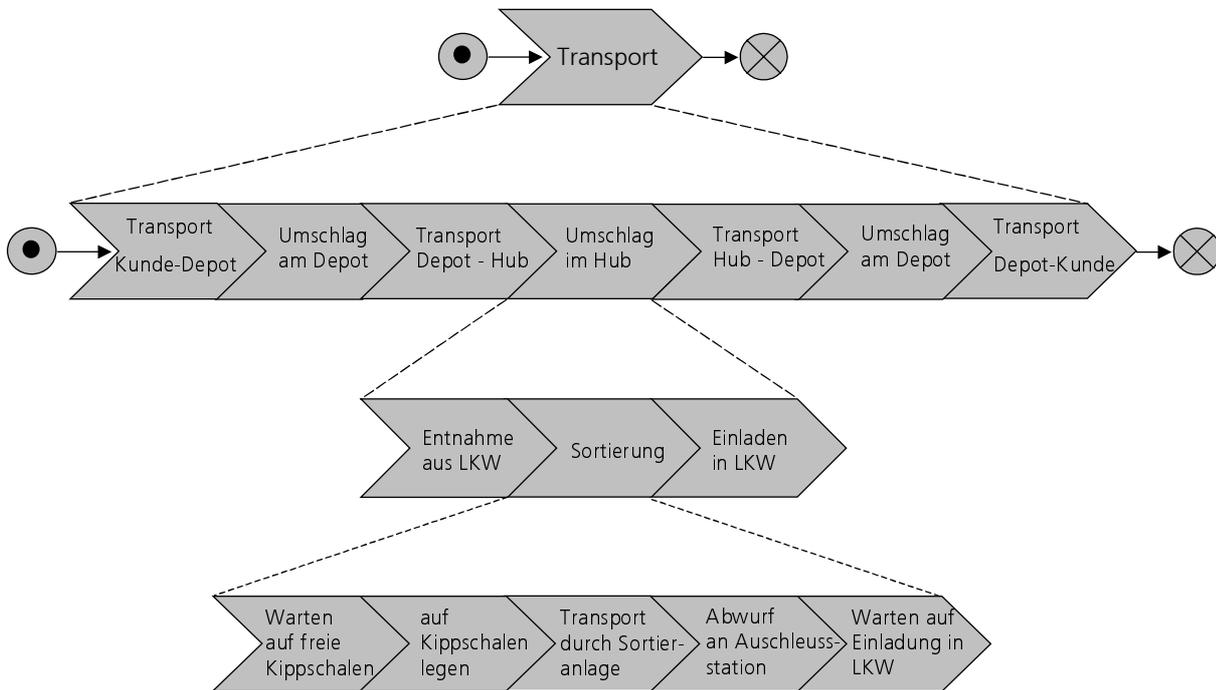
- Kundenstandort
- Depot
- Hub



Anlage B



Anlage C: Typische Ablaufstrukturen von A7



Anlage D: typische Systemlastbeschreibung von A7

Die Systemlast ist gekennzeichnet durch Tages-Transportmengen zwischen jeweils 2 Depots.
benötigte Informationen: Startdepot - Zieldepot - Tages-Transportmenge dieser Relation

Depot	Depot	Meng									
	e			e			e			e	
100	100	78	102	850	3	201	800	13	301	712	2
100	102	19	102	851	0	201	801	2	301	713	2
100	200	36	200	100	67	201	850	6	301	800	4
100	201	18	200	102	28	201	851	1	301	801	0
100	300	26	200	200	70	300	100	30	301	850	2
100	301	9	200	201	53	300	102	6	301	851	1
100	304	12	200	300	51	300	200	29	304	100	11
100	340	17	200	301	9	300	201	11	304	102	4
100	343	13	200	304	34	300	300	44	304	200	16
100	400	41	200	340	22	300	301	6	304	201	6
100	440	38	200	343	11	300	304	19	304	300	17
100	444	13	200	400	62	300	340	13	304	301	2
100	500	40	200	440	68	300	343	3	304	304	16
100	502	7	200	444	23	300	400	25	304	340	5
100	600	59	200	500	70	300	440	25	304	343	0
100	607	6	200	502	15	300	444	15	304	400	13
100	670	27	200	600	89	300	500	17	304	440	13
100	671	5	200	607	9	300	502	4	304	444	6
100	674	8	200	670	59	300	600	27	304	500	14
100	700	35	200	671	7	300	607	6	304	502	4
100	705	6	200	674	11	300	670	13	304	600	13
100	706	9	200	700	37	300	671	4	304	607	3
100	710	29	200	705	5	300	674	5	304	670	11
100	712	20	200	706	11	300	700	21	304	671	3
100	713	9	200	710	23	300	705	2	304	674	4
100	800	47	200	712	14	300	706	4	304	700	10
100	801	4	200	713	5	300	710	13	304	705	0
100	850	29	200	800	79	300	712	8	304	706	4
100	851	3	200	801	7	300	713	3	304	710	5
102	100	16	200	850	31	300	800	24	304	712	2
102	102	25	200	851	2	300	801	5	304	713	2
102	200	7	201	100	12	300	850	12	304	800	9
102	201	7	201	102	5	300	851	2	304	801	3
102	300	3	201	200	11	301	100	8	304	850	9
102	301	1	201	201	32	301	102	2	304	851	1
102	304	6	201	300	8	301	200	7	340	100	15

