

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

VIENNA
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY

DIPLOMARBEIT

Master´s Thesis

Transportlogistik im Bauwesen

Civil engineering transport logistics

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung von

Univ.Prof. DI Dr.techn. Hans Georg Jodl

und als verantwortlich mitwirkenden Assistenten

Univ. Ass. DI Ingo Heegemann

am

Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Przemyslaw Straczek-Helios

8725616

Landstraßer Hauptstraße 146/12/18
A - 1030 Wien

Wien, im Mai 2008

.....
(Przemyslaw Straczek-Helios)

KURZFASSUNG

Transporte, Umschlag und Lagerung von Baumaterialien, Bauteilen, Baumaschinen usw. sind im Bauwesen alltäglich und mit jeder Baustelle unzertrennlich verbunden.

Diese Diplomarbeit gibt einen Überblick über diese logistischen Prozesse. Sie beschäftigt sich mit Logistiksystemen, Verkehrsträgern und Transport. Es werden die im Bauwesen eingesetzten Transportmittel im Straßen-, Schienen- und Schiffsverkehr sowie die bei Materialumschlag eingesetzten Systeme und Techniken samt dazugehörigen Umschlagsmittel behandelt. Weiters werden Alternativen für Transporte im Bauwesen und gesetzliche Bestimmungen für Transportgeräte aufgezeigt. Anschließend werden Mengenstrukturen und -ströme von Baumaterialien anhand von einem Beispiel dargestellt und Transportkosten erläutert. Schlussendlich werden für unterschiedliche Baumaterialien die Transport- und Umschlagskostenanteile an den Materialpreisen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Transportmittel, Umschlagsmittel und Wegstrecken ermittelt.

ABSTRACT

Transport, handling and storage of building material, components, machinery etc, are common procedures in the building industry and part of every construction project.

This thesis gives an overview of these logistic processes. Means of transport relevant for the building industry (e.g. road, rail and shipping traffic) are discussed, including the systems, technologies and equipment for handling of cargo. Alternative means of transport are presented as well as laws and statutory regulations concerning transport equipment. Material composition and flow are analyzed for a specific example and transport costs are illustrated. Eventually, the proportion of transport and handling costs compared to the total prize of different construction materials are calculated with respect to varying means of transport, means of handling and distances.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	8
2	LOGISTIK.....	9
2.1	Begriff.....	9
2.2	Definition und Systeme der Logistik.....	9
2.2.1	Definition des Begriffs Logistik.....	9
2.2.2	Logistiksysteme	10
2.3	Ziele der Logistik.....	12
2.4	Institutionelle Abgrenzung von Logistiksystemen	13
2.5	Verrichtungsspezifische Subsysteme der Logistik.....	15
2.6	Transportlogistik.....	17
2.7	Baulogistik.....	17
2.8	Entsorgungslogistik.....	19
2.9	Logistikkosten	21
3	VERKEHRSTRÄGER.....	22
3.1	Allgemeines	22
3.2	Straße	22
3.2.1	Vor- und Nachteile	22
3.3	Schiene	23
3.3.1	Vor- und Nachteile	23
3.4	Wasser.....	24
3.4.1	Vor- und Nachteile	24
3.5	Luft.....	24
3.5.1	Vor- und Nachteile	24
3.6	Rohrleitungen.....	25
3.6.1	Vor- und Nachteile	25
3.7	Verkehrsträgeranteile allgemein und im Bauwesen.....	26
3.8	Güterverkehrszentren als Schnittstelle der Verkehrsträger	31
3.8.1	Allgemeines	31
3.8.2	Anforderungen und struktureller Aufbau	32
4	TRANSPORT	34
4.1	Definition und Funktionen des Transportes	34
4.1.1	Definition	34
4.1.2	Funktionen des Transportes	34
4.2	Transportaufgaben allgemein	35
4.2.1	Transportproblem.....	35

4.2.2	Transportketten	36
4.3	Transportprozesse	37
4.4	Gliederung der Transportbereiche im Bauwesen	38
5	TRANSPORTMITTEL IM BAUWESEN.....	39
5.1	Allgemeines	39
5.2	Bestimmungsgrößen für die Transportmittelauswahl.....	39
5.3	Transportmittel im Straßenverkehr	40
5.3.1	Gesetze.....	40
5.3.2	Fahrzeugart und Fahrzeugkombinationen	41
5.3.3	Fahrzeuge für Stückguttransporte.....	42
5.3.4	Fahrzeuge für Schüttguttransporte	46
5.3.5	Fahrzeuge für Transportbeton	49
5.3.6	Fahrzeuge für Asphalttransport.....	50
5.3.7	Fahrzeuge für Baumaschinentransport.....	51
5.3.8	Fahrzeuge für Sondertransporte	52
5.3.9	Fahrzeuge für Wechselbehälter	53
5.4	Transportmittel im Schienenverkehr	54
5.4.1	Güterwagen für Stückguttransporte	55
5.4.2	Güterwagen für Schüttguttransporte.....	56
5.4.3	Güterwagen für Zementtransporte.....	58
5.4.4	Güterwagen für Behältertransporte.....	59
5.4.5	Güterwagen für Sondertransporte.....	60
5.5	Transportmittel im Schiffsverkehr	61
5.5.1	Transportschiff	61
5.6	Transportmittel im Luftverkehr	62
5.6.1	Transporthelikopter	62
6	KOMBINIERTER VERKEHR.....	63
6.1	Allgemeines	63
6.2	Formen des Kombinierten Verkehrs	64
6.2.1	Huckepackverkehr	64
6.2.2	Containerverkehr	66
6.2.3	Ro/Ro-Verkehr	67
6.3	Ladungsverkehr	68
6.3.1	Direkter Ladungsverkehr.....	68
6.3.2	Gebrochener Ladungsverkehr	69
6.4	Umschlagsysteme.....	69
6.4.1	Vertikalumschlag.....	70

6.4.2	Horizontalumschlag	70
6.5	Umschlaganlagen - Logistikzentren.....	70
6.5.1	Umschlagplatz	70
6.5.2	Zwischenlager.....	70
6.5.3	Baurologistikzentren.....	71
6.5.4	Bauhof.....	71
6.6	Umschlagmittel	72
6.6.1	Schüttgut.....	73
6.6.2	Stückgut.....	76
7	ALTERNATIVEN FÜR TRANSPORTE IM BAUWESEN	80
7.1	Hubschraubertransporte	80
7.2	Rohrleitungen.....	82
7.3	Güterbim	83
8	BAUSTELLEN-TRANSPORTE UND -VERKEHRE	84
8.1	Transportbeziehungen von Baustellen	84
8.2	Stoffgruppen bei Baustellenverkehren.....	86
9	MENGENSTRUKTUREN UND MENGENSTRÖME VON BAUMATERIALIEN AN HAND VON EINEM BEISPIEL IN WIEN	87
9.1	Mengen- und Transportströme der Bauwirtschaft in Wien.....	87
9.2	Transportaufwendungen für den Bau einer Siedlung	87
9.2.1	Materialgruppen - Transportierten Gewichte.....	88
9.2.2	Transportaufkommen und Transportleistung	90
9.2.3	Transportweiten	92
10	TRANSPORTKOSTEN	94
10.1	Kostengliederung im Transportwesen	94
10.2	Kostenstrukturen verschiedener Verkehrsträger	96
10.2.1	Kostenstruktur Straße	96
10.2.2	Kostenstruktur Schiene.....	97
10.2.3	Kostenstruktur Kombiniertes Verkehr	97
10.3	Ermittlung von Transportpreisen.....	98
10.3.1	Allgemeines	98
10.3.2	Bodenaushub.....	98
10.3.3	Abbruchmaterial.....	105
10.3.4	Bewehrung.....	108
10.3.5	Beton.....	116
10.3.6	Zusammenstellung der Ergebnisse.....	129
11	SCHLUSSBETRACHTUNG	130

QUELENNACHWEIS.....	133
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	137
TABELLENSVERZEICHNIS.....	141
ANHANG.....	142
Parameter für die Kostenkalkulation nach der Österreichischen Baugeräteliste (ÖBGL):	142
Kostenermittlung	142
Hydraulikbagger	142
Radlader	144
Muldenhinterkipper	145
Silo-Lastkraftwagen	146
Lastkraftwagen, Vierachser	147
Sattelschlepper	148
Fahrmischer.....	150

1 EINLEITUNG

Um ein Bauwerk zu errichten werden Baumaschinen, Baustoffe und Bauteile benötigt. Diese müssen zur Baustelle transportiert werden. Transporte sind logistische Prozesse, die ein fixer Bestandteil eines jeden Bauprozesses sind. Sie stellen die Verbindung zwischen Erzeugern bei der Versorgung bzw. den Deponien bei der Entsorgung und den Baustellen dar. Die Transportprozesse erfolgen, je nach Lage und nach Anschlussmöglichkeiten der Baustelle, auf verschiedenen Verkehrsträgern, wie Straße, Schiene, Wasser, unter Einsatz bestimmter Transportmittel. Diese unterscheiden sich wiederum bei Transporten verschiedener Materialien.

Weitere logistische Prozesse die mit dem Transportprozess eng verbunden sind, sind die Lagerungs- und Umschlagsprozesse. Sie sind notwendig, um die Baumaterialien bzw. Baumaschinen zu lagern und sie auf die Transportmittel umzuschlagen. Hier kommen ebenfalls unterschiedliche Umschlagsysteme und -techniken unter Einsatz verschiedener Umschlagmittel zur Anwendung. Diese sind wiederum vom umzuschlagenden Material, wie z.B. Schütt- oder Stückgut, abhängig.

Nicht außer Acht lassen darf man alternative Transportmöglichkeiten, wie z.B. Hubschraubertransporte, die oft in schwer zugänglichen Bergbaustellen oder auch beim Bau von Windkraftanlagen und einigen anderen Bereichen durchgeführt werden.

Transport-, Umschlags- und Lagerungsprozesse verändern das Bauprodukt von der Materie und Umfang im Allgemeinen nicht, sie beeinflussen jedoch dessen Kosten. Aus diesem Grund ist es von großer Wichtigkeit, die durch diese logistischen Prozesse entstehenden Kostenanteile zu ermitteln. Diese sollten durch Optimierung dieser Prozesse möglichst gering gehalten werden.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden alle soeben beschriebenen Bereiche behandelt, sowie für unterschiedliche Baumaterialien die Transport- und Umschlagskostenanteile an den Materialpreisen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Transportmittel, Umschlagmittel und Wegstrecken ermittelt.

2 LOGISTIK

2.1 Begriff

Der Begriff „Logistik“¹ stammt ursprünglich aus dem militärischen Bereich und wurde für den wirtschaftlichen Sprachgebrauch übernommen. Er wurde vom französischen Verb „loger“ abgeleitet, was „einquartieren“ oder „hineinbringen“ bedeutet.

Im militärischen Bereich umfasst die Logistik die Planung, Organisation als auch die Vorbereitung und Durchführung von Material- und Truppenbewegungen.

Anders als bei den Streitkräften, bezieht sich die Logistik im wirtschaftlich-technischen Bereich heute in erster Linie auf Güter. Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen Militär- und wirtschaftlich-technischer Logistik sind die Zielsetzungen. Beim ersteren sind sie politisch-militärisch und beim zweiten technologisch, ökonomisch, ökologisch und sozial motiviert.

Vereinzelt findet man heute noch den Begriff „Logistik“ als veraltete Bezeichnung für die mathematische Logik, welche Beziehungen zwischen Vorgaben und Aussagen mathematischer Theorien untersucht.

2.2 Definition und Systeme der Logistik

2.2.1 Definition des Begriffs Logistik

Für den Begriff „Logistik“ gibt es eine Vielzahl von Definitionen.

Der erste, in der Wissenschaft und Praxis am meisten verbreitete Definitionsansatz wird als **flussorientierte Definition** der Logistik bezeichnet. Sie lautet:

„Zur Logistik gehören alle Tätigkeiten, durch die die raum-zeitliche Gütertransformation und die damit zusammenhängenden Transformationen hinsichtlich der Gütermengen und -sorten, der Güterhandhabungseigenschaften sowie der logistischen Determiniertheit der Güter geplant, gesteuert, realisiert oder kontrolliert werden. Durch das Zusammenwirken dieser Tätigkeiten soll ein Güterfluß in Gang gesetzt werden, der einen Lieferpunkt mit einem Empfangspunkt möglichst effizient verbindet.“²

Hier wird „effizient“ in der Logistik durch vier „r`s“ umschrieben: das **richtige** Produkt (Menge und Sorte) zur **richtigen** Zeit in der **richtigen** Qualität am **richtigen** Ort bei gleichzeitiger Minimierung der Gesamtkosten.³

¹ Vgl. Schulte, 1999, S.23; Aberle, 2000, S.468; Pfohl, 2000, S.11ff.

² Pfohl, 2000, S.12.

³ Aberle, 2000, S.469

Eine weitere flussorientierte Definition, die in den USA weit verbreitet ist, stammt von der Logistikgesellschaft „Council of Logistics Management“ (CLM) und lautet:

*"Logistik ist der Prozeß der Planung, Realisierung und Kontrolle des effizienten, kosteneffektiven Fließens und Lagerns von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Fertigfabrikaten und der damit zusammenhängenden Informationen vom Liefer- zum Empfangspunkt entsprechend den Anforderungen des Kunden."*⁴

Der zweite Definitionsansatz wird als **dienstleistungsorientierte Definition** der Logistik bezeichnet und lautet:

*„Logistik ist "der Prozeß zur Koordination aller immateriellen Aktivitäten, die zur Erfüllung einer Dienstleistung in einer kosten- und kundeneffektiven Weise vollzogen werden müssen." Der Schwerpunkt dieser Aktivitäten liegt in den folgenden drei Gebieten: Minimierung der Wartezeiten (der Auftragsabwicklungszeiten), Management der Dienstleistungskapazität und Bereitstellung der Dienstleistung durch einen Distributionskanal.“*⁵

2.2.2 Logistiksysteme⁶

Logistiksysteme dienen der Durchführung mehrerer logistischer Prozesse. Sie besitzen die Struktur eines Netzwerks und lassen sich graphisch durch Knoten (z.B. Lagerorte) die durch Verbindungslinien (z.B. Transportwege) miteinander verbunden sind, darstellen. Es werden durch das Netzwerk Objekte (z.B. Sachgüter, Informationen, Energie) bewegt, die an den Knoten festgehalten oder auf einen anderen Knoten durch das Netzwerk führenden Weg (Verbindungslinien) übergeleitet werden. Die Verbindungslinien stellen die unterschiedlichsten Bewegungsmöglichkeiten der Objekte durch das Netzwerk dar.

⁴ Pfohl, 2000, S.12.

⁵ Pfohl, 2000, S.13.

⁶ Vgl. Arnold, 2002, S. A 1-3; Pfohl, 2000, S.5.