Anlage E: Fahrplan

Linie	Startdepot	Zieldepot	Ab	An	Dauer	Anz	Typ	km	Sdg
1	100 Berlin	102 Charlottenthal	21:30	23:18	1:48	1	Bus	175	89
2	100 Berlin	340 Kassel	21:30	00:52	3:22	3	Bus	367	482
3	100 Berlin	712 Dresden	21:30	23:34	2:04	1	Bus	205	170
4	100 Berlin	801 Augsburg	23:44	05:25	5:41	1	Bus	584	12
5	102 Charlottenthal	100 Berlin	00:59	02:47	1:48	1	Bus	175	123
5	100 Berlin	712 Dresden	03:02	05:06	2:04	1	Bus	205	17
6	102 Charlottenthal	200 Hamburg	01:26	03:45	2:19	1	Bus	193	96
7	102 Charlottenthal	340 Kassel	21:15	01:55	4:40	1	Bus	494	51
8	102 Charlottenthal	671 Heilbronn	21:15	04:04	6:49	1	Bus	733	1
8	671 Heilbronn	674 Freiburg	04:19	06:19	2:00	1	Bus	214	0
9	102 Charlottenthal	700 Stuttgart	21:15	04:38	7:23	1	Bus	795	3
10	712 Dresden	851 Hengersberg	01:16	05:38	4:22	1	Bus	437	0
11	102 Charlottenthal	801 Augsburg	21:15	04:23	7:08	1	Bus	729	0
11	801 Augsburg	706 Ulm	04:38	05:27	0:49	1	Bus	81	0
12	200 Hamburg	102 Charlottenthal	22:00	00:19	2:19	1	Bus	193	146
13	200 Hamburg	201 Neumünster	04:25	05:01	0:36	1	Bus	59	104
14	200 Hamburg	340 Kassel	22:00	00:52	2:52	5	Bus	305	854
15	201 Neumünster	200 Hamburg	20:30	21:06	0:36	1	Bus	59	170
15	200 Hamburg	340 Kassel	21:21	00:13	2:52	1	Bus	305	134
16	300 Hannover	304 Bremen	22:15	23:19	1:04	1	Bus	114	30
17	300 Hannover	340 Kassel	22:15	00:39	2:24	1	Lkw	169	453
18	301 Magdeburg	340 Kassel	21:00	23:12	2:12	1	Bus	238	67
19	304 Bremen	300 Hannover	21:00	22:04	1:04	1	Bus	114	15
20	304 Bremen	340 Kassel	21:00	23:26	2:26	1	Bus	264	187
21	340 Kassel	100 Berlin	01:29	04:51	3:22	4	Bus	367	715
22	340 Kassel	200 Hamburg	01:46	04:38	2:52	4	Bus	305	717
23	340 Kassel	201 Neumünster	01:46	05:06	3:20	2	Bus	363	321
24	340 Kassel	300 Hannover	02:35	04:59	2:24	2	Lkw	169	642
25	340 Kassel	301 Magdeburg	02:35	04:47	2:12	1	Bus	238	127
26	340 Kassel	304 Bremen	02:35	05:01	2:26	3	Bus	264	413
27	340 Kassel	343 Erfurt	02:35	05:22	2:47	1	Lkw	187	223
28	340 Kassel	400 Düsseldorf	02:35	04:48	2:13	4	Bus	233	619
29	340 Kassel	440 Dortmund	02:35	05:11	2:36	2	Lkw	182	663
30	340 Kassel	444 Bielefeld	02:35	04:50	2:15	1	Lkw	156	368
31	340 Kassel	500 Köln	02:35	04:56	2:21	3	Bus	256	550
32	340 Kassel	502 Koblenz	02:35	05:22	2:47	2	Bus	264	263
33	340 Kassel	600 Frankfurt	02:35	04:45	2:10	5	Bus	233	886
34	340 Kassel	607 Würzburg	02:35	04:46	2:11	1	Bus	228	140
35	340 Kassel	670 Mannheim	02:35	05:07	2:32	4	Bus	274	635
36	340 Kassel	671 Heilbronn	01:46	04:46	3:00	1	Bus	322	111
37	340 Kassel	674 Freiburg	01:46	06:01	4:15	1	Bus	461	130
38	340 Kassel	700 Stuttgart	01:46	05:20	3:34	3	Bus	383	549
39	340 Kassel	705 Villingen	01:46	06:06	4:20	1	Bus	463	100
40	340 Kassel	706 Ulm	01:46	05:31	3:45	1	Bus	403	20
41	340 Kassel	706 Ulm	01:32	05:17	3:45	1	Bus	403	135
42	340 Kassel	710 Leipzig	01:32	04:35	3:03	2	Bus	331	319
43	340 Kassel	712 Dresden	01:29	05:15	3:46	1	Bus	406	170
44	340 Kassel	713 Chemnitz	01:32	04:35	3:03	1	Bus	333	129
45	340 Kassel	800 München	01:46	06:13	4:27	2	Bus	482	373
46	340 Kassel	801 Augsburg	01:46	05:52	4:06	1	Bus	448	36