2.2.2.1 Grundstrukturen von Logistiksystemen⁷

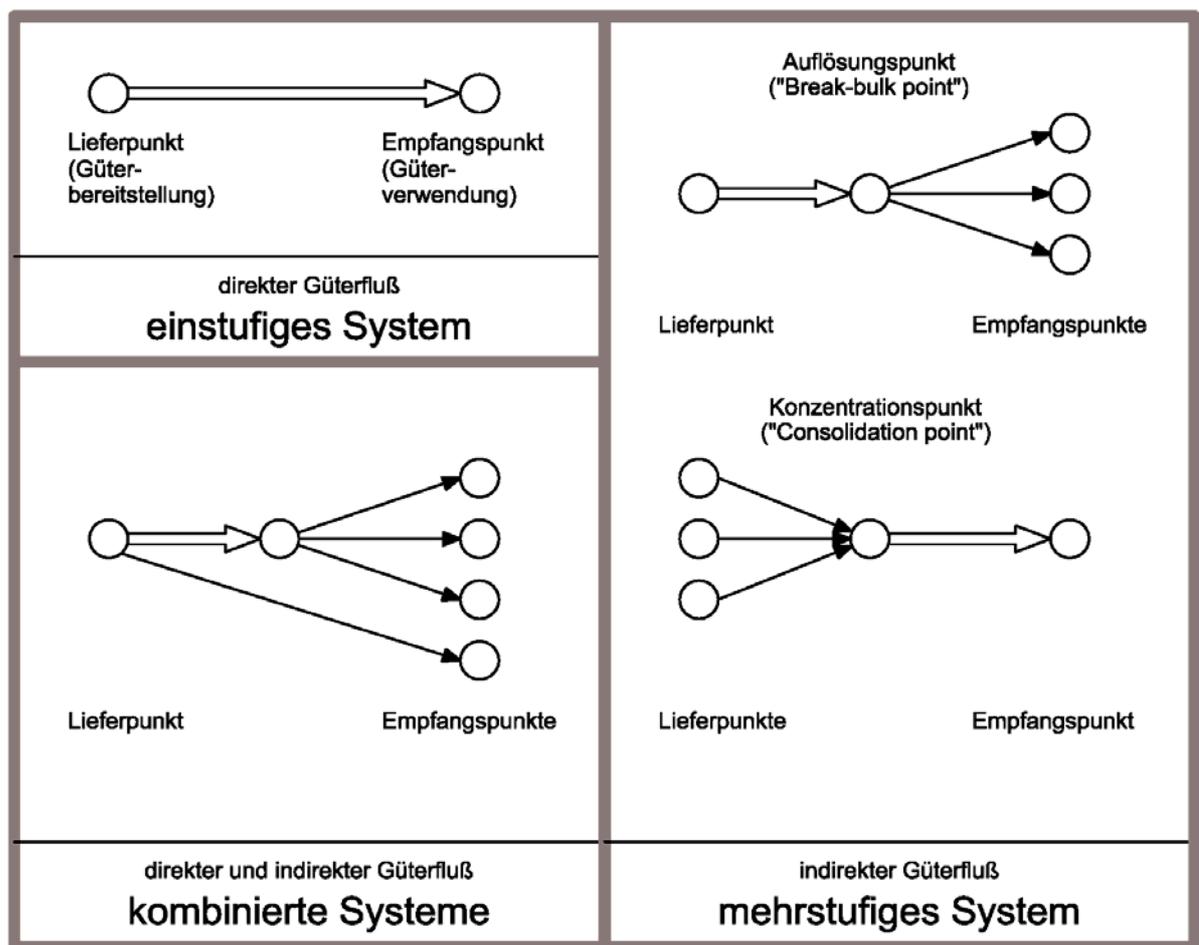


Abb.1: Grundstrukturen von Logistiksystemen

Wie in Abb.1 dargestellt werden folgende Grundstrukturen von Logistiksystemen unterschieden:

- einstufiges System
- mehrstufiges System
- kombinierte Systeme.

Im *einstufigen* System erfolgt, räumlich und zeitlich gesehen, ein direkter Güterfluss zwischen dem Liefer- und Empfangspunkt. Der Lieferpunkt stellt die Quelle und der Empfangspunkt das Ziel, wo die Güter verwendet werden, dar. Der Vorteil dieses Systems liegt darin, dass zwischen Liefer- und Empfangspunkt keine zusätzlichen Lager- bzw. Bewegungsprozesse zur Überleitung des Gutes auf andere Wege stattfinden. Der Güterfluss wird nicht unterbrochen.

⁷ Vgl. Pfohl, 2000, S.6ff.

Im *mehrstufigen* System erfolgt, räumlich und zeitlich gesehen, ein indirekter Güterfluss zwischen dem Liefer- und Empfangspunkt. Hier wird an mindestens einem weiteren Punkt, wo zusätzliche Lager- bzw. Bewegungsprozesse stattfinden, der Güterfluss unterbrochen. Dieser Unterbrechungspunkt wird als Auflösungspunkt genannt. Seine Aufgabe ist es die Konzentration des Güterflusses vom Lieferpunkt her aufzulösen und in kleinere Güterflüsse an verschiedene Empfangspunkte zu verteilen. Andererseits kann der Unterbrechungspunkt bei mehrstufigem System auch ein Konzentrationspunkt sein. Hier werden mehrere kleinere Güterflüsse von verschiedenen Lieferpunkten gebündelt. Von hier erfolgt zum Empfangspunkt nur ein einziger Güterfluss.

In *kombinierten* Systemen sind direkte und indirekte Güterflüsse nebeneinander möglich. Einstufige Systeme werden nur dann angewendet, wenn auch bei großen Entfernungen zwischen Liefer- und Empfangspunkt der Güterfluss so schnell ist, dass der Bedarf am Empfangspunkt rechtzeitig befriedigt werden kann. Wenn dies nicht der Fall ist, werden mehrstufige Systeme angewendet, in denen der Auflösungspunkt z.B. den Charakter eines Auslieferungslagers annimmt, mit dem man sich ziemlich nahe an einen regionalen Teilmarkt begibt, um von ihm den Bedarf der Kunden schnell befriedigen zu können.

2.3 Ziele der Logistik⁸

Die Zielsetzung der Logistik ist es, durch Planung, Gestaltung, Steuerung und Kontrolle

- die richtigen Materialien und Güter
- in der richtigen Menge
- mit der richtigen Qualität
- zur richtigen Zeit
- am richtigen Ort
- zu minimalen Kosten

dem Verbraucher bereitzustellen, sodass dieser wirtschaftlich produzieren kann.

Dahinter verbirgt sich ein bereichsübergreifendes Systemdenken, ein Denken in Gesamtkosten. Zur Erfüllung dieses Leitgedankens dienen technische, informatorische und betriebswirtschaftliche Funktionen, die ständig optimiert werden müssen.

Ziel der Logistik ist die Verbesserung und Optimierung der betrieblichen Infrastruktur, um die Marktleistungsfähigkeit zu erhöhen sowie Rationalisierungspotentiale aufzudecken.

⁸ Vgl. Martin, 2002, S.2, S.3

Es sollen auf der einen Seite die Kosten für:

- die Lagerhaltung
- den Transport und Handling
- die Systeme und Steuerung

reduziert werden und andererseits die Erhöhung der Leistung, welche sich in der Qualität für:

- die Lieferzeit
- die Liefertreue
- die Lieferflexibilität und
- die Liefergenauigkeit

zeigt, erreicht werden.

2.4 Institutionelle Abgrenzung von Logistiksystemen

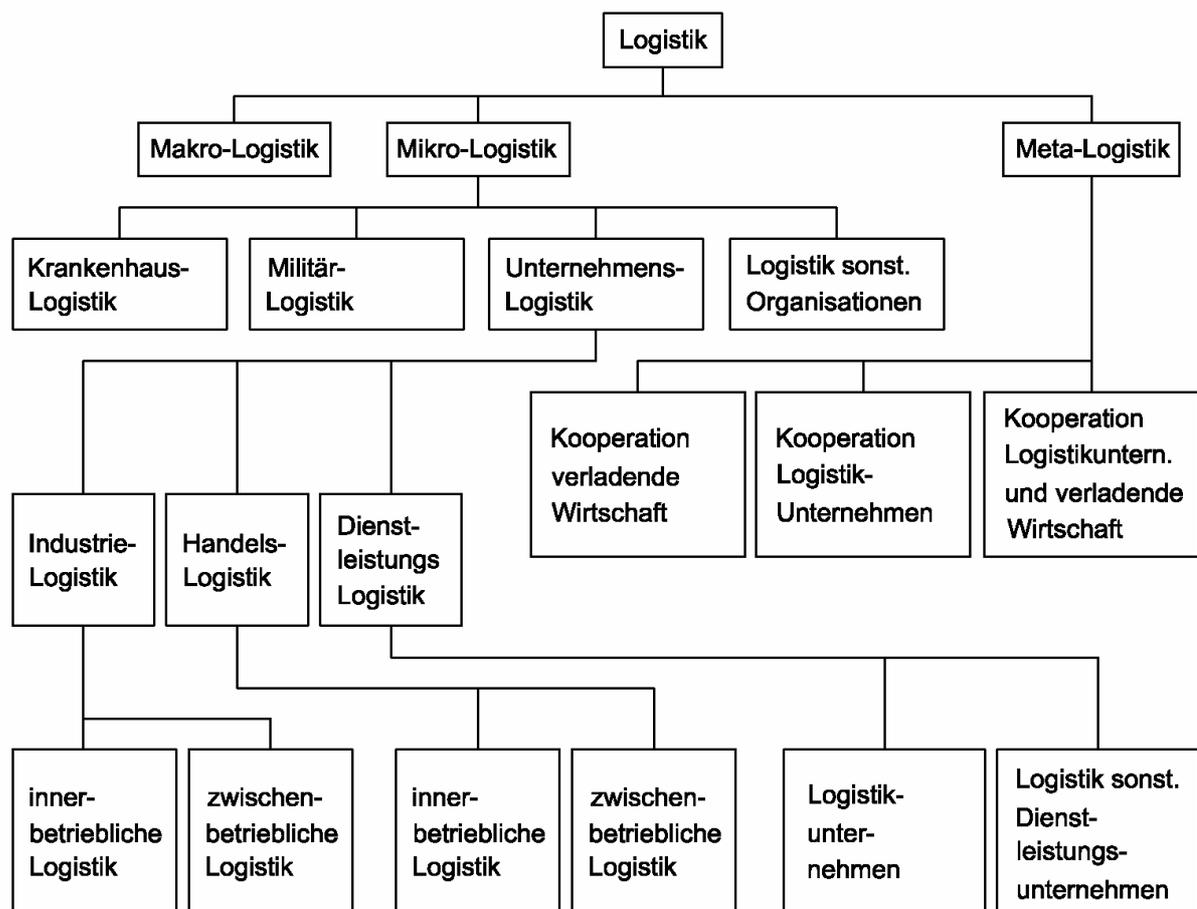


Abb.2: Institutionelle Abgrenzung von Logistiksystemen⁹

⁹ Pfohl, 2000, S.15

Mikrologistik:¹⁰

Mikrologistik ist ein Teil der Betriebswirtschaft. Mikrologistische Systeme sind logistische Systeme einzelner öffentlichen und privaten Unternehmen. Sie beinhalten alle Transport-, Lager- und Umschlagprozesse im Unternehmen sowie die Transportprozesse zwischen den Unternehmen und seinen Kunden bzw. Lieferanten. Die Prozessabläufe innerhalb des Unternehmens zählen zum Gebiet der innerbetrieblichen, die Prozessabläufe zwischen dem Unternehmen und seinen Kunden zum Gebiet der außerbetrieblichen Mikrologistik (siehe Abb.3).

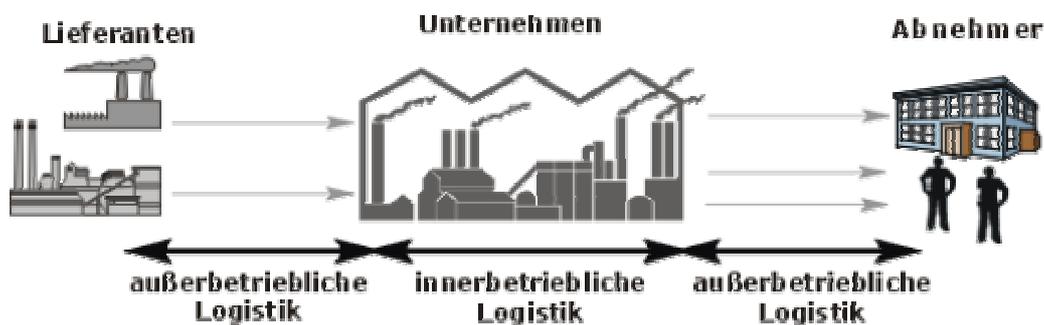


Abb.3: Mikrologistik

Mikrologistik¹¹

Die Aufgabe der Mikrologistik ist es eine optimale Geschäftsentwicklung eines Unternehmens zu ermöglichen. Dies geschieht durch geeignete Organisation, Prozesssteuerung und Schaffung optimaler Logistiksysteme um rationelle Material- und Datenströme zu erreichen.

Makrologistik:¹²

Die Makrologistik ist ein Teil der Volkswirtschaft. Sie betrachtet die Verkehrssysteme einer Region oder der Weltwirtschaft. Das Verkehrsnetz aus Strassen-, Schienen-, Wasser- und Luftwegen sowie der individuelle und öffentliche Güter- und Personenverkehr als Prozesse gehören dazu.

¹⁰ Vgl. Universität Magdeburg, Lehrstuhl Logistik, 2002, <http://ews2.uni-dortmund.de>

¹¹ Vgl. Universität Magdeburg, Lehrstuhl Logistik, 2002, <http://ews2.uni-dortmund.de>

¹² Vgl. Universität Magdeburg, Lehrstuhl Logistik, 2002, <http://ews2.uni-dortmund.de>

Die Aufgabe der Makrologistik ist es eine optimale Wirtschaftsentwicklung zu erreichen. Dies ist durch Schaffung von geeigneter Infrastruktur, entsprechenden Gesetzen und Institutionen möglich, damit rationelle Verkehrs- und Informationsströme erzielbar sind.

Metalogistik:¹³

Metalogistische Systeme sind Systeme, die über die Grenzen von Einzelorganisationen hinausgehen und eine Kooperation mehrerer Organisationen im Güter- und Informationsfluss beinhalten. Sie sind zwischen makro- und mikrologistischen Systemen einzuordnen.

Wenn man z.B. einen Güterverkehr im metalogistischen System betrachtet, betrachtet man nicht nur den gesamten Güterverkehr in einer Volkswirtschaft, aber auch nicht nur den Güterverkehr einer einzelnen Organisation. Man betrachtet den Güterverkehr im Absatzbereich kooperierender Organisationen.

2.5 Verrichtungsspezifische Subsysteme der Logistik¹⁴

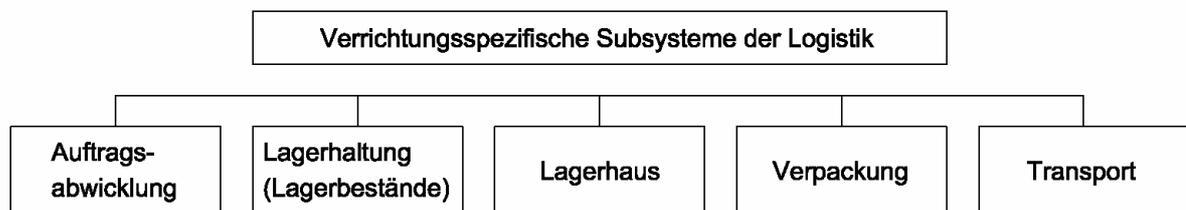


Abb.4: Verrichtungsspezifische Subsysteme der Logistik

Jedes System kann einerseits in ein übergeordnetes System integriert und andererseits in mehrere Subsysteme aufgegliedert werden. Eine Aufgliederung des Gesamtsystems der Logistik in Subsysteme ermöglicht eine Konkretisierung der für die Logistik charakteristischen Entscheidungsprobleme.

Die verrichtungsspezifischen Subsysteme des Gesamtsystems der Logistik sind in der Abb.3 ersichtlich.

Auftragsabwicklung:

„Der Auftrag ist die Grundlage des Informationsflusses im Logistiksystem.“

„Als externer Auftrag (Kundenauftrag) ist er ein wichtiges Bindeglied für die Distributions-Logistik des Lieferanten und die Beschaffungs-Logistik des Kunden. Als interner Auftrag ist

¹³ Vgl. Universität Magdeburg, Lehrstuhl Logistik, 2002, <http://ews2.uni-dortmund.de>

¹⁴ Vgl. Pfohl, 2000, S.76ff.

er ein Bindeglied zwischen intraorganisatorischen Logistiksystemen, z.B. zwischen Produktions-Logistik und Beschaffungs-Logistik, oder Zentrallager und Außenlager.“¹⁵

Lagerhaltung:

„Lagerhaltung befaßt sich mit allen Entscheidungstatbeständen, die einen Einfluß auf die Lagerbestände haben, weshalb man auch von Bestandsmanagement spricht. Lagerbestände sind Puffer zwischen Input- und Output-Flüssen von Gütern. Diese Puffer entstehen, sobald sich die zeitliche und quantitative Struktur der Input-Flüsse von der der Output-Flüsse unterscheidet.“¹⁶

Lagerhaus:

„Ein Lagerhaus ist ein Knoten im logistischen Netzwerk, in dem Güter vorübergehend festgehalten oder auf einen anderen durch das Netzwerk führenden Weg übergeleitet werden. ...daß Lagerhäuser somit sowohl Liefer- und Empfangspunkte als auch Auflösung oder Konzentrationspunkte im Logistiksystem sein können. Im Lagerhaus laufen Lager- und Bewegungsprozesse ab. Welche Prozesse dominieren, hängt von der Funktion eines Lagers ab.“¹⁷

Verpackung:

„Unter Verpackung versteht man die lösbare Umhüllung eines Gutes (Packgutes), um dieses zu schützen oder andere Funktionen zu erfüllen.“¹⁸

Transport:

„Unter Transport versteht man die Raumüberbrückung oder Ortsveränderung von Transportgütern mit Hilfe von Transportmitteln. Jedes Transportsystem besteht aus dem Transportgut, dem Transportmittel und dem Transportprozeß.“¹⁹

¹⁵ Pfohl, 2000, S.78.

¹⁶ Pfohl, 2000, S.98.

¹⁷ Pfohl, 2000, S.124.

¹⁸ Pfohl, 1996, S.141.

¹⁹ Pfohl, 2000, S.162.

2.6 Transportlogistik²⁰

Als Transportlogistik werden alle für einen Transportvorgang notwendigen Arbeits- und Informationsweisen verstanden d.h. das Zusammenwirken von:

- administrativen Größen wie z.B. Personalverwaltung, Fahrzeugverwaltung,
- dispositiven Größen wie z.B. Transportstrategien und
- operativen Größen wie z.B. Transporttechnik.

Aufgabe der Transportlogistik ist die Verteilung und Bereitstellung von Gütern zu möglichst geringen Kosten mit dem Ziel der Optimierung der Transporte bezüglich Beladung, Entladung und Auslastung.

2.7 Baulogistik

Unter Baulogistik wird die Koordination und Steuerung sämtlicher Materialzu- und -abflüsse von einer oder mehreren benachbarten Baustellen verstanden.²¹

Eine andere Definition lautet:

„Die Baulogistik umfasst alle planerischen, ausführenden, steuernden und regelnden Maßnahmen und Instrumente um einen zieloptimalen und gewerkeübergreifenden Material-, Personen- und Informationsfluss im Rahmen der baubetrieblichen Leistungserstellung zu ermöglichen. Dieser Transformationsprozess erstreckt sich von der Beschaffung und Disposition von Produktionsfaktoren (Geräte, Baustoffe, Energie und Informationen sowie Personal) zur Baustellenversorgung bis hin zur Verarbeitung und Entsorgung im Rahmen des Produktionsprozesses von Bauobjekten“²²

In der nachfolgender Abbildung wird dieser Transformationsprozess veranschaulicht:

²⁰ Vgl. Martin, 2002, S.83

²¹ Vgl. Schulte, 1999, S.21

²² www.bauingenieur24.de/sharedpics/pdf_diploma/1028_1.pdf, 20.01.2008

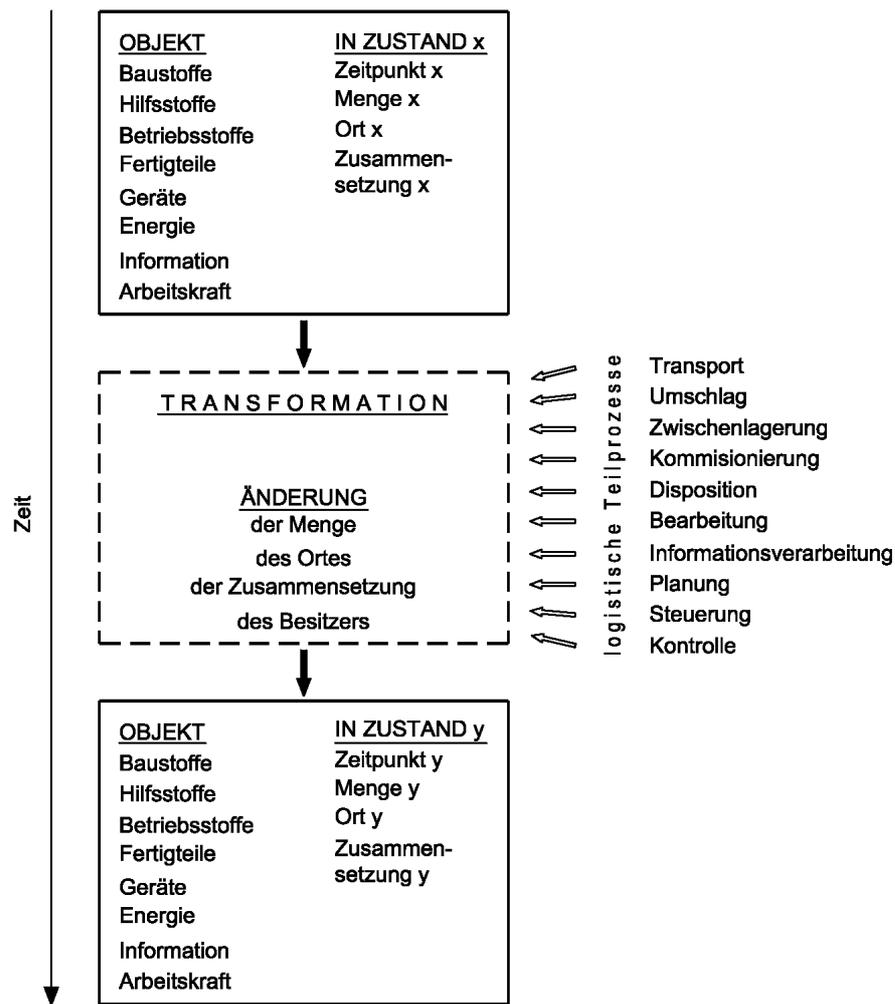


Abb.5: Der Transformationsprozess in der Baulogistik²³

Wie man aus der Abbildung entnehmen kann, werden Objekte, wie z.B. Baugeräte, Baustoffe, Informationen, u.a. durch den Einfluss von logistischen Teilprozessen, wie z.B. Transport, Umschlag, Zwischenlagerung, Steuerung, usw. von einem bestimmten Zustand x in einen neuen Zustand y des Bauobjektes überführt.²⁴

Als Ziele der Baulogistik können:

- Wirtschaftlichkeit der Ver- und Entsorgung der Baustellen,
- Sicherheit der Ver- und Entsorgung der Baustellen und
- Umsetzung einer umwelt- und stadt-verträglichen Logistik

genannt werden.

²³ www.bauingenieur24.de/sharedpics/pdf_diploma/1028_1.pdf, 20.01.2008

²⁴ Vgl. www.bauingenieur24.de/sharedpics/pdf_diploma/1028_1.pdf, 20.01.2008

Da die drei genannten Ziele in gewisser Weise im Widerspruch zueinander stehen, heißt es deshalb ein Optimum zu finden.

2.8 Entsorgungslogistik²⁵

Unter Entsorgungslogistik werden logistische Prozesse zur Vorbereitung und Durchführung der Entsorgung verstanden. Die Aufgabe der Entsorgungslogistik ist die „...*Transformation eines Rückstands von einem gegebenen Anfangszustand in einen geforderten Endzustand*“²⁶. Rückstände sind alle Teile die während der jeweiligen Produktionsprozesse zwangsläufig anfallen, jedoch in das Endobjekt nicht mehr einfließen.

Entsorgungslogistische Leistungen die für einen Rückstand erbracht werden müssen umfassen:

- Kernleistungen wie Lagerleistungen, Transportleistungen oder Umschlagsleistungen,
- Zusatzleistungen wie Sammeln, Trennen oder Sortieren und
- Informationsleistungen.

Die nachfolgende Abbildung vermittelt einen Überblick über mögliche Gestaltungsalternativen der einzelnen Bereiche der Kern-, Zusatz- und Informationsleistungen.

²⁵ Vgl. Schulte, 1999, S.107ff

²⁶ Schulte, 1999, S.107

Entsorgungslogistische Aufgabenbereiche		Entscheidungstatbestände	Gestaltungsalternativen
Kernleistungen	Lagerung	Bedarfsermittlung für den benötigten Lagerraum	<ul style="list-style-type: none"> • Deterministisch • Stochastisch
		Lagerplatzzuordnung	<ul style="list-style-type: none"> • Getrennte Lagerzonen • Gemeinsame Lagerzonen
		Lagerbauform	<ul style="list-style-type: none"> • Frei • Überdacht • Geschlossen
	Transport	Fördermitteleinsatz	<ul style="list-style-type: none"> • Stetige Fördermittel • Unstetige Fördermittel
		Transportorganisation	<ul style="list-style-type: none"> • Direktverkehr • Stern- oder Ringverkehr
	Umschlag	Umschlagmitteleinsatz	<ul style="list-style-type: none"> • Stetige Umschlagmittel • Unstetige Umschlagmittel
Umschlagorganisation		<ul style="list-style-type: none"> • Umleerverfahren • Wechselverfahren 	
Zusatzleistungen	Sammlung und Trennung	Organisation der Sammlung und Trennung	<ul style="list-style-type: none"> • Getrennte Sammlung • Gemischte Sammlung mit nachträglicher Trennung • Gemischte Sammlung ohne nachträglicher Trennung
		Sammelprinzip	<ul style="list-style-type: none"> • Synchron • Regelmäßig • Unregelmäßig
	Verpackung	Form der Behälter in Abhängigkeit ihrer Funktion	<ul style="list-style-type: none"> • Tragend • Umschließend • Abschließend
Informationsleistungen	Auftragsabwicklung	Schwerpunkt der Unternehmenszugehörigkeit der am Austausch der einschlägigen Informationen Beteiligten	<ul style="list-style-type: none"> • Intraorganisatorischer Schwerpunkt • Interorganisatorischer Schwerpunkt

Tabelle 1: Gestaltungsalternativen der entsorgungslogistischen Aufgabenbereiche²⁷

Die Entsorgungslogistik verfolgt sowohl ökonomische als auch ökologische Ziele.

Zu den ökologischen Zielen zählen:

- die Verringerung des Einsatzes natürlicher Ressourcen und
- die Minimierung der Emissionen im Rahmen der entsorgungslogistischer Prozesse.

Die wichtigsten ökonomischen Ziele sind:

- die Minimierung der Gesamtkosten der Entsorgungslogistik,
- Maximierung des Gewinns aus der entsorgungslogistischen Leistung sowie

²⁷ Schulte, 1999, S.108

- Sicherung der Kundenzufriedenheit durch die Gewährleistung eines attraktiven Entsorgungsservice.

Zielsetzungen als auch Aufgaben der Entsorgungslogistik werden durch gesetzliche Bestimmungen definiert, vor allem im Bezug auf die Reihenfolge der Rückstandsbehandlung.

2.9 Logistikkosten²⁸

Logistikkosten sind ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Erreichung der Logistikziele. Sie setzen sich aus folgenden Kostenarten zusammen:

- **„Steuerungs- und Systemkosten“**; sie umfassen die Kosten für die Planung und Steuerung des Materialflusses sowie der Fertigung, Kosten für Informationslogistik und Personaleinsatz sowie Kontrollfunktionen.
- **Bestandskosten**, die durch das Vorhalten von Beständen entstehen. Dazu gehören zum Beispiel Kapitalkosten zur Finanzierung der Bestände, Versicherungen, Abwertungen und Verluste.
- **Lagerkosten**, die sich aus einem fixen Teil für die Bereitstellung von Lagerkapazitäten und einem variablen Teil für die Ein- und Ausgangsprozesse zusammensetzen.
- **Transportkosten** sowohl für externen als auch für internen Werksverkehr. Es fallen Kosten für die Bereitstellung an (fix) und für die Operation der Transportmittel (variabel).
- **Handlingkosten**, die ebenfalls in Bereitstellungskosten und volumenabhängige Betriebskosten unterteilt werden können.
- **Kosten mangelnder Prozesssicherheit**, die sich ergeben können aufgrund mangelnder Qualität der Logistikprozesse, zum Beispiel für Nachbearbeitung, Stillstand, Konventionalstrafen.²⁹

Der Anteil der Logistikkosten am Umsatz eines Unternehmens beträgt, je nach Tätigkeitsfeld, zwischen 4,4% und 32%, was viele Untersuchungen zeigen.

²⁸ Vgl. EBZ, www.ebz-beratungszentrum.de, 15.01.2008

²⁹ EBZ, www.ebz-beratungszentrum.de, 15.01.2008

3 VERKEHRSTRÄGER

3.1 Allgemeines³⁰

Als Verkehrsträger werden Straße, Schiene, Wasser, Luft und Rohrleitungen bezeichnet. Güter und Personen sind Transportobjekte. Dementsprechend wird zwischen Straßengüter-, Straßenpersonen- bzw. Eisenbahngüter-, Eisenbahnpersonenverkehr usw. unterschieden. Die Verkehrsleistungen werden hierbei durch Transportgefäße, die so genannten Verkehrsmittel erbracht. Ergänzend dazu kann auch die Unterscheidung in individuellen und öffentlichen Verkehr erwähnt werden. Als Individualverkehrsmittel zählt z.B. das Fahrrad, Motorrad, Personenkraftwagen oder das Straßengüterfahrzeug. Zum öffentlichen Verkehrsmittel gehören z.B. die Eisenbahn, der öffentliche Personenverkehr oder die Luftfahrt. Dies ist die traditionelle Unterscheidung und sie knüpft nicht an eigentumsrechtliche Tatbestände an, d.h. ein privater Busanbieter im Personenverkehr oder eine private Luftverkehrsgesellschaft im Luftverkehrsangebot werden ebenfalls dem öffentlichen Verkehr zugeordnet. Schlussendlich sind hier noch die Verkehrssysteme zu erwähnen. Sie umfassen mindestens einen Verkehrsträger oder auch mehrere verschiedene Verkehrsmittel und verschiedene Verkehrsträger. Als Musterbeispiel für ein Verkehrssystem ist der kombinierte Verkehr erwähnt, bei dem eine effiziente Transportabwicklung durch Nutzung mehrerer Verkehrsträger erfolgt.

3.2 Straße

3.2.1 Vor- und Nachteile

Vorteile des Straßengüterverkehrs

- Komplette Flächenabdeckung
- Kurze Laufzeiten
- Flexibilität bei Änderungen
- Kurzfristige Verfügbarkeit
- Hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Güter
- Hohe Konkurrenz.

³⁰ Vgl. Aberle, 2000, S.16 u. S.17

Nachteile des Straßengüterverkehrs

- Witterungsabhängigkeit
- Verkehrsstörungen
- Begrenzte Transportmenge
- Hohe Umweltbelastungen
- Einschränkungen aufgrund rechtlicher Bedingungen
z.B.: Fahrverbote an Sonn- und Feiertagen.