Anlage F: Routingplan

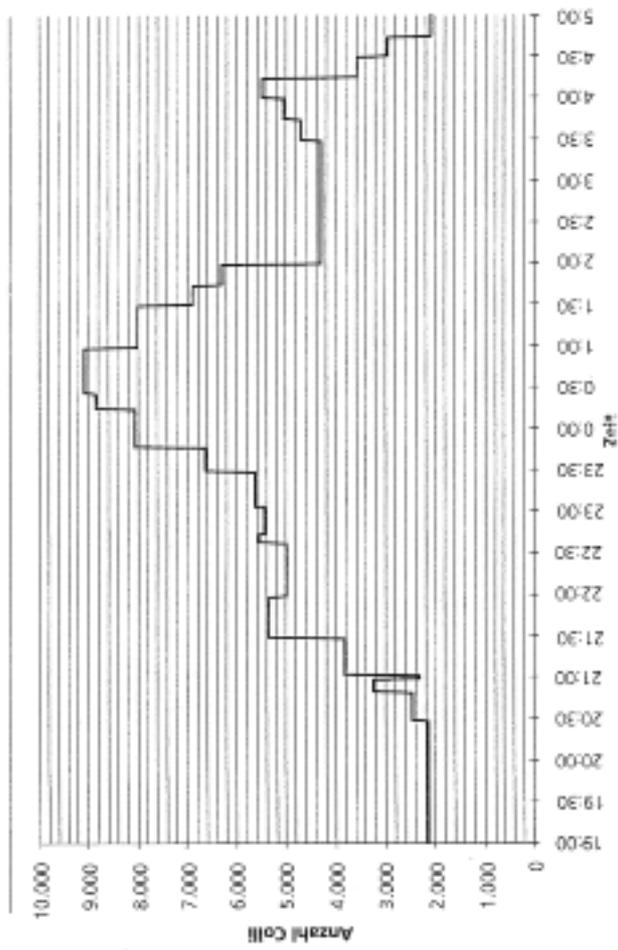
Von Depot	An Depot	Linie	Ab	An Über	km	Fahrzeug
100 Berlin	100 Berlin	---				
100 Berlin	102 Charlottenthal	1	21:30	23:18	175	Bus
100 Berlin	200 Hamburg	1	21:30	23:18 Charlottenthal	175	Bus
		6	1:26	3:45	193	Bus
100 Berlin	201 Neumünster	1	21:30	23:18 Charlottenthal	175	Bus
		6	1:26	3:45 Hamburg	193	Bus
		13	4:25	5:01	59	Bus
100 Berlin	300 Hannover	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		24	2:35	4:59	169	Lkw
100 Berlin	301 Magdeburg	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		25	2:35	4:47	238	Bus
100 Berlin	304 Bremen	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		26	2:35	5:01	264	Bus
100 Berlin	340 Kassel	2	21:30	0:52	367	Bus
100 Berlin	343 Erfurt	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		27	2:35	5:22	187	Lkw
100 Berlin	400 Düsseldorf	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		28	2:35	4:48	233	Bus
100 Berlin	440 Dortmund	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		29	2:35	5:11	182	Lkw
100 Berlin	444 Bielefeld	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		30	2:35	4:50	156	Lkw
100 Berlin	500 Köln	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		31	2:35	4:56	256	Bus
100 Berlin	502 Koblenz	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		32	2:35	5:22	264	Bus
100 Berlin	600 Frankfurt	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		33	2:35	4:45	233	Bus
100 Berlin	607 Würzburg	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		34	2:35	4:46	228	Bus
100 Berlin	670 Mannheim	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		35	2:35	5:07	274	Bus
100 Berlin	671 Heilbronn	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		36	1:46	4:46	322	Bus
100 Berlin	674 Freiburg	2	21:30	0:52 Kassel	367	Bus
		37	1:46	6:01	461	Bus

Anlage G: Erreichbarkeitsstatistik

Erreich- barkeit	Anza hl Kreis e	%	Anzahl Einwohner	%	Anzahl Sendunge n pro Monat	%
bis 8 Uhr	315	71,6	66.249.897	80,7	547.357	85,3
bis 9 Uhr	91	20,7	11.547.085	14,1	71.780	11,2
Summe	406	92,3	77.796.982	94,8	619.137	96,5
bis 10 Uhr	29	6,6	3.708.486	4,5	19.766	3,1
nach10 Uhr	5	1,1	524.900	0,7	2.634	0,4
Summe	34	7,7	4.233.386	5,2	22.400	3,5
Gesamt	440	100,0	82.030.368	100,0	641.537	100,0