3.3 Schiene

3.3.1 Vor- und Nachteile

Vorteile des Schienengüterverkehrs

- Umweltfreundlichkeit
- Planbarkeit
- Geeignet für Güter mit hohen Gewichten
- Geeignet für Massengüter
- Unabhängig von Fahrverboten

Nachteile des Schienengüterverkehrs

- Geringe Flexibilität
- Nicht zu hohe Flächendeckung
- Hohe Anfangs- und Modernisierungsinvestitionen
- Zusatzkosten bei Spezialwaggons
- Quasi-Monopolstellung der ÖBB

3.4 Wasser

3.4.1 Vor- und Nachteile

Vorteile der Binnenschifffahrt

- Geringe Umweltbelastungen
- Geringe Transportkosten
- Große Einzelladungsgewichte möglich
- Hohe Massenleistungsfähigkeit
- Geringe Lärmbelastung

Nachteile der Binnenschifffahrt

- Geringe Flexibilität
- Niedrige Geschwindigkeit
- Witterungsabhängigkeit
- Keine Preissicherheit
- Hohe Umschlagskosten

3.5 Luft

3.5.1 Vor- und Nachteile

Vorteile des Luftfrachtverkehrs

- Kurze Transportzeiten bei längeren Strecken
- Hohe Zuverlässigkeit
- Hohe Transportfrequenz möglich
- Hoher Schutz gegen Diebstahl
- Flexibilität

Nachteile des Luftfrachtverkehrs

- Geringere Kapazitäten verfügbar
- Transporteinschränkungen bezüglich Gewicht, Größe, Gefahrgut
- Hohe Kosten
- Hoher Abstimmungsaufwand

3.6 Rohrleitungen

3.6.1 Vor- und Nachteile

Vorteile des Rohrleitungstransports

- Umweltfreundlich
- Unter Umständen keine Landschaftszerstörung
- Hohe Zuverlässigkeit
- Wetter und weitgehend diebstahlsichere Unterbringung der Güter
- Geräuscharm
- Kostengünstig

Nachteile des Rohrleitungstransports

- Nur sinnvoll bei langer Nutzungsdauer
- Hohe Investitionskosten
- Hohe Wartungskosten
- Geringe Flexibilität
- Aufwendige Genehmigungsverfahren

3.7 Verkehrsträgeranteile allgemein und im Bauwesen

Die Verkehrsträgeranteile des gesamten Güterverkehrsaufkommens in Österreich sind in der nachfolgenden Tabelle und Abbildung für das Jahr 2005 ersichtlich. Der größte Anteil von rd. 72 % fällt auf die Straße, gefolgt von der Schiene mit 15 % und Rohrleitungen mit rd. 11 %. Der Anteil des Verkehrsträgers Binnenschifffahrt ist mit rd. 2 % sehr gering. Die Luftfahrt ist mit ihren 0,03 % im Güterverkehr fast nicht vertreten.

Veränderung des Güterverkehrsaufkommens nach Verkehrsträger in Österreich 1999 - 2005
in [1.000 Tonnen] und [Prozent]

Verkehrsträger	1999 Aufkommen in [1.000 Tonnen]	2005 Aufkommen in [1.000 Tonnen]	Wachstum 1999 - 2005 pro Jahr	Anteil nach Verkehrsträger 2005
Schiene ¹	70.295	90.715	+4,3%	15,25%
Straße ²	386.000	425.499	+1,6%	71,52%
Rohrleitungen	57.120	66.750	+2,6%	11,22%
Binnenschifffahrt ³	9.987	11.747	+2,7%	1,97%
Luftfahrt	134	195	+6,5%	0,03%
Gesamt	523.536	594.905	+2,2%	100,00%

HERRY 2007

Quelle: Statistik Austria; Eurostat; Erhebungen und Modellrechnungen des BMVIT; Herry

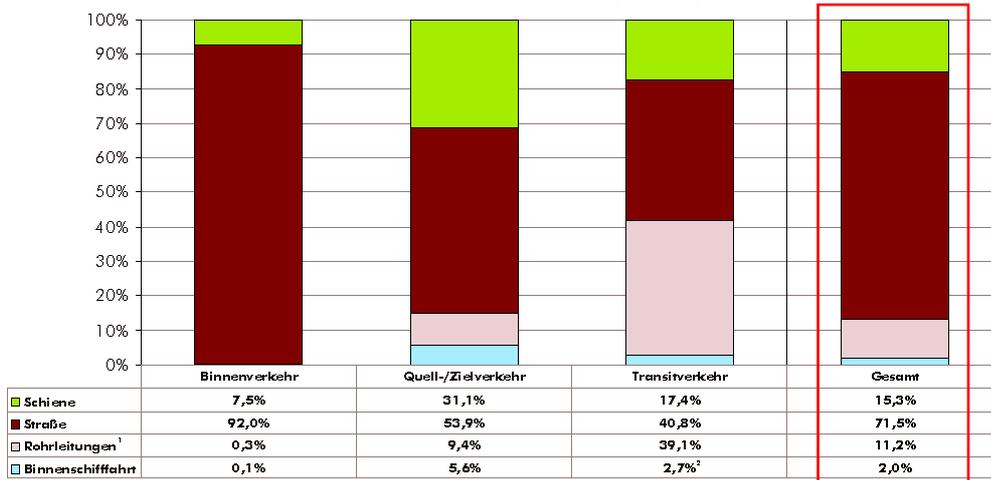
¹ Netto-Netto-Tonnen (ohne Gewichte von Container und Lkw auf der RoLa), Bereinigung von Doppelbefragungen, Ergänzung nicht erfasster Verkehre bis 2004.

² Mit Ausgleich einer statistischen Untererfassung durch die amtliche Statistik (Abstimmung mit Mautstatistiken, etc.)

³ Die in der amtlichen Statistik fehlenden Daten zum Transitverkehr wurden durch Datenvergleich mit deutschen Daten ausgeglichen.

Tabelle 2: Güterverkehrsaufkommen nach Verkehrsträger in Österreich 1999-2005³¹

Anteile der Verkehrsträger nach Verkehrsart am Transportaufkommen im Güterverkehr 2005 in [Prozent]



¹ Die Aufteilung nach Relationen ist eine Schätzung unter Verwendung der Außenhandelsstatistik.

² Die in der amtlichen Statistik fehlenden Daten zum Transitverkehr wurden durch Datenvergleich mit deutschen Daten ausgeglichen.
Anmerkung: Da mit Nachkommastellen gerechnet wurde, können in der Summe Rundungsdifferenzen auftreten.

HERRY 2007

Quelle: Statistik Austria; Eurostat; Erhebungen und Modellrechnungen des BMVIT; Herry

Abb.6: Anteile der Verkehrsträger nach Verkehrsart am Transportaufkommen im Güterverkehr 2005³²

³¹ bmvit, 2007, S.115

³² bmvit, 2007, S.117

Genauere Statistiken der Verkehrsträgeranteile im Bauwesen sind nicht vorhanden. Betrachtet man die Statistik des Güterverkehrs jedoch genauer, so findet man zwei Warengruppen: „NSTR 14 - Zement, Kalk, verarbeitete Baustoffe“ sowie „NSTR15 - Steine und Erden“, welche eindeutig dem Bauwesen zugeordnet werden können. Weitere in der Tabelle ersichtlichen Warengruppen, in denen Bauwesen anteilig vertreten sein dürfte, sind die Gruppen: „NSTR 4 - Holz und Kork“, „NSTR 12 – Metallprodukte“ sowie „NSTR 20 - Fahrzeuge und Maschinen“. Die genauen Anteile sind aber hier nicht ableitbar.

Der Güterverkehr auf der Straße betrug im Jahr 2005 in Österreich für die Gruppe NSTR14 39,8 und für die Gruppe NSTR15 136,1 Millionen Tonnen, wobei rd. 93 % im Binnenverkehr erfolgte. Im Bezug zum gesamten Güterverkehr auf der Straße betrug ihr Anteil rd. 41 %.

Güterverkehr auf der Straße in Österreich nach NST/R-24-Warengruppen und Verkehrsart 2005 in [Mio. Tonnen]

Warengruppe	Binnenverkehr	Grenzüberschreitender			Gesamt
		Quellverkehr	Zielverkehr	Transitverkehr	
NSTR1 Getreide	1,6	0,4	0,3	0,7	3,0
NSTR2 Kartoffeln, sonstiges frisches und gefrorenes Gemüse, frische Früchte	2,8	0,3	1,1	3,3	7,5
NSTR3 Lebende Tiere, Zuckerrüben	1,5	0,0	0,1	0,1	1,8
NSTR4 Holz und Kork	19,1	3,7	3,5	2,1	28,3
NSTR5 Spinnstoffe und Textilabfälle, andere pflanzliche, tierische und verwandte Rohstoffe	1,2	0,4	0,4	0,6	2,6
NSTR6 Andere Nahrungs- und Futtermittel	21,7	3,8	3,1	9,7	38,3
NSTR7 Ölsaaten, Ölfrüchte und Fette	0,4	0,1	0,2	0,2	0,8
NSTR8 Feste mineralische Brennstoffe	0,3	0,0	0,7	0,1	1,1
NSTR9 Rohöl	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
NSTR10 Mineralerzeugnisse	11,9	1,4	2,9	0,1	16,3
NSTR11 Eisenerze, Schrott, Hochofenstaub	1,7	0,2	0,2	0,3	2,3
NSTR12 NE-Metalle und Abfälle von NE-Metallen	0,2	0,1	0,1	0,3	0,8
NSTR13 Metallprodukte	5,2	3,0	2,3	4,8	15,4
NSTR14 Zement, Kalk, verarbeitete Baustoffe	34,1	1,4	1,5	2,7	39,8
NSTR15 Steine und Erden	129,1	2,3	3,4	1,3	136,1
NSTR16 Natürliche oder chemische Düngemittel	0,8	0,2	0,2	0,2	1,5
NSTR17 Grundstoffe der Kohle- und Petrochemie, Teere	1,2	0,1	0,1	0,2	1,5
NSTR18 Chem. Erzeugnisse, ausgen. Grundstoffe (einschl. Halbzeug)	1,8	2,6	2,4	4,3	11,1
NSTR19 Zellstoff, Altpapier	2,4	1,0	0,9	0,4	4,8
NSTR20 Fahrzeuge, Maschinen, Motoren, montiert oder nicht montiert, sowie Einzelteile	4,1	2,3	2,2	6,4	14,9
NSTR21 Metallwaren, einschließlich EBM-Waren	1,2	0,7	0,7	1,3	3,8
NSTR22 Glas, Glaswaren, keramische und andere mineralische Erzeugnisse	1,1	0,4	0,7	1,2	3,4
NSTR23 Leder, Textilien, Bekleidung, sonstige Halb- und Fertigwaren	15,8	5,8	5,3	9,4	36,3
NSTR24 Sonstige Waren	36,9	5,4	6,3	5,4	54,0
Summe	296,2	35,6	38,6	55,1	425,5

Quelle: Statistik Austria; Eurostat; Erhebungen und Modellrechnungen des BMVIT; Herry; Käfer et al. 2006

HERRY 2007

Tabelle 3: Güterverkehr auf der Straße in Österreich nach NST/R-24-Warengruppen und Verkehrsart 2005³³

³³ bmvit, 2007, S.119

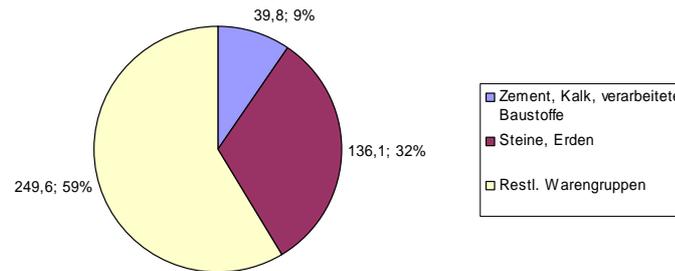


Abb.7: Güterverkehrsanteile der Bauwirtschaft auf der Straße 2005 in [Mio. Tonnen; %]

Der Güterverkehr auf der Schiene betrug im Jahr 2005 in Österreich für die Gruppe NSTR14 1,8 und für die Gruppe NSTR15 8,8 Millionen Tonnen, wobei rd. 59 % im Binnenverkehr erfolgte. Im Bezug zum gesamten Güterverkehr auf der Schiene betrug ihr Anteil rd. 12 %. Die Warengruppen: NSTR 4 - Holz und Kork, NSTR 12 - Metallprodukte sowie NSTR 20 - Fahrzeuge und Maschinen sind ebenfalls vertreten. Die genauen Anteile des Bauwesens sind aber auch hier nicht ableitbar.

Güterverkehr auf der Schiene in Österreich nach NST/R-24-Warengruppen und Verkehrsart 2005 in [Mio. Tonnen]

Warengruppe (NSTR)	Binnenverkehr	Grenzüberschreitender			Gesamt
		Quellverkehr	Zielverkehr	Transitverkehr	
NSTR1 Getreide	0,2	0,2	0,0	0,3	0,7
NSTR2 Kartoffeln, sonstiges frisches und gefrorenes Gemüse, frische Früchte	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2
NSTR3 Lebende Tiere, Zuckerrüben	1,8	0,0	0,0	0,0	1,8
NSTR4 Holz und Kork	2,8	1,9	5,1	1,0	10,7
NSTR5 Spinnstoffe und Textilabfälle, andere pflanzliche, tierische und verwandte Rohstoffe	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
NSTR6 Andere Nahrungs- und Futtermittel	0,6	0,4	0,2	0,3	1,6
NSTR7 Ölsaaten, Ölfrüchte und Fette	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2
NSTR8 Feste mineralische Brennstoffe	0,0	0,0	5,6	0,1	5,7
NSTR9 Rohöl	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2
NSTR10 Mineralerzeugnisse	1,8	0,3	3,1	0,3	5,4
NSTR11 Eisenerze, Schrott, Hochofenstaub	3,3	0,8	3,8	0,9	8,8
NSTR12 NE-Metalle und Abfälle von NE-Metallen	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2
NSTR13 Metallprodukte	1,8	2,7	1,2	2,7	8,4
NSTR14 Zement, Kalk, verarbeitete Baustoffe	0,7	0,4	0,4	0,3	1,8
NSTR15 Steine und Erden	5,6	1,8	0,8	0,6	8,8
NSTR16 Natürliche oder chemische Düngemittel	0,1	0,2	0,5	0,1	0,9
NSTR17 Grundstoffe der Kohle- und Petrochemie, Teere	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2
NSTR18 Chem. Erzeugnisse, ausgen. Grundstoffe (einschl. Halbzeug)	1,2	0,5	1,6	1,0	4,3
NSTR19 Zellstoff, Altpapier	0,6	0,3	0,9	0,4	2,3
NSTR20 Fahrzeuge, Maschinen, Motoren, montiert oder nicht montiert, sowie Einzelteile	0,0	1,8	0,5	2,8	5,1
NSTR21 Metallwaren, einschließlich EBW-Waren	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
NSTR22 Glas, Glaswaren, keramische und andere mineralische Erzeugnisse	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3
NSTR23 Leder, Textilien, Bekleidung, sonstige Halb- und Fertigwaren	0,8	2,1	0,4	0,8	4,2
NSTR24 Sonstige Waren	2,7	2,2	2,3	11,6	18,8
SUMME	24,3	16,0	26,9	23,5	90,7

Quelle: Statistik Austria; Eurostat; Erhebungen und Modellrechnungen des BMWiT; Henry, Käfer et al. 2006

HERRY 2007

Tabelle 83: Güterverkehr auf der Schiene in Österreich nach NST/R-24-Warengruppen und Verkehrsart 2005

Tabelle 4: Güterverkehr auf der Schiene in Österreich nach NST/R-24-Warengruppen und Verkehrsart 2005³⁴

³⁴ bmwit, 2007, S.121

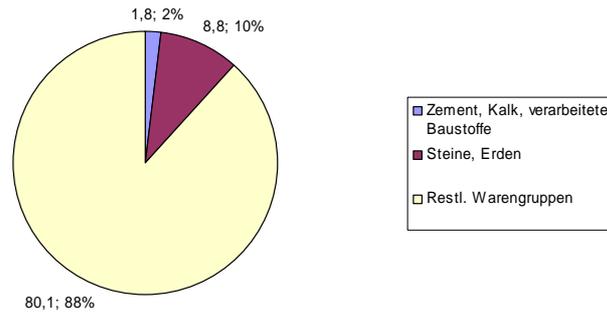


Abb.8: Güterverkehrsanteile der Bauwirtschaft auf der Schiene 2005 in [Mio. Tonnen; %]

Der Güterverkehr auf der Donau betrug im Jahr 2003 in Österreich für die Warengruppe NSTR6 - Mineralische Rohstoffe und Baumaterialien 1.08 Millionen Tonnen, wobei rd. 53 % im Binnenverkehr erfolgte. Im Bezug zum gesamten Güterverkehr auf der Donau betrug ihr Anteil rd. 10 %.

Eine weitere Warengruppe, „NSTR 5 – Metallerzeugnisse“, wo Bauwirtschaft vertreten sein dürfte ist ebenfalls in der Tabelle ersichtlich. Der genaue Anteil ist aber nicht ableitbar.