Anlage H: Sortierkurven

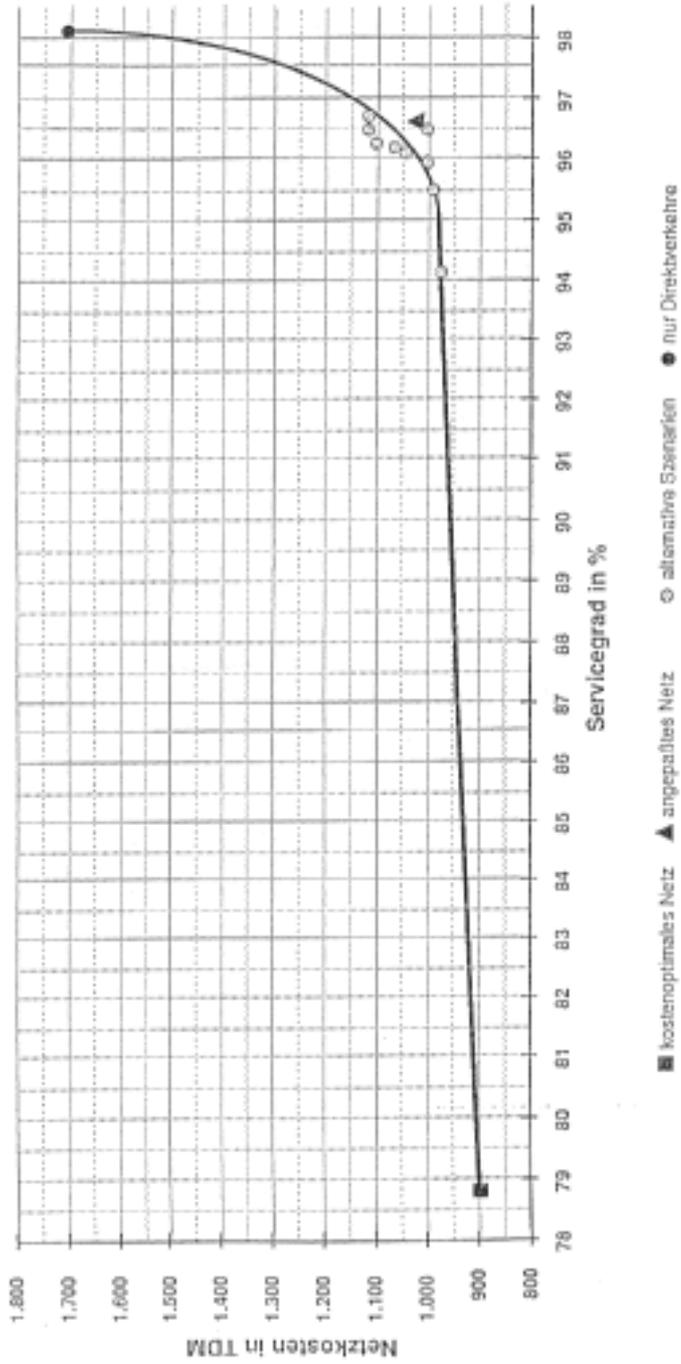
TNT-Hubbelastung (Colli) Hub 154 / 200.000 Sendungen



Gesamtmenge über Hub 154:
9.532 Colli pro Tag bzw.
7.271 Sendungen pro Tag

Anlage I: Netzkosten

Abgrenzung der Szenarien



Anlage J: Verkehrsträgermix

Kostengünstigstes Transportnetz					
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">7 h</div> Kennzahlen Transportkette Servicegrad = 78,79%		Relationen BZ - BZ	Transport-, Umschlag- und Personal- kosten gesamt pro Tag	Tonnage (brutto, ohne Hüllbe- hälter- wagen)	
		[Anzahl]	[TDM]	[t]	
v = 65 km/h		497 (7%)	194	78 (5%)	
		3.158 (45%)	184	1.038 (68%)	
v = 75 km/h 		749 (11%)	340	101 (7%)	
	 Auslastung 63%	2.568 (37%)	177*	306 (20%)	
Gesamtsumme		6.972 (100%)	896*	1.522 (100%)	
Davon Verlagerung:		618		75 t	
			227	-	28 t
			391	-	47 t

* ohne Flugkosten

Netzkennzahlen

Anlage K: Netzkennzahlen

	TNT-Transportnetz	IML-Transportnetz
Servicegrad bis 9 Uhr (Nachlauf mit 50 km/h)	92,1 %	98,9 %
Servicegrad bis 9 Uhr (Nachlauf mit 80 km/h)	96,9 %	100,0 %
früheste Abfahrt Linehaul (Durchschnitt)	19:09 Uhr	19:50 Uhr
späteste Ankunft Linehaul (Durchschnitt)	06:21 Uhr	06:19 Uhr
Transportkosten pro Tag	90.946,32 DM	92.384,54 DM
Collis via Hub 150 Kirchheim	24.183 Collis	24.643 Collis
Collis via Hub 154 Langenhagen	9.532 Collis	10.121 Collis
Collis via Hub 157 Dietzenbach	11.681 Collis	11.509 Collis
Soll-Sortierkapazität Hub 150 Kirchheim	9.180 Collis/h	23.280 Collis/h
Soll-Sortierkapazität Hub 154 Langenhagen	4.560 Collis/h	13.200 Collis/h
Soll-Sortierkapazität Hub 157 Dietzenbach	3.720 Collis/h	3.180 Collis/h



Bericht

Anforderungen an Modellierung

Lehrstuhl/Institut	Fachgebiet Logistik
Verfassername	Andreas Krabs
Straße	Leonhard-Euler-Str. 5
Ort	44227 Dortmund
Telefon	0231 / 755 - 5709
Datum	02.07.1999

Vorbemerkungen

Das Fachgebiet Logistik untersucht im Rahmen seines Teilprojekts A11 „Redistributionsnetze“, inwiefern eine individuelle Behälterverfolgung geeignet ist, den Betrieb von Mehrwegkreisläufen zu verbessern.