Güterverkehr auf der Donau in Österreich
nach NST/R-10-Warengruppen und Verkehrsart 2003 in [1.000 Tonnen] und [Prozent]

Warengruppe	Binnenverkehr	Grenzübersehtender			Gesamt	Veränderung 2000/2003	Durchschnittliche jährliche Veränderungsrate 2000/2003
		Quellverkehr	Zielverkehr	Transitverkehr ¹			
NSTR0 Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	42,6	303,5	152,5	401,8	900,5	+18,4%	+5,8%
NSTR1 Nahrungs- und Futtermittel	0,2	361,5	43,7	1.204,5	1.609,8	+16,6%	+5,2%
NSTR2 Feste Brennstoffe	-	56,5	-	12,2	68,7	-73,5%	-35,8%
NSTR3 Erdgaserzeugnisse	160,8	1.222,3	407,8	215,5	2.006,4	+6,2%	+2,0%
NSTR4 Erze und Metallabfälle	0,7	2.585,2	1,0	34,3	2.621,2	-16,2%	-5,7%
NSTR5 Metallerzeugnisse	114,5	135,3	237,1	592,4	1.079,3	-13,3%	-4,7%
NSTR6 Mineralische Rohstoffe und Baumaterialien	572,0	308,0	138,7	58,8	1.077,6	+2,1%	+0,7%
NSTR7 Düngemittel	27,5	211,1	542,6	268,6	1.049,8	+6,7%	+2,2%
NSTR8 Chemische Erzeugnisse	-	13,4	17,8	47,4	78,6	-2,2%	-0,7%
NSTR9 Sonstige Waren	1,8	28,3	26,2	189,3	245,5	+26,4%	+8,1%
SUMME	920,2	5.225,1	1.567,3	3.024,8	10.737,4	-2,2%	-0,7%

¹ Transitverkehr: 2004: Berechnungen des BMMIT unter Verwendung deutscher Statistiken (www.elwis.de)

Quelle: Statistik Austria, Statistische Nachrichten, Heft 7/2004; Statistik Austria, Güterverkehrsstatistik auf der Donau 2000

HERRY 2008

Tabelle 90: Güterverkehr auf der Donau in Österreich nach NST/R-10-Warengruppen und Verkehrsart 2003

Tabelle 5: Güterverkehr auf der Donau in Österreich nach NST/R-10-Warengruppen und Verkehrsart 2003³⁵

³⁵ bmvit, 2007, S.127

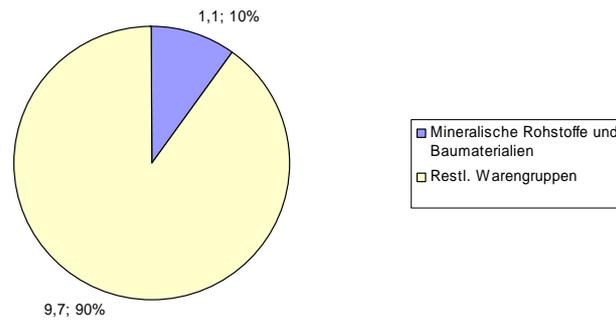


Abb.9: Güterverkehrsanteile der Bauwirtschaft auf der Donau 2003 in [Mio. Tonnen; %]

Summiert man alle dem Bausektor zugeordneten Güterverkehre aller Verkehrsträger zusammen, so wurden im Jahr 2005 in Österreich, unter der Annahme, dass auf der Donau im Jahr 2005 ähnlich viel Güterverkehre erfolgt sind wie im Jahr 2003, 187,6 Millionen Tonnen transportiert. Der größte Anteil von 93 % entfiel auf den Verkehrsträger Straße, 6 % auf den Verkehrsträger Schiene und 1 % auf den Verkehrsträger Wasser. Verkehrsträger Rohrleitungen und Luft sind im Bauwesen fast nicht und wenn, dann nur in Sonderfällen vertreten.

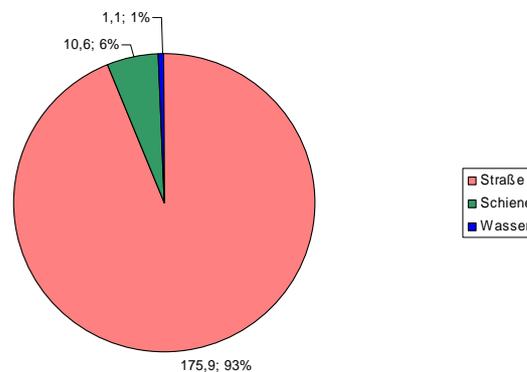


Abb.10: Verkehrsträgeranteile im Bauwesen in Österreich 2005 in [Mio. Tonnen; %]

Vergleicht man die Verkehrsträgeranteile im Bauwesen und in der Gesamtwirtschaft (Abb.6), so ist zu erkennen, dass im Bauwesen der Anteil der Straße viel höher ist. Die Schiene wird im Bauwesen weniger genutzt. Die Binnenschifffahrt ist in beiden Bereichen mit 1% bzw. 2% nur gering vertreten. Auf den Verkehrsträger Rohrleitungen entfallen in der Gesamtwirtschaft 11% des Güterverkehrs. Der hohe Anteil resultiert aus Rohöl- und Gastransporten. Im Bauwesen bilden Rohrleitungen nur einen sehr geringen Anteil am Güterverkehr.

3.8 Güterverkehrszentren als Schnittstelle der Verkehrsträger

3.8.1 Allgemeines³⁶

Güterverkehrszentren (GVZ) sind große Umschlagspunkte bzw. Gewerbegebiete am Rande von Ballungszentren. Hier wird die Anbindung an verschiedene Verkehrsträger, zumindest aber Straße und Schiene, sowie verschiedene Logistikdienstleistungen für verkehrswirtschaftliche Betriebe angeboten. Kennzeichnend für GVZ ist die Vereinigung und Kooperation mehrerer Transport- und Logistikunternehmen, die ihre wirtschaftliche und rechtliche Selbständigkeit behalten. Ein wichtiges Charakteristikum der GVZ ist die Lagerung verschiedener Güterarten sowie die Erbringung von wertschöpfenden Dienstleistungen. Die Aufgabe der GVZ ist es sämtliche diffusen Verkehrsströme mehrerer miteinander kooperierender Transportunternehmen zu konzentrieren und auf ökologisch verträgliche Verkehre zu bündeln. Die kooperierenden Transportunternehmen nutzen durch das Zurückgreifen auf gemeinsame Ressourcen Synergien.

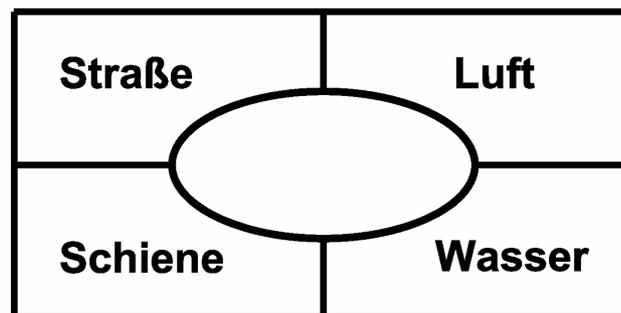


Abb.11: GVZ als Schnittstelle zwischen den Verkehrsträgern³⁷

Vorteile der GVZ:

- Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur
- Bündelung von Transport und Zusatzleistungen
- Entlastung des Stadtgebietes vom Schwerlastverkehr

Nachteile der GVZ:

- Organisationsschwierigkeiten
- hoher Flächenverbrauch
- hohe Verkehrsbelastung durch ankommende und abgehende Transporte

³⁶ Vgl. Arnold, 2002, S. A 1-18, S. C 3-6 ff., S. C 3-66ff.

³⁷ Arnold, 2002, S. C 3-67.

3.8.2 Anforderungen und struktureller Aufbau

Anforderungen an GVZ³⁸:

- Zusammenhängendes Gewerbegebiet von mind. 100 ha
- Verkehrsgünstige Lage mit Anschluss an mind. zwei Verkehrsträger
z.B.: Knotenpunkte von Land-, Schienen-, Wasser- u. Luftverkehren
- Umschlagterminal des kombinierten Ladungsverkehrs Straße-Schiene,
idealer weise auch zusätzlich mit Anschluss an Binnenschiff- oder Luftfrachtverkehre
- Ladeeinheiten sollen nicht nur zwischen den einzelnen Verkehrsträgern umgesetzt werden, sondern idealer weise auch ohne zusätzlichen Umschlag innerhalb des GVZ zu den beteiligten Partnerunternehmen transportiert werden.

Struktureller Aufbau eines GVZ:

„Auf Grund der umfangreichen Gleisanlagen ist das Areal eines GVZ meist als langer „Streifen“ angelegt. Das GVZ-Gelände wird zu beiden Seiten von Stammgleisen begrenzt, an die auf der oberen Seite die Umschlaggleise des Kombinierten Ladungsverkehrs (KLV) und auf der unteren Seite die Anschluss- und Umschlaggleise für Wagenladungsverkehre (WLV) anschließen. Dem Straßenverkehr steht vorrangig eine Hupterschließungsstraße zur Verfügung, die das ganze Gelände parallel zur Längsachse durchzieht. Mit einer Breite von über 20 Meter erlaubt sie flüssigen Gegenverkehr. Auf Grund des längsorientierten Zuschnitts des GVZ gibt es nur wenig Kreuzungsverkehr. Zwischen der Hupterschließungsstraße und den Ladegleisen sind die Speditionsbetriebe angesiedelt. Neben den Speditionsanlagen befinden sich zahlreiche Lager- und Abstellplätze für Güter und Transportmittel.“³⁹

„Die 700 m langen KLV-Umschlaggleise erlauben das Einstellen von Ganzzügen, sie sind von Portalkränen überspannt. Über eine Stichstraße und ein zentrales Gate für Ein- und Ausfahrt ist der KLV-Terminal an die Hupterschließungsstraße angebunden. Das Groupage-Zentrum, in dem Ladungen unterschiedlicher Herkunfts- und Zielorte konsolidiert werden, grenzt unmittelbar an den KLV-Terminal an. Daneben befinden sich Gebäude mit ladeeinheiten- und fördermittelbezogenen Funktionen (Betriebshof) sowie Verwaltungsgebäude in zentraler Lage. Zwischen den Gleisbereichen und dem Dienstleistungszentrum befinden sich das KLV-Depot mit einer Abstellfläche für rund 200 Container und Hilfsdienste (Waschplatz, Inspektion, Containerreparatur, Packing-Center).“⁴⁰

³⁸ Vgl. Arnold, 2002, S. C 3-66 - 67.

³⁹ Arnold, 2002, S. C 3-68.

⁴⁰ Arnold, 2002, S. C 3-68.

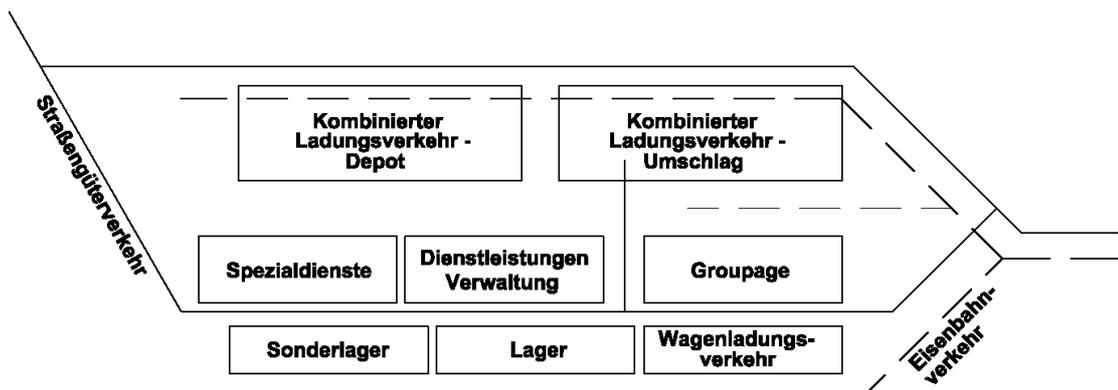


Abb.12: Schematischer Aufbau eines GVZ⁴¹

Betrachtet man diesen schematischen Aufbau bauspezifisch, so kann man das GVZ in drei Bereiche teilen. Auf der oberen Seite würde der Bereich für die Entsorgungslogistik, auf der unteren Seite der Bereich für die Versorgungslogistik und im Mittelteil die Verwaltung mit zusätzlichen Lager-, Manipulations- und Abstellflächen situiert sein. Die Ent- und Versorgungslogistikbereiche würden noch in Stück- und Schüttgutbereiche mit Lager-, Manipulations- und Umschlagsflächen unterteilt sein.

⁴¹ Vgl. Arnold, 2002, S. C 3-68.

4 TRANSPORT

4.1 Definition und Funktionen des Transportes⁴²

4.1.1 Definition

Die Raumüberbrückung bzw. Ortsveränderung von Gütern unter Hilfenahme von Transportmitteln wird als **Transport** bezeichnet. Ein Transportsystem setzt sich aus Transportgut, Transportmittel und dem Transportprozess zusammen. Wird ein Transportgut vom Lieferpunkt zum Empfangspunkt mit einem gewünschten Transportmittel gebracht, dann ist dies ein Transportprozess mit Transportgut. Es kann vorkommen, dass am Lieferpunkt kein gewünschtes Transportmittel vorhanden ist. Hier wird ein zusätzlicher Transportprozess notwendig, der so genannte „Leertransport“, wo keine Güter transportiert werden.

Innerbetrieblicher Transport:

Der Transport innerhalb eines Werkes von einem zum anderen Produktionsort bzw. zwischen verschiedenen Bereichen eines Lagers oder der Transport in einem Bereich wird als **innerbetrieblicher Transport** bezeichnet.

Außerbetrieblicher Transport:

Der Transport zwischen verschiedenen Werken bzw. zwischen verschiedenen Lagern oder der Transport vom Lieferanten zum Kunden wird als **außerbetrieblicher Transport** bezeichnet.

4.1.2 Funktionen des Transportes

Beim Transport wird zwischen primären und sekundären Funktionen unterschieden.

Die **primären Funktionen** sind:

- die Beförderungsfunktion
- und
- die Umschlagsfunktion.

Diese beiden Funktionen sind untrennbar miteinander verbunden.

Die **sekundären Funktionen** sind:

- die Wegsicherungsfunktion
- sowie die häufig genannte
- Haftungsfunktion.

⁴² Vgl. Pfohl, 2000, S.162 u. S.163

4.2 Transportaufgaben allgemein

4.2.1 Transportproblem⁴³

Das Transportproblem in einem logistischen Netzwerk ist durch folgende Punkte gekennzeichnet:

- Transportgut
- Struktur des Liefergebietes
- Beschaffenheit des Liefergebietes
- Standort des Lieferpunktes
- Standort des Empfangspunktes
- Art des Angebots und Nachfrage an diesen Punkten.

Grundsätzlich müssen für ein gegebenes Transportproblem zwei wichtige Fragen beantwortet werden:

1. Welches Transportmittel ist das günstigste?
2. Welcher Transportprozess ist der günstigste?

Die erste Frage betrifft die Entscheidung, mit welchem Transportmittel die Güter befördert werden sollen. Die zweite, wie der Transportprozess ablauforganisatorisch gesteuert werden soll.

Unter einem Transportproblem wird in der Literatur meistens ein bestimmtes organisatorisches Problem verstanden. Wenn z.B. an verschiedenen Lieferpunkten genügend Güter vorhanden sind, so ist hier das Transportproblem die Bestimmung der Lieferpunkte und die Bestimmung der jeweils auszuliefernden Gütermengen, so dass die gesamten Transportkosten bei der Belieferung der Empfangspunkte minimiert werden.

Weitere Transportprobleme in Transportprozessen, die in der Literatur behandelt werden, sind:

- optimale Beladung des Transportmittels
- Bestimmung des kürzesten Weges zwischen Liefer- und Empfangspunkt
- Bestimmung der optimalen Gesamtroute bei der Belieferung mehrerer Empfangspunkte von einem Lieferpunkt
- Einsatzplanung für Transportmittel zur Erzielung maximalen Transportleistung (kommt bei großen Fuhrparks zur Anwendung).

⁴³ Vgl. Pfohl, 2000, S.163ff

Eine zügige und reibungslose Bewältigung eines Transportproblems erfordert eine systematische Anordnung von technischen und organisatorischen Vorgängen und resultiert im Aufbau einer spezifischen Transportkette.

4.2.2 Transportketten

Der Begriff der Transportkette wird in der deutschen Norm DIN 30781, Teil 1, wie folgt definiert:

„Folge von technischen und organisatorisch miteinander verknüpften Vorgängen, bei denen Personen oder Güter von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden.“⁴⁴

Eine andere Definition lautet:

„...jede Bewegung von Gütern von einer Quelle zu einem Ziel durch Zwischenschaltung eines oder mehrerer Verkehrsmittel und der erforderlichen Verpackungs-, Be-, Ent-, Umlade- und Informationsprozesse.“⁴⁵

4.2.2.1 Funktionale Gliederung von Transportketten⁴⁶

Transportketten lassen sich, wie in der nachfolgender Abbildung dargestellt funktional differenzieren. Die Gliederung erfolgt anhand von Fahrzeugen und Ladeeinheiten des Transports, welche in Abhängigkeit von der Art, der Zusammensetzung und dem Weg der Sendung an bestimmten Schnittstellen gewechselt werden.

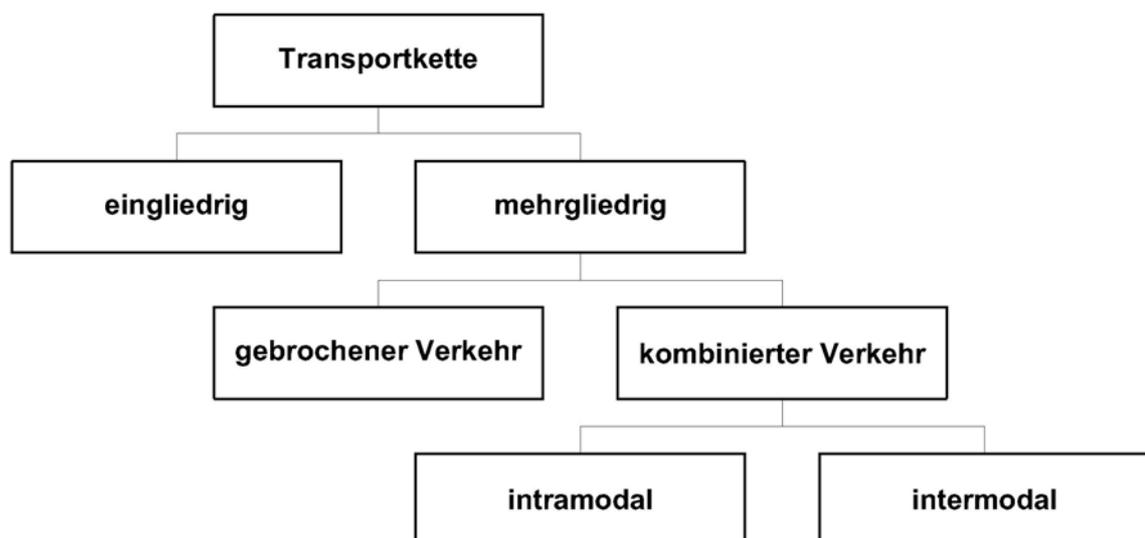


Abb.13: Funktionale Gliederung von Transportketten⁴⁷

⁴⁴ Deutsches Institut für Normung, 1983

⁴⁵ Eickemeier, 1997, S.8

⁴⁶ Vgl. Eickemeier, 1997, S.8ff

Die organisatorisch einfachste Form einer Transportkette stellt die eingliedrige Transportkette dar. Hier erfolgt ein Haus-Haus-Verkehr mit nur einem Verkehrsmittel bzw. ein Direktverkehr ohne Umladen. Von einer mehrgliedrigen Transportkette spricht man, wenn Beförderungsvorgänge eines Gütertransports räumlich und zeitlich nacheinander unterteilt werden können und mindestens ein Umschlagvorgang in dieser Kette vorhanden ist. Erfolgt bei mehrgliedriger Transportkette eine Auflösung der Ladeinheit, d.h. ein Wechsel des Transportgefäßes, dann spricht man vom gebrochenen Verkehr. Findet jedoch kein Wechsel des Transportbehälters, dann erfolgt kombinierter Verkehr. Ist am Transportvorgang des kombinierten Verkehrs nur ein Verkehrsträger beteiligt, spricht man vom intramodalen kombinierten Verkehr. Intermodale (multimodale) Transportketten sind durch Teilnahme mehrerer Verkehrsträger am Transportvorgang gekennzeichnet.

4.3 Transportprozesse⁴⁸

Transport- und Umschlagprozesse des Güterverkehrs können nach folgenden Gesichtspunkten differenziert werden:

- **Gliederung nach Teilprozessen des Transports und Umschlags**
 - Vorbereitung
 - Bereitstellung der Fahrzeuge zur Beladung
 - Beladung
 - Ortsveränderung
 - Entladung
 - Rückführung der Fahrzeuge
 - Abschluss

Die Reihenfolge der Teilprozesse kann sich in Abhängigkeit vom technologischen Verfahren verändern.

- **Gliederung nach transportierten Objekten**
 - Stückgüter
 - Schüttgüter
 - flüssige Güter
 - nässeempfindliche Güter
 - temperaturempfindliche Güter
 - gefährliche Güter

⁴⁷ Eickemeier, 1997, S.9

⁴⁸ Lieber, 1985, S12

- **Gliederung nach Transportgutgröße**
 - Ladungsverkehr
 - Stückgutverkehr

- **Gliederung nach Art des Fahrzeugeinsatzes**
 - Zielfahrten
 - Sammelfahrten
 - Verteilfahrten
 - Sammel- und Verteilfahrten

- **Gliederung nach regionalen Gesichtspunkten**
 - Nahverkehr
 - Fernverkehr
 - Grenzüberschreitender Verkehr

4.4 Gliederung der Transportbereiche im Bauwesen

Die Transportbereiche im Bauwesen können wie folgt gegliedert werden in:

- Stückguttransporte,
z.B. Transporte von Baustoffen auf Paletten, wie Dämmstoffe, Ziegel; Fenster, Türen, Heizkörper, Dämmstoffe, Farben, Bauholz, Bewehrung, uva.

- Schüttguttransporte,
z.B. Sand, Kies, Aushubmaterial, Abbruchmaterial, uva.

- Silotransporte,
z.B. Zement, Fertigputze, Trockenbeton, uva.

- Betontransporte

- Fertigteiltransporte,
z.B. Betonfertigteile, Holzträger, Teile von Lärmschutzwänden, uva.

- Baumaschinentransporte

- Sondertransporte,
z.B. Bauteile für Wasserkraftwerke, Bauteile für Windkraftanlagen, uva.

5 TRANSPORTMITTEL IM BAUWESEN

5.1 Allgemeines⁴⁹

Geräte bzw. Einrichtungen, die zum Zweck der Beförderung von Transportgut eingesetzt werden, bezeichnet man als Transportmittel.

Diese lassen sich hinsichtlich ihrer Eignung für unterschiedliche Transportbedingungen differenzieren. Kriterien für die Eignung bilden sowohl technische als auch ökonomische Parameter.

Die Eignung der Transportmittel für verschiedene Transportbedingungen bezieht sich auf:

- den Transport und Umschlag verschiedener Arten der Güter
- bestimmte Be- und Entladeverhältnisse
- unterschiedliche Sendungsgrößen
- unterschiedliche Transportweiten bzw. Entfernungen zwischen den Ladestellen
- die Realisierung bestimmter zeitlicher Anforderungen
- unterschiedliche Wegebedingungen.

Die oben genannte Differenzierung nach den verschiedenen Transportbedingungen erlaubt es auch die Transportmittel nach ihrer Eignung für bestimmte Aufgabenbereiche zu gruppieren.

5.2 Bestimmungsgrößen für die Transportmittelauswahl⁵⁰

Einfluss auf die Transportmittelwahl haben:

- die Größe und Umfang des Bauvorhabens
- der zeitliche Ablauf und daraus folgenden Anforderungen an die Versorgungssicherheit
- die zu transportierenden Materialien
- Eigenschaften des Transportweges
- die Zugriffsmöglichkeiten der an dem Bau beteiligten Unternehmen auf eigene oder fremde Transportmittel und
- Grundsatzüberlegungen der Unternehmen zur Transportmittelwahl.

⁴⁹ Vgl. Lieber, 1985, S21

⁵⁰ Vgl. Nordwig, 1997, S.8

5.3 Transportmittel im Straßenverkehr

5.3.1 Gesetze

5.3.1.1 Straßenverkehrsordnung, Kraftfahrgesetz, u.a.

Für Transporte im Straßenverkehr sind folgende rechtliche Instrumente, in der jeweils gültigen Fassung, relevant:

- **Straßenverkehrsordnung 1960 - StVO 1960**,
Wochenend-, Feiertags-, Ferien- und Nachtfahrverbot
- **Kraftfahrgesetz 1967 - KFG 1967**,
Gewichts- und Längenlimits;
bei Baumaschinen- und Sondertransporten sind vor allem zu beachten:
 - **§ 101 Abs.5 KFG 1967** → Ausnahmegewilligung für Transport einer unteilbaren Ladung, bei Überschreitung der max. Länge von 16m des Kraftfahrzeuges oder des letzten Anhängers samt der Ladung,
 - **§ 104 Abs.9 KFG 1967** → Ausnahmegewilligung für Transport einer unteilbaren Ladung, bei Überschreitung der max. zul. Gesamtgewichte und Längen von Anhängern oder von Sattelkraftfahrzeugen,
(§ 2 Abs.1 Z 45 KFG 1967Unteilbare Ladung)
- **Gefahrgutbeförderungsgesetz - GGBG**,
- **Bundesstraßenfinanzierungsgesetz - BStFG 1996**,
Straßenmaut - Road Pricing
- **Immissionsschutzgesetz Luft - BimSchG**,
Gesetz zum Schutz von schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge; mögliche Maßnahmen im Straßenverkehr bei der Überschreitung von Grenzwerten,
- **Ozongesetz**,
Gesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung; mögliche Maßnahmen im Straßenverkehr bei der Überschreitung von Grenzwerten,
- **EU-Richtlinie 1999/62/EG über die Besteuerung von schweren Nutzfahrzeugen**,
Besteuerung von schweren Nutzfahrzeugen.

5.3.1.2 Zul. Abmessungen, Zul. Gewichte⁵¹

		Sattelkraftfahrzeug	LKW-Zug
max. zul. Gesamtmasse (1), (2)	[t]	40	40
max. Breite (3)	[m]	2,55 / 2,60	2,55 / 2,60
max. Höhe	[m]	4,00	4,00
max. Gesamtlänge	[m]	16,5	18,75 (4)
max. Aufbaulänge (5)	[m]	13,6	15,65

Tabelle 6: Maximal zulässige Abmessungen und Gewichte für Lastkraftwagen (Österreich)

- (1) In Österreich Beschränkung auf 38 t. Bei EU-LKW Überladungstoleranz von 5%.
- (2) Sofern es die technischen Voraussetzungen gestatten wird in den meisten europäischen Ländern für LKW-Züge und Sattelkraftfahrzeuge, die Wechselbehälter, Container oder Sattelanhänger im Vor – bzw. Nachlauf des Kombinierten Verkehrs befördern, eine höchstzulässige Gesamtmasse bis zu 44 t gewährt. Österreich: 39 t für Sattelanhänger bzw. 42 t für Wechselaufbauten → mit 5% Überladungstoleranz 41 t bzw. 44 t.
- (3) Im Regelfall 2,55 m, für temperaturgeführte Transporte (entsprechend isolierte Aufbauten) 2,60 m.
- (4) Nach Änderung der EU-Richtlinie 85/3/EWG durch den EU-Verkehrsministerrat von 18,35 m auf 18,75 m Gesamtlänge.
- (5) Als Aufbaulänge ist die Länge der Fahrzeugaufbauten, also der Wechselbehälter bzw. des Sattelanhängers definiert.

5.3.2 Fahrzeugart und Fahrzeugkombinationen⁵²

Im Bereich der Transportmittel im Straßenverkehr kann wie folgt unterschieden werden:

- **Nutzkraftwagen**
 - Lastkraftwagen
 - Zugmaschinen

⁵¹ Loderbauer, 1996, S.17

⁵² Vgl. Lieber, 1985, S14

- **Anhänger**
 - Lastkraftwagenanhänger
 - Schwerlastanhänger
 - Sattelauflieger

- **Züge**
 - Anhängerzüge (Lastzüge, Zugmaschinenzüge)
 - Sattelzüge

Die Entscheidung, welches Fahrzeug bzw. welche Fahrzeugkombination für die einzelne Transportaufgabe jeweils das wirtschaftlichste ist, hängt von den spezifischen örtlichen Bedingungen ab.

5.3.3 Fahrzeuge für Stückguttransporte⁵³

Fahrzeuge für Stückguttransporte können folgenden Aufbauten haben:

- Pritschenaufbauten ohne und mit Ladevorrichtungen
 - mit Bordwänden
 - mit Bordwänden und Plane,
- Kasten- und Kofferaufbauten für temperatur-, nässe-, erschütterungsempfindliches und gefährliches Transportgut,
- Plattformaufbauten,
- Tragrahmenaufbauten für Container,
- sonstige Aufbauten (z.B. für Betonfertigteile → siehe Fahrzeuge für Fertigteiltransporte, Kapitel 5.3.3.2)

Die in den nachfolgenden Abbildungen gezeigten Fahrzeuge sind nur als Beispiele gedacht. Es gibt eine Vielzahl von Typen und Modellen. Auf genaue Angaben wird verzichtet, da diese hersteller- und modellspezifisch sind.

⁵³ Vgl. Lieber, 1985, S15

5.3.3.1 Fahrzeuge mit Pritschen- und Plattformaufbauten

Fahrzeuge mit Pritschenaufbau sind Lastwägen in verschiedenen Variationen mit ebener offener Ladefläche (Pritsche) hinten und einer Fahrerkabine vorn. Die Ladefläche kann kippbar oder fest sein. Die Fahrerkabinen können auch Doppelkabinen sein, wodurch dieses Fahrzeug auch zum Personentransport besser geeignet ist. Die kleineren Ausführungen (siehe Abbildung unten) werden bei fast allen Baufirmen eingesetzt. Sie finden Verwendung beim Transport von Stück- sowie Schüttgütern in kleineren Mengen, wie z.B.: Werkzeug, kleinere Baumaschinen, Baustoffe, usw.



Abb.14: Pritschenwagen⁵⁴

Die größeren Lastkraftwagen mit Pritschen- und Plattformaufbauten können Sattelzüge bzw. Anhängerzüge sein. Sie können mit oder ohne Plane eingesetzt werden. Mit LKW mit Plane können z.B. Fenster, Türen, Heizkörper, Wärmedämmung, Farben, und viele andere Güter, mit LKW ohne Plane z.B. Bewehrung, kleinere Baumaschinen, Bauholz, Gerüst, usw. transportiert werden.

⁵⁴ www.vw-nutzfahrzeuge.at, 20.02.2008



Abb.15: Sattelzug mit Plane⁵⁵



Abb.16: Sattelzug - Plattformaufbau⁵⁶

⁵⁵ www.wipfli-transporte.ch, 20.02.2008

⁵⁶ www.best-baueisen.at, 20.02.2008



Abb.17: Anhängerzug⁵⁷

5.3.3.2 Fahrzeuge für Fertigteiltransporte

Diese LKW sind Sonderfahrzeuge und werden ausschließlich zum Transport von Fertigteilen, wie z.B. Beton-, Ziegel- oder Holzfertigteile oder Lärmschutzelemente eingesetzt.



Abb.18: Innenlader⁵⁸

⁵⁷ www.wipfli-transporte.ch, 20.02.2008

Die Fertigteilelemente werden im Fertigteilwerk auf die so genannten Flats (Metallrahmen) situiert. Der Innenlader wird für die Aufnahme des Flats in die richtige Position nach unten abgesenkt und wird anschließend rückwärts gefahren bis sich der Flat mit den Fertigteilen in der ganzen Länge im Inneren des Laders befindet. Danach hebt der Innenlader den Flat mit den Fertigelementen in die richtige Position. Anschließend werden die Fertigteile noch zusätzlich mit den dazu vorgesehenen Fixiereinrichtungen seitlich gesichert und der Ladevorgang ist beendet. Der Transport kann beginnen.