- Zunächst steht dabei die eindeutige Identifizierbarkeit der Mehrwegtransportverpackungen im Vordergrund der Überlegungen. Die Beobachtung zeigt, daß Staus z.B. im Wareneingang u.a. dadurch zustande kommen, daß hier umfangreiche Frachtpapiere manuell erstellt, ausgewertet oder abgeschrieben werden müssen. Hier sehen wir Rationalisierungspotential durch die Möglichkeit, Behälternummern und Auftragsdaten derart miteinander zu verknüpfen, daß Informationsflußprozesse im Wareneingang, im innerbetrieblichen Transport- und Lagervorgängen und beim Versand automatisiert ablaufen können und die derzeit in der Regel papiergebundene Verfolgung des Warenstroms ablösen.
- Ergänzend zu einer solchen Lösung kann eine derartige Erfassung genutzt werden, um ein effizientes Bestandsmanagement im Hinblick auf die Nutzung und Verfügbarkeit des Leerguts zu etablieren.

In diesem Zusammenhang sind zwei grundsätzliche Fragen interessant:

1. Wie wirkt sich eine automatisierte Verfolgung des Warenstroms auf die Durchlaufzeiten von Mehrwegtransportverpackungen aus? Hier ist an exemplarische Untersuchungen gedacht. Die Abläufe im Wareneingang bieten sich aus heutiger Sicht dafür in erster Linie an. Im Hinblick auf die simulative Untersuchung hat diese Fragestellung Priorität.
2. Lassen sich die Daten über Orte, Zustände und Zeiten des Behälterumlaufs dazu nutzen, die Effizienz des Mehrwegkreislaufs zu verbessern? Dies könnte z.B. durch eine verbesserte Tourenplanung für die Rückholung leerer Behälter vom Kunden realisiert werden. Inwieweit zur Beantwortung dieser Frage Simulationsexperimente eingesetzt werden sollen, ist derzeit noch offen.

Im folgenden werden Angaben für die Modellierung diesen beiden Fragen durch eingeklammerte Ziffern zugeordnet.

1 Topologie, Aufbau- und Ablaufstrukturen

1.1 Topologie

1.1.1 Darstellung der beteiligten Knoten und der möglichen Relationen

- Geographische Karte mit entsprechenden Einträgen (2)
- Schematische Darstellung von Standorten und Verbindungen mit Entfernungsangaben bzw. Fahrzeiten (2)
- Transportbeziehungen erfordern die Festlegung von Verkehrsmitteln und ggf. die Ermittlung von Fahrmodi z.B. für LKW (2)
- Layoutplan eines Wareneingangs-, Lager- oder Versandbereichs (1)
- Festlegung der Fördermittel; optional: Angabe der Fahrmodi für Fördermittel (1)

1.1.2 Kommunikationsstruktur

- Beschreibung der technischen Kommunikationsmittel und Zuordnung zu Knoten (2) bzw. innerbetrieblichen Einrichtungen / Abteilungen (1)
- Schematische Darstellung der Kommunikationsbeziehungen / Relationen
- Informationsflußmatrix
- Kopien von Belegen und Formularen

1.2 Aufbaustruktur

- Variantengliederung der MTV (1+2)
- Produkte und Produktvarianten (1)
- Verpackungsanweisung (1)
- Optional: Pack-, Ladebild (1)
- Aufgaben- / Stellenbeschreibungen (1)
- Organigramm des Unternehmens (1)

1.3 Ablaufstruktur

- Verbalbeschreibung (1+2)
- Flußdiagramm (1+2)

- Prozeßkettenplan (1+2)
- Ablaufschema (1+2)
- Verpackungsanweisung (1)
- Tagesbericht (1+2)
- Rückmeldung / Leistungsschein (1+2)
- Verfahrensanweisungen (1)

Die Daten, insbesondere Mengen- und Zeitangaben, können als Zahlenreihe oder als Mittelwert vorliegen. Ggf. müssen in letzterem Fall die zu Grunde liegende Verteilung und die anzunehmende Streuung geschätzt werden.

1.4 Abstraktionsgrade

Aus heutiger Sicht sind zwei Abstraktionsgrade erforderlich.

Im Rahmen der lokalen Betrachtung (1) sind vor allem Prozesse der Informationserfassung wichtig. Die Beschreibung ist daher detailliert vorzusehen, damit die Erstellung und das Verarbeiten von Dokumenten berücksichtigt werden kann. Der Untersuchungsbereich muß dementsprechend lokal relativ eng abgegrenzt werden (z.B. Wareneingang).

Eine eher globale Betrachtung (2) kann sich auf die Beschreibung weniger elementarer Materialflußvorgänge beschränken:

- 1 Knoten wandeln leere in volle MTV um.
- 2 Knoten wandeln volle in leere MTV um.
- 3 Knoten lagern volle MTV.
- 4 Knoten lagern leere MTV.
- 5 Knoten und Relationen wandeln brauchbare in unbrauchbare (verschmutzt, beschädigt, Prüfdatum abgelaufen) MTV um.
- 6 Knoten wandeln unbrauchbare (verschmutzt, beschädigt, Prüfdatum abgelaufen) in brauchbare MTV um.
- 7 Auf Relationen werden MTV transportiert.
- 8 In Knoten und auf Relationen „verschwinden“ MTV (Bruch, Schwund).
- 9 In Knoten „entstehen“ MTV (Neubeschaffung).

2 Untersuchungsziele

Die Untersuchungsziele der lokalen (1) und der globalen (2) Betrachtung werden hier gesondert dargestellt. Die Fragestellung unter (1) hat dabei Priorität. Im Hinblick auf die Fortführung der SFB-Arbeit soll aber auch die Fragestellung (2) hier schon skizziert werden.

2.1 Untersuchungsziele - lokale Betrachtung (1)

2.1.1 *Systemlast bekannt, System bekannt*

Das Untersuchungsziel sei hier anhand eines Beispiels erläutert.

Im Wareneingang eines Automobilwerks kommen pro Tag bis zu 400 LKWs an. Es kommt hier zu erheblichen Staubildungen, die nach vorläufiger Einschätzung auf den hohen Zeitverbrauch bei der Bearbeitung der Frachtbegleitpapiere durch das Wareneingangsbüro und die Staplerfahrer zurückzuführen sind. Im Rahmen eines ersten Modellierungsschrittes ist ein solches System so abzubilden, daß die DLZ der gefüllten Behälter und der LKW (incl. Fahrer) im Wareneingang gemessen und mit der Auslastung der Ressourcen (Betriebsmittel: Stapler, Parkfläche; Personal: Staplerfahrer, Sachbearbeiter Wareneingang) verglichen werden können.

2.1.2 *Systemlast bekannt, System unbekannt*

Aus heutiger Sicht soll als wesentliches Gestaltungselement bei Optimierung des Wareneingangs die Automatisierung des materialbegleitenden Informationsflusses untersucht werden. Dazu müssen im Rahmen eines Sollkonzepts die derzeit papiergebundenen und personalintensiven Identifikations- und Buchungsvorgänge durch automatisierte oder teilautomatisierte Prozesse ersetzt werden. Hier müssen verschiedene Lösungsvarianten durchgespielt und wieder hinsichtlich

- der DLZ der Behälter (incl. Ware),
 - der DLZ der anliefernden LKWs (incl. Fahrer),
 - der Auslastung der vorhandenen Parkfläche
 - der Auslastung der Gabelstapler
 - der Auslastung der Gabelstaplerfahrer
 - der Auslastung des Personals im Wareneingangsbüro
- ausgewertet werden.

Ähnliche Untersuchungen sind auch für andere Unternehmensbereiche (z.B: Vollgutlager, Montagelager, Leergutlager, Reparatur/Reinigung) jeweils für den Vollgutversender, den Vollgutempfänger und - sofern vorhanden - einen separaten dienstleister (Poolbetreiber, Frachtführer) möglich. Voraussichtlich werden wir uns aber auf eine exemplarische Untersuchung des Wareneingangs beschränken.

2.1.3 Systemlast unbekannt, System bekannt

Die Bestimmung einer Grenzlast ist für den skizzierten Anwendungsfall nicht von besonders großem praktischen Interesse und sollte lediglich ergänzenden Charakter haben.

2.2 Untersuchungsziele - globale Betrachtung (2)

2.2.1 Systemlast bekannt, System bekannt

Es gibt nur sehr wenige Unternehmen, die MTV einsetzen, die über den Gesamtbestand der von ihnen verwendeten Behälter Bescheid wissen. Über die unten angegebene Vordimensionierungsregel hängt der erforderliche Gesamtbestand mit der mittleren Durchsatzrate und der Durchlaufzeit (hier: Umlaufzeit) zusammen. Während also für den Praktiker die Bestimmung des Gesamtbestandes von MTV wichtig ist, kann diese Aufgabe für Simulationsexperimente in die Frage nach der DLZ für die MTV umformuliert werden, d.h. daß die MTV als Temporärobjekte aufgefaßt werden. Zusätzlich ist aber auch die DLZ für die Ware interessant, die im Verpackungsprozeß mit der Verpackung verbunden wird, beim Entpacken beim Kunden aber wieder von ihr getrennt wird. Die DLZ der MTV besteht also aus der DLZ der Ware und der Rückführzeit der MTV bis zum Leergutdepot.

- Anmerkung: Bei unserer letzten Abstimmungssitzung der A-Projekte hatten wir festgestellt, daß Temporärobjekte nur hinsichtlich der DLZ ausgewertet werden sollen. Nachfolgend ein Diskussionsvorschlag, wie möglicherweise der Gesamtbestand der umlaufenden Behälter simulativ ermittelt werden kann:
Über die feste Zuordnung zur Produktionsrate entstehen in einer Quelle „Leergutlager“ MTV. Jede MTV erhält eine Nummer. Jedes Prozeßkettenelement verwaltet nicht nur die Mengen der ankommenden MTV, sondern auch deren Identität. In der Regel wird Fifo vorausgesetzt, andere Strategien sind möglich.