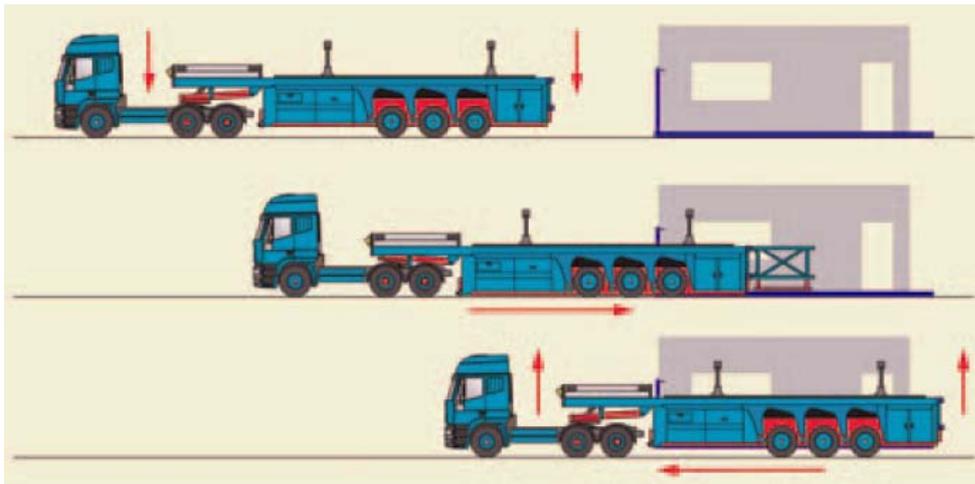


Abb.19: Prinzipskizze für die Aufnahme eines Fertigteils⁵⁹

5.3.4 Fahrzeuge für Schüttguttransporte⁶⁰

Fahrzeuge für Schüttguttransporte können folgenden Aufbauten haben:

- kippbare Pritschen- oder Muldenaufbauten mit offenem Laderaum für witterungsunabhängige Güter, mit oder ohne Ladevorrichtungen
- Siloaufbauten für witterungsabhängige Güter, wie Zement, Kalk.

⁵⁸ www.langendorf.de, 14.02.2008

⁵⁹ www.langendorf.de, 14.02.2008

⁶⁰ Vgl. Lieber, 1985, S15

5.3.4.1 Fahrzeuge mit kippbaren Pritschen- oder Muldenaufbauten

Fahrzeuge mit kippbaren Pritschen sind zwei-, drei- oder vierachsig und meistens Dreiseitenkipper. Zusätzlich dazu können sie mit einem Kran ausgestattet sein, der mit entsprechender Ausrüstung zum Laden von Stück- bzw. Schüttgütern verwendet wird. Der Vorteil dabei ist, dass sie unabhängig von zusätzlichen Ladegeräten eingesetzt werden können. Ihre Einsatzbereiche sind z.B. bei Baustellenversorgung mit Baustoffen, Transport von kleineren Baumaschinen, Baustellenentsorgung bei Abbruch, beim Aushub, usw.



Abb.20: 2-Achs Kipper⁶¹



Abb.21: 2-Achs Kipper mit Kran⁶²

⁶¹ www.koch-kies.de, 14.02.2008

⁶² www.shb-gmbh.de, 14.02.2008

Fahrzeuge mit Muldenaufbauten sind meistens Sattelzüge, also Zugfahrzeug und Sattelaufleger. Sie kommen aber auch als Vierachs-LKW vor. Die Mulden können aus Aluminium oder Stahl gefertigt sein und eine Kasten- oder Schalenform haben. Sie sind nur nach hinten kippbar. Ihr Einsatzbereich ist vor allem im Schüttgutbereich zu finden, wie z.B. Transport von Abbruch- und Aushubmaterial sowie Kies- und Schottermaterial, usw.



Abb.22: Kippsattelaufleger⁶³



Abb.23: Kippsattelaufleger im Erdbau⁶⁴

⁶³ www.langendorf.de, 14.02.2008

⁶⁴ www.langendorf.de, 14.02.2008

5.3.4.2 Silofahrzeuge

Silofahrzeuge können Sattelzüge (liegend oder kippbar), LKW mit Siloaufbau, LKW für Silocontainer und Siloanhänger sein. Es können mit ihnen feinkörnige, nässeempfindliche Schüttgüter, wie Zement, Gips, Fertigputze, Trockenmörtel oder auch trocken vorgemischter Spritzbeton transportiert werden.



Abb.24: Kippsilofahrzeug für Zementtransport⁶⁵

5.3.5 Fahrzeuge für Transportbeton

Die so genannten Fahrmischer sind Fahrzeuge mit einer Mischtrommel, die innen mit spiralförmigen Schaufeln ausgestattet ist, die das Mischgut anheben und dadurch ständig in Bewegung halten. Durch Änderung der Drehrichtung wird die Trommel entleert. Diese Fahrzeuge werden zum Transport vom werkgemischten Beton zur Baustelle eingesetzt.

⁶⁵ www.siloriedel.at, 14.02.2008



Abb.25: Fahrmischer für Betontransporte⁶⁶

5.3.6 Fahrzeuge für Asphalttransport

Für Asphalttransporte wird eine besondere Fahrzeugart, die Asphalt-Mulde, eingesetzt. Sie kann auf LKW mit 2-5 Achsen aufgebaut werden und ist nicht nur für den Transport von Asphalt sondern auch für weniger hochwertigen Beton, Kies, Sand, usw. einsetzbar.



Abb.26: Asphaltmulde⁶⁷

⁶⁶ www.wipfli-transporte.ch, 20.02.2008

⁶⁷ www.leofahrzeugbau.ch, 03.05.2008

5.3.7 Fahrzeuge für Baumaschinentransport

Transporte von kleinen Baumaschinen, wie z.B. Minibagger, Dumper, kleine Walze, usw. können mit LKW's mit Pritschen- oder Plattformaufbauten durchgeführt werden. Transporte von großen Baumaschinen, wie z.B. Bagger, Radlader, usw. werden auf Satteltiefladern oder auf Tiefladeanhänger durchgeführt.



Abb.27: Satteltieflader⁶⁸



Abb.28: Tiefladeanhänger⁶⁹

⁶⁸ www.schwertransporte-esser.de, 14.02.2008

⁶⁹ www.langendorf.de, 14.02.2008

5.3.8 Fahrzeuge für Sondertransporte

Für Transport von überdimensionalen Bauelementen, z.B. Kraftwerksbau, Windkraftanlagen, große Fertigteile, usw. kommen Sonderfahrzeuge zum Einsatz. Es sind dies meistens kraftstarke Zugfahrzeuge mit überlangen Satteltieflader bzw. Tiefladeanhänger.



Abb.29: Fahrzeug für Sondertransporte⁷⁰



Abb.30: Fahrzeug für Langguttransporte⁷¹

⁷⁰ <http://www.langendorf.de>, 14.02.2008

⁷¹ www.wipfli-transporte.ch, 20.02.2008

5.3.9 Fahrzeuge für Wechselbehälter

Diese Art von Fahrzeugen wird fast ausschließlich im Entsorgungsbereich (z.B. Bauschutt) eingesetzt. Es gibt verschiedene Systeme, wie z.B. Abrollcontainerkipper oder Absetzcontainerkipper.

Für den Transport von Abrollcontainern ist der LKW mit einem Hakengerät ausgestattet, welches das Ab- und Aufladen des Containers ermöglicht. Beim Abladen wird der Abrollcontainer mit dem Hakengerät auf der Stirnseite aufgenommen, gehoben, in Kippstellung gebracht und anschließend auf der Rollvorrichtung am Fahrzeugrahmen nach hinten geschoben. Nachdem der Container auf dem Abstellniveau aufgesessen ist, rollt er auf den Rollen, die im unteren Bereich seiner Rückwand situiert sind, weiter bis er außerhalb des LKW-Bereiches zur Gänze abgesetzt werden kann. Das Aufladen erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.



Abb.31: 3-Achs Hakenabrollcontainerkipper⁷²

Für den Transport von Absetzcontainer ist das Fahrzeug mit Hubvorrichtung und vier Ketten ausgestattet. Vor dem Abladen werden beidseitig am Container, an jeweils zwei dafür vorgesehenen Stellen, Ketten, die an der Hubvorrichtung fixiert sind, befestigt. Anschließend wird der Container gehoben, und hängend in horizontaler Stellung soweit nach hinten befördert bis er außerhalb des Fahrzeuges abgestellt werden kann. Das Aufladen erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

⁷² www.pkm-muldenzentrale.at, 14.02.2008



Abb.32: Absetzcontainerkipper⁷³

5.4 Transportmittel im Schienenverkehr⁷⁴

Die Güterwagen des Schienenverkehrs werden entsprechend ihres Verwendungszweckes und ihrer Bauart in mehrere Hauptgattungen eingeteilt. Zu den klassischen Hauptgattungen gehören:

- die gedeckten Güterwagen mit Flach bzw. Tonnendach
- die offenen Güterwagen mit hohem und niedrigem Seitenbord
- die Flachwagen bzw. Plattformwagen mit und ohne Rungen

Im Laufe der Zeit entstanden viele Sonderwagen in unterschiedlichen Ausführungen, die an die Transportanforderungen spezieller Güter angepasst wurden. Einige davon sind:

- Silowagen mit Druckluftentladung
- Muldenkippwagen
- Selbstentladewagen
- Tragwagen für Ladeeinheiten des kombinierten Verkehrs
- Wagen mit Schiebedächern und Schiebewänden

⁷³ www.pkm-muldenzentrale.at, 14.02.2008

⁷⁴ Vgl. Buchholz, 1998, S.110ff

5.4.1 Güterwagen für Stückguttransporte

In offenen Güterwagen kann eine Vielzahl von Stückgütern, wie z.B. Bewehrungsseisen, Baustoffe auf Paletten, Fässer, usw. sowie auch Schüttgut transportiert werden. Die Waggons werden können von oben oder durch Seitentüren be- und entladen werden.



Abb.33: Offener Güterwagen für witterungsunempfindliche Stückgüter⁷⁵

Die gedeckten Wagen dienen zum Transport von witterungsempfindlichen Stückgütern, wie z.B. Gips, Zement in Säcken, Wärmedämmwolle, Fenster, Türen, usw. Sie haben in der Regel einen kastenförmigen Laderaum und können mit einem Gabelstapler durch die Seitentüren be- und entladen werden.

⁷⁵ www.bahnbilder.de, 12.02.2008



Abb.34: Gedeckte Güterwagen für witterungsempfindliche Stückgüter⁷⁶

5.4.2 Güterwagen für Schüttguttransporte

Wagen für Schüttguttransporte können z.B. Trichterwagen, aber auch Flachwagen mit Bordwänden sein. Die Beladung erfolgt durch Ladegeräte. Die Trichterwagen können ohne fremde Hilfe nur durch Schwerkraft entladen werden, Flachwagen werden mit Einsatz von Ladegeräten entladen.



Abb.35: Offener Trichterwagen für nässeunempfindliche Schüttgüter⁷⁷

⁷⁶ www.bahnbilder.de, 12.02.2008

⁷⁷ www.bahnbilder.de, 12.02.2008



Abb.36: Flachwagen mit Seitbord für nässeunempfindliche Schüttgüter⁷⁸

Seitenkippwagen werden zum Transport von z.B. Sand, Kies aber auch zum Transport von Aushub von Großbaustellen eingesetzt. Je nach Bauart ist ein einseitiges oder beidseitiges Kippen möglich.



Abb.37: Schüttgutkippwagen nässeunempfindliche Schüttgüter⁷⁹

⁷⁸ www.bahnbilder.de, 12.02.2008

⁷⁹ www.bahnbilder.de, 12.02.2008

5.4.3 Güterwagen für Zementtransporte

Für den Transport von staubförmiger und feinkörniger Gütern, wie Zement, Quarzsand, usw. werden Silowagen eingesetzt. Sie sind mit einer Druckluftentladevorrichtung ausgestattet, die eine staubfreie Entleerung durch Rohrleitungen ermöglicht.



Abb.38: Behälterwagen für Zementtransporte⁸⁰

⁸⁰ www.bahnbilder.de, 12.02.2008

5.4.4 Güterwagen für Behältertransporte

Containerwagen sind Flachwagen bzw. Tragwagen, die speziell für den Transport von Containern bzw. Wechselbehälter mit Befestigungsvorrichtungen ausgestattet sind.



Abb.39: Tragwagen für Container und Wechselbehälter⁸¹

Tragwagen für Schüttgutcontainer bzw. Abrollcontainer sind mit speziellen Vorrichtungen für die Aufnahme solcher Container ausgerüstet. Sie werden z.B. bei der Entsorgung von Großbaustellen mit Gleisanschluss eingesetzt.



Abb.40: Tragwagen beladen mit Schüttgutcontainer⁸²

⁸¹ www.bahnbilder.de, 12.02.2008

⁸² www.bahnbilder.de, 12.02.2008

5.4.5 Güterwagen für Sondertransporte

Wagen für Sondertransporte, wie z.B. Fertigteile, Stahlzeugnisse, Baumaschinen, sind Flachwagen. Sie können, je nach Erfordernis mit Stirn- und Seitenborden oder mit Stirn- und Seitenbordungen ausgestattet werden und sind zum Zweck der Be- und Entladung befahrbar. Zum Schutz vor Nässe besteht zusätzlich Möglichkeit einer Abdeckung der transportierten Güter.



Abb.41: Drehgestellflachwagen für z.B. Stahlträger- oder Fertigteiltransporte⁸³



Abb.42: Schientiefladewagen für z.B. Stahlrohr- oder Baumaschinentransporte⁸⁴

⁸³ www.bahnbilder.de, 12.02.2008

⁸⁴ www.bahnbilder.de, 12.02.2008

5.5 Transportmittel im Schiffsverkehr

5.5.1 Transportschiff

Transportschiff wird zum Transport von Schüttgut, wie z.B. Kies, Sand, Zement oder Stückgut, wie z.B. Ziegel, Dämmstoffe, Fertigteile, etc. oder auch zum Transport von Baumaschinen, in größeren Mengen über weitere Entfernungen verwendet.



Abb.43: Sandtransport mit Schiff⁸⁵

⁸⁵ River Liners, www.river-liners.de.vu, 22.02.2008

5.6 Transportmittel im Luftverkehr

5.6.1 Transporthelikopter

Für den Transporteinsatz im Bauwesen werden verschiedene Typen von Transporthelikopter verwendet. Sie sind für verschiedene Einsätze, wie Transporte, Montagen, etc. ausgerüstet und können Materialien im Bereich von bis zu fünf Tonnen transportieren (siehe auch Kapitel 7.1).



Abb.44: Schwerlasthelikopter: Kamov KA-32T⁸⁶

⁸⁶ Helog AG, www.helijet.at/seiten/transporte.htm, 10.02.2008

6 KOMBINIRTER VERKEHR

6.1 Allgemeines⁸⁷

Der kombinierte Verkehr (KV) wird als *„die Beförderung von Gütern in Ladeeinheiten mit mehreren Transportmitteln eines oder mehrerer Verkehrsträger, wobei der Übergang zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln ohne Wechsel des Transportgefäßes erfolgt“*⁸⁸ definiert.

In einer weiteren Definition wird kombinierter Verkehr als *„systematische Kooperation verschiedener Verkehrsträger im Zuge von Transportketten“*⁸⁹ bezeichnet.

Die Konzeption des kombinierten Verkehrs liegt in der Optimierung der Gesamttransportkette. Die Transportkettenglieder, wie die Ladeeinheiten, die Umschlagstationen, die Transportmittel, die Relationen und die Unternehmen werden auf ihre Eignung für die jeweilige Transportkette überprüft und entsprechend ihrer Leistungsmerkmale in diese eingefügt.

Die wichtigsten Vorteile des KV:

- Ausnutzung der Systemvorteile des jeweiligen Verkehrsträgers
- Zusammenfassung von Gütern in genormten Behältern.