Sobald eine MTV in der Senke „Leergutlager“ wieder angekommen ist, kann die Nummer wieder neu vergeben werden (Fifo). Für jede Nummer und jeden Umlauf wird die DLZ gemessen. Die höchste vergebene Nummer ergibt den erforderlichen Gesamtbestand an MTV. Überschreitet die höchste Nummer den bekannten Gesamtbestand der MTV im realen System, werden keine neuen MTV erzeugt, sondern es entstehen Wartezeiten.

2.2.2 Systemlast bekannt, System unbekannt

Hier geht es nicht um die Umordnung von Knoten und Relationen, sondern darum, verschiedene Möglichkeiten der Organisation der Leergutrückführung zu testen, wie sie oben unter Lenkungsmöglichkeiten beschrieben sind. Für die Numerierung der MTV wird keine Obergrenze festgesetzt.

2.2.3 Systemlast unbekannt, System bekannt

Für ein gegebenes System und eine vereinbarte Organisation der Leergutrückführung wird die Maximalleistung (erledigte Aufträge) errechnet. Dabei wird die im realen System vorhandene oder die im zweiten Experiment ermittelte Anzahl von MTV zugrunde gelegt. Im Gegensatz zu 2.1 ist in diesem Fall die Grenzleistung eine interessantere Fragestellung.

2.3 Simulationswürdigkeit

Es bestehen unsererseits keine Zweifel an der Simulationswürdigkeit der skizzierten Aufgabenstellungen.

2.4 Vordimensionierungsregel (2)

U	erforderlicher Umlaufbestand [MTV]
v	Anzahl Produkte / MTV [St./MTV]
P	Produktionsmenge / Tag [St./Tag]
T	geschätzte Umlaufdauer [Tagen]
s	geschätzte Schwund-/Bruchrate [%]

$$U = P/v \times T \times (1+s)$$

3 Systemlastbeschreibung

3.1 Quellen-/Senkenverhalten

3.1.2 Aufträge / Quellenverhalten (1)

- Im Wareneingang eines Vollgutempfängers „entstehen“ beladene LKW. Die Ankunftsrate ist als Zeitreihe oder als Mittelwert mit Verteilung und Streuung anzugeben.
- Die LKWs sind durch die Anzahl und Art der geladenen MTV gekennzeichnet, die wiederum eine vorgegebene Art und Anzahl von Begleitpapieren bedingen. Die aktuelle Auslastung (Anzahl MTV pro LKW) ist also ebenfalls zur Systemlastbeschreibung wichtig, insbesondere wenn sie nicht konstant ist.

3.1.2 Aufträge / Quellenverhalten (2)

- Bestellung/Auftrag (normalverteilt) für Ware (Produktmenge, Liefertermin, Kunde). Die bestellte Warenmenge wird über die Verpackungsanweisung in eine Anzahl MTV umgerechnet. In der Regel werden MTV zu 100% gefüllt, bei Schüttgütern oder Flüssigkeiten können aber auch Füllgrade kleiner 100% realisiert werden.
- Produktionsrate (normalverteilt) für Ware (Produktmenge/Zeit). Daraus ergibt sich der Bedarf an Leerbehältern in der Packerei/Abfüllung, indem die Produktmenge/Zeit über die Verpackungsanweisung und den berechneten Füllgrad diskretisiert und auf Behälter/Zeit umgerechnet wird. Für die Warenproduktion sind ggf. minimale Fertigungslose zu berücksichtigen. Sollten die Bestellmengen kleiner als die Fertigungslose sein, muß Material in MTV zwischengelagert werden, was zur MTV-Bindung beiträgt. Die Ware muß nur über ihren Wert beschrieben werden.
- Versandaufträge Vollgut (normalverteilt oder nach Abschluß des Verpackungsprozesses) (Warenmenge, Ort, Anlieferzeitpunkt)
- Leergutanforderung (normalverteilt) (Behälteranzahl, Ort, Zeitpunkt)
- Entpacktrigger (exponentialverteilt) und Entpackrate (normalverteilt) zur Darstellung von Warenverbrauch in Produktion, Abverkauf, Entsorgung etc. Maßeinheit: Produktmenge/Zeit
- Schwundrate (exponentialverteilt) für Bruch, Verlust, Verschrottung (Anzahl Behälter/Zeit für alle Prozesse)

3.2 Behälter (temporär)

- Typ
- Kapazität [m³]
- Enthaltene Produkt
- Gewicht leer
- Gewicht voll
- Maße [leer, voll]
- Einkaufspreis
- Lebensdauer [Umläufe, Jahre]
- Stapelbarkeit
- Identität

3.3 Fahrzeuge (temporär)

- Typ (insbesondere: LKW-Klassen)
- Abmaße Ladefläche
- Kapazität bezogen auf Behälter
- Aktuelle Nutzung durch Behälter
- Zul. Gesamtgewicht
- Anschaffungskosten
- Verbrauch (Diesel, Reifen, Öl, u.a. pro km oder Std. per Fahrmodus)
- Identität

3.4 Begleitpapiere (temporär)

- Typ
- Anzahl Daten
- Anzahl Seiten / Blätter

3.5 Bestände

- Behälter: leer, voll, vorübergehend unbrauchbar (beschädigt, ungeprüft, ungereinigt, ...) (1+2)
- Formulare: unbearbeitet, bearbeitet (1)
- Personal (1)
- Aufträge (2)
- LKW: leer, voll (1)

4 Permanentobjekte

4.1 Mobile Permanentobjekte

4.1.1 Fördermittel

- Typ (insbesondere: Gabelstapler)
- Kapazität bezogen auf Behälter
- Geschwindigkeit
- Anschaffungskosten
- Verbrauch (Diesel, Reifen, Öl, Strom u.a. pro Std. per Betriebsmodus)
- Identität

4.1.2 Personal

- Kommissionierer (Mann zur Ware)
- Versand (Prüfen, Etikettieren)
- Transport (innerbetrieblich, außerbetrieblich): z.B. Gabelstaplerfahrer

Name, Typ, Anzahl, verfügbare Arbeitszeit/MA, Lohn/Gehalt, Lohnnebenkosten, Vollkosten, Leistungsgrad

4.1.3 Organisationsmittel

- Auto-ID-Leseeinrichtung (Barcode-System, Transpondersystem)
- Formulare/Belege (Auftrag, Leistungsschein, Tagesbericht, Frachtbrief ...)

Typ, Leistung (ID-Vorgänge/Zeit), Fehlerrate, Verfügbarkeit, Kosten

4.2 Stationäre Permanentobjekte

4.1.1 Fördermittel

- Typ (insbesondere: Stetigförderer)
- Kapazität bezogen auf Behälter
- Geschwindigkeit
- Anschaffungskosten
- Verbrauch (Diesel, Reifen, Öl, Strom u.a. pro Std. per Betriebsmodus)
- Identität

4.1.2 Personal

- Kommissionierer (Ware zum Mann)
- Verpacker
- Wareneingang (Prüfen)
- Disponent / Verwaltung

Name, Typ, Anzahl, verfügbare Arbeitszeit/MA, Lohn/Gehalt, Lohnnebenkosten, Vollkosten, Leistungsgrad

4.2.3 Flächen

- Lagerflächen (Freilager, Blocklager, Regallager ...)
- Bereitstellungsflächen (Produktion, Versand ...)
- Transportflächen (Parkplatz, Umschlagsflächen, Verkehrswege ...)

Typ, Kapazität, Kosten [DM/m²]

4.2.4 Organisationsmittel

- Auto-ID-Leseeinrichtung (Barcode-System, Transpondersystem)
- Computer

Typ, Leistung (ID-Vorgänge/Zeit), Fehlerrate, Verfügbarkeit, Kosten

5 Lenkungsmöglichkeiten

Die Lenkungsmöglichkeiten werden hier beispielhaft den einzelnen Ebenen zugeordnet.

5.1 Lokale Betrachtung

- Normativ: LKWs dürfen nur in bestimmten Zeitfenstern anliefern.
- Administrativ: Lieferungen dürfen bestellte Mengen in gewissen Grenzen über- oder unterdecken
- Dispositiv: Der erste freie Stapler entlädt den ersten wartenden LKW.
- Netzwerk: (keine)
- Operativ: Vor dem Entladen des LKW muß der Frachtbrief kontrolliert werden.

5.2 Globale Betrachtung

- Normativ: LKWs dürfen nur in bestimmten Zeitfenstern anliefern.
- Administrativ: Es werden nur volle gegen leere MTV eingetauscht (direkt, Zugum-Zug, nachträglich)
- Dispositiv: Kunden werden bedarfsorientiert oder regelmäßig angefahren.
- Netzwerk: (keine)
- Operativ: Vor dem Beladen mit Leergut muß Vollgurt ausgeladen werden.

6 Auswertungen

6.1 Temporärobjecte

Für die MTV sollen folgende Zeiten ausgewiesen werden (1+2):

- die gesamten Durchlaufzeiten,
- die Liegezeiten jeweils für volle und für leere MTV getrennt,

- die Transportzeiten jeweils für volle und für leere MTV getrennt,
- die Bearbeitungszeiten jeweils für volle und für leere MTV getrennt,
- die Umschlagszeiten jeweils für volle und für leere MTV getrennt und
- die Identifikationszeiten jeweils für volle und für leere MTV getrennt.

Für die Ware (volle Behälter) ist die Durchlaufzeit und die Termintreue wichtig (2).

Aus heutiger Sicht reichen die Angaben von durchschnittlichen, minimalen und maximalen Zeiten sowie eine Verlaufsübersicht (Säule, Graph) aus. Ob die Angabe einer statistischen Verteilung zusätzliche Vorteile bringt, ist heute noch nicht absehbar, könnte aber für weitere Experimente möglicherweise von Vorteil sein.

6.2 Permanentobjekte

Für die Permanentobjekte wird der Auslastungsgrad (minimal, maximal, durchschnittlich) und die Gesamtleistung berechnet, z.B.

- LKW: Tonnenkilometer
- Fördermittel: Anzahl Lagerspiele
- Organisationsmittel: Anzahl ID-Vorgänge
- Personal im Wareneingang: Anzahl ID-Vorgänge