Nachteile des KV:

- Zusätzlicher Zeitbedarf durch die Umschlagsvorgänge
- Wartezeit an den Umschlagsbahnhöfen oder -höfen
- Bindung an Fahrpläne

Wesentliche Charakteristika des KV:

- standardisierte Ladeeinheiten einer gewissen Größe
- standardisierte Verkehrsmittel
- ein dem physischen Verkehr vorausgehender Informationsfluss
- Kooperationsbereitschaft der beteiligten Unternehmen.

⁸⁷ Vgl. Eickemeier, 1997, S.9 u. S.10

⁸⁸ Eickemeier, 1997, S.8

⁸⁹ Eickemeier, 1997, S.9

Im intermodalen KV gibt es mehrere unterschiedliche Kombinationsmöglichkeiten der Verkehrsträger. Die am weitesten verbreitete und aufkommensstärkste Form ist der KV Straße/Schiene. Hier erfolgt die Sammlung und Verteilung der Güter durch den flexiblen und spurunabhängigen LKW und die schnelle Beförderung großer Gütermengen zwischen den Umschlagsterminals durch die Bahn. Das Umschlagsterminal stellt hier als Schnittstelle in der Transportkette, zwischen Straße und Schiene, einen wesentlichen Faktor dar.

6.2 Formen des Kombinierten Verkehrs

6.2.1 Huckepackverkehr

Der Huckepackverkehr ist eine Form des KV bei dem ganze Straßengüterfahrzeuge oder Teile davon über lange Strecken von der Eisenbahn befördert werden. Es werden hier die auf große Entfernungen niedrigen Kosten des Schienenverkehrs im Vergleich zum Straßenverkehr ausgenutzt.

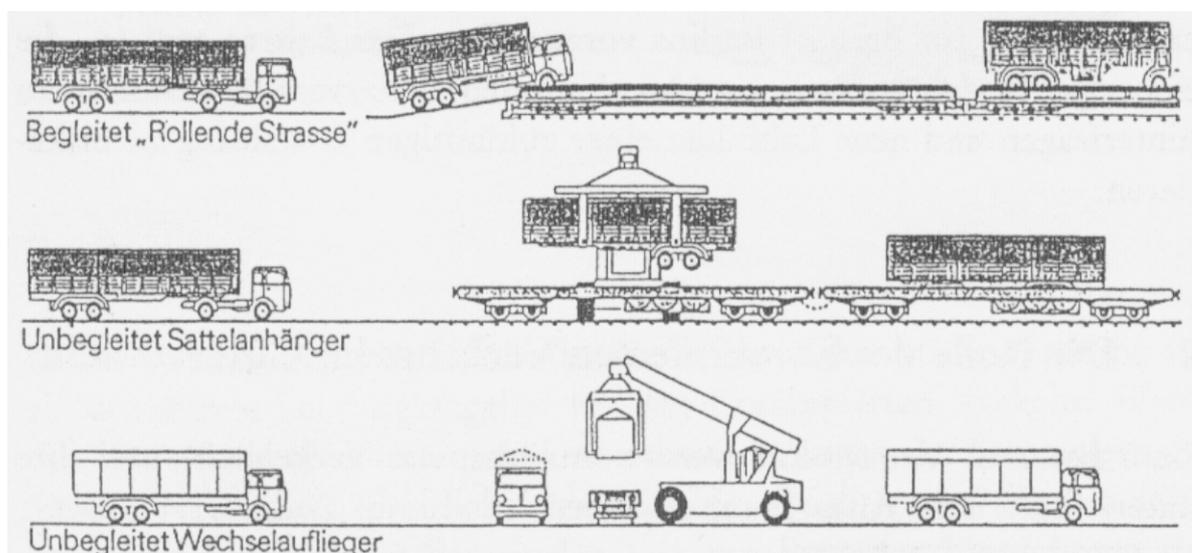


Abb.45: Formen des Huckepackverkehrs⁹⁰

⁹⁰ Boës, 1996, S.198



Abb.46: Rollende Landstraße⁹¹



Abb.47: Trailerzug⁹²



Abb.48: LKW-Wechselaufbauten⁹³

⁹¹ www.uic.asso.fr, 03.02.2008

⁹² www.heidebahn.de, 03.02.2008

⁹³ www.lkw-walter.com/de/kombiverkehrs_verbindungen.aspx, 03.02.2008

6.2.2 Containerverkehr

Der Containerverkehr ist eine Form des KV, bei dem Kombinationen aller Verkehrsmittel möglich sind. In erster Linie ist die Kombination Straße/Schiene bzw. die Kombination Schiene oder Straße mit Wasser gemeint. Der Vor- und Nachlauf erfolgt hauptsächlich auf der Straße, der Hauptlauf auf der Schiene bzw. auf dem Wasser als auch in der Luft.⁹⁴

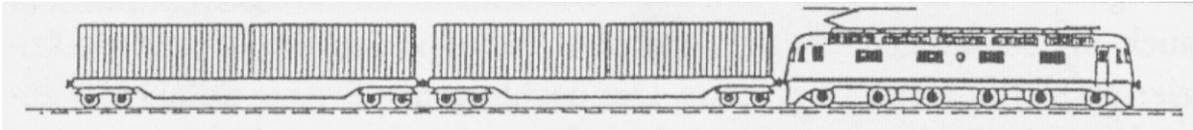


Abb.49: Containerverkehr⁹⁵

Als Container⁹⁶ werden genormte Transportbehälter verschiedener Größen, ohne eigenes Fahrwerk, bezeichnet.

Sie können:

- gleiche oder unterschiedliche, verpackte oder lose Güter aufnehmen, die während der gesamten Transportzeit nicht umgeschlagen werden,
- leicht be- und entladen werden,
- wiederholt eingesetzt und übereinander gestapelt werden.

Die Verladung erfolgt im vertikalen Umschlagverfahren. Die Container werden mit Portalkränen oder mobilen Umschlagfahrzeugen von einem auf das andere Verkehrsmittel umgeladen.



Abb.50: Containerverkehr⁹⁷

⁹⁴ Vgl. Pfohl, 2000, S.178

⁹⁵ Boës, 1996, S.198

⁹⁶ Vgl. Eickemeier, 1997, S.28ff

⁹⁷ www.contrailo.de, 03.02.2008

6.2.3 Ro/Ro-Verkehr⁹⁸

Der Ro/Ro-Verkehr ist vor allem durch die besondere Form des Güterumschlags, wie nachfolgend beschrieben, gekennzeichnet.

„Beim Roll-on/Roll-off-Verkehr werden die Fahrzeuge auf das andere Verkehrsmittel (Bahnwaggon, Schiff) gefahren“.⁹⁹ Der Umschlag erfolgt in horizontaler Richtung und es sind für die Beladung der Verkehrsträger keine zusätzlichen Umschlagmittel notwendig.



Abb.51: Ro/Ro-Schiff¹⁰⁰

Für den Ro/Ro-Verkehr werden speziell ausgerüstete Schiffseinheiten verwendet. Diese können Motorschiffe (Selbstfahrer) oder Barge/Leichter sein. Um mit den Fahrzeugen auf das Transportschiff zu gelangen sind Auffahrampen notwendig. Meistens verfügen die Schiffe über eigene Rampen. Fehlen diese jedoch auf dem Schiff, dann müssen die Anlegestellen feste bzw. schwimmende Rampen vorhalten.



Abb.52: Ro/Ro-Schiff – Be- und Entladung über Rampen¹⁰¹

⁹⁸ Vgl. www.binnenhafen.info

⁹⁹ Aberle, 2000, S.22

¹⁰⁰ www.binnenhafen.info/download/akt_5024_Abschlussbericht_Kap_3_Grundlagen.pdf, 20.01.2008

¹⁰¹ www.iml-marinemangement.com/shipping_oro.htm, 02.02.2008

6.3 Ladungsverkehr¹⁰²

Ladungsverkehr findet im Straßengüter-, im Schienengüterverkehr sowie in der Binnen- und Seeschifffahrt seine Anwendung. Ausgenommen ist der Luftfrachtverkehr, wo der Begriff des Ladungsverkehrs keine Verwendung findet. Als Ladungsverkehr ist, im engeren Sinne gesehen, der Transport von Massengütern, Containern sowie von Komplett- bzw. Teilladungen gemeint. Bei den Stück- und Sammelguttransporten werden die Hauptläufe als Ladungsverkehre bezeichnet.

Die Gesamtheit aller Güter im Laderaum bzw. mehreren Laderäumen eines Transportmittels wird als Ladung bezeichnet. Eine Ladung kann aus Containern, Wechselaufbauten, Paletten usw., also aus mehreren Ladeeinheiten bzw. aus einem homogenen Gut bestehen.

Die Ablauforganisation der Ladungsverkehre ist durch einfache Abläufe in der Auftragsabwicklung charakterisiert. Der einfachste Ablauf findet bei den direkten Ladungsverkehren statt.

6.3.1 Direkter Ladungsverkehr

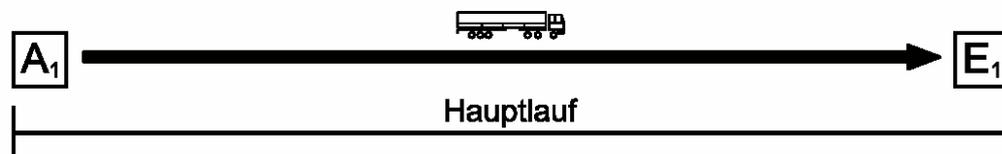


Abb.53: Direkter Ladungsverkehr¹⁰³

Direkte Ladungsverkehre, auch als ungebrochene Ladungsverkehre bezeichnet, sind durch den direkten Transport der Ladungen von einer Quelle (A₁) zu einem Ziel (E₁) ohne zwischenzeitlichen Umschlag gekennzeichnet. Aufgrund der geringen Anzahl der Lade- bzw. Abladestellen ist hier die Fahrzeugdisposition und die Tourenplanung sehr einfach.

¹⁰² Vgl. Buchholz, 1998, S.49ff

¹⁰³ Buchholz, 1998, S.50

6.3.2 Gebrochener Ladungsverkehr

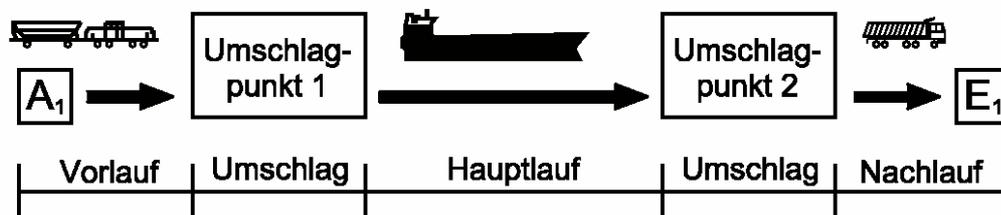


Abb.54: Gebrochener Ladungsverkehr¹⁰⁴

Vom gebrochenen Ladungsverkehr spricht man, wenn in einer Transportkette mehrere Verkehrsträger kombiniert bzw. hintereinander geschaltet werden. In diesen Systemen lassen sich Vorläufe, Umschlagvorgänge, Hauptläufe und Nachläufe unterscheiden. Während der Transportdurchführung werden ganze Ladungen bzw. Transportgefäße zwischen verschiedenen Verkehrsträgern umgeschlagen. Umschlagpunkte können z.B. Bahnhöfe, Binnenhäfen oder Speditionslager sein und, je nach benutztem Verkehrsmittel, in beliebiger Kombination auftreten. Die Vor- und Nachläufe sind begrifflich bei gebrochenen Ladungsverkehren nicht eindeutig definiert. Betrachtet man die ganze Transportdurchführung z.B.: die Kombination LKW - Bahn - LKW, so wird dabei der Vor- und Nachlauf durch den Lastkraftwagen durchgeführt. Für den LKW könnte dieser Transport auch ein Hauptlauf sein.

Im Güterverkehr wird zwischen Komplettladungen und Teilladungen unterschieden. Wird für eine Ladung der gesamte Laderaum eines Lastkraftwagens bzw. einer Wechselbehälters benötigt, dann spricht man von einer Komplettladung. Sind in einem Transportfahrzeug mehrere Teilladungen zusammengefasst, um es auszulasten, dann bezeichnet man dies als Teilladung.

6.4 Umschlagsysteme

Umschlagsysteme werden nach der Verlagerichtung der Ladeeinheiten bezeichnet und werden eingeteilt in:

- Vertikalumschlag
- Horizontalumschlag.

¹⁰⁴ Buchholz, 1998, S.51

6.4.1 Vertikalumschlag

Beim vertikalen Umschlag werden die umzuladenden Transportbehälter mittels Kran oder mobilen Hebegegeräten angehoben und von einem auf den anderen Verkehrsträger umgeladen. Kennzeichnend für vertikale Umschlagsart sind mehr oder weniger umfangreiche technische Anlagen in einem Terminal, wie z.B. Portalkrane. Dies erfordert hohe Investitionskosten und eine große Mindestumschlagsmenge an Ladeeinheiten, um das Terminal ökonomisch zu betreiben.

6.4.2 Horizontalumschlag

Beim Horizontalumschlag werden die umzuladenden Transportbehälter entweder gar nicht oder nur geringfügig vertikal gehoben, um sie aus der Transportverankerung zu lösen. Der weitere Umschlag erfolgt nur mehr in horizontaler Richtung. Kennzeichnend für die horizontalen Umschlagsysteme sind kleine, kostengünstige Anlagen. Hebegegeräten, wie Krane usw. sind für den Umschlag nicht erforderlich. Als Beispiele können ACTS-Container-System (Kapitel 6.6.1) oder Mobiler (Kapitel 6.6.2) genannt werden.

6.5 Umschlaganlagen - Logistikzentren

6.5.1 Umschlagplatz

Ein Umschlagplatz ist der Ort, wo das Umladen von Gütern, z.B. Baustoffen, von einem Transportmittel auf ein anderes mittels Umschlagmittel erfolgt. Er wird vorwiegend für den diskontinuierlichen Antransport kleinerer Gütermengen, die wirtschaftlich gemeinsam weitertransportiert werden sollen, genutzt.

6.5.2 Zwischenlager

Als Zwischenlager bezeichnet man in der Regel ein temporäres Lager zur zeitlichen Überbrückung von zwei aufeinander folgenden Prozessschritten.

6.5.3 Baulogistikzentren¹⁰⁵

Als Baulogistikzentren werden Örtlichkeiten genannt, an welchen eine Vielzahl logistischer Funktionen und Tätigkeiten zum Zwecke der Ver- und Entsorgung von Baustellen abgewickelt werden.

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Baulogistikzentren:

- die mit fixen Standorten und
- die mit variablen (projektabhängigen) Standorten.

Allgemeine Anforderungen an Baulogistikzentren:

- Anbindung an hochrangiges Straßennetz
- Gleis- und/oder Wasserstraßenanschluss
- ausreichend Platz für Zwischenlagerflächen
- Nutz- und Abwasseranschluss
- Stromanschluss
- Lärm- und Staubschutz.

Für die fixen Standorte zusätzlich zu berücksichtigende Kriterien:

- gute, zentrale Lage bzw. Nähe von Stadtentwicklungsgebieten
- Raumordnung und Stadtplanung (aktuelle städtebaulichen Projekte, Größe, Flächenwidmung, etc.)
- Schutz der Bevölkerung (zusätzliches Verkehrsaufkommen, Staub, Lärm)
- Naturschutz (Schadstoffbelastung, Flächenverbrauch, Auswirkungen auf Wasserhaushalt)
- Schutz von Kulturgütern
- Standorttauglichkeit (z.B. für Betonmischanlage, Manipulationsflächen, etc.).

6.5.4 Bauhof

Bauhof ist eine eigene Einheit eines Baubetriebs mit eventuell einem eigenen Standort und eigener Organisationsstruktur. Hier werden betriebseigene Baugeräte, Baufahrzeuge, Bauhilfsmittel und Werkzeuge untergebracht sowie kleinere Mengen an Baustoffen vorgehalten. In meisten Fällen ist hier auch eine Werkstatt für betriebsinterne Reparaturen untergebracht.

¹⁰⁵ ÖBB, 2003, S.44 u. 45

6.6 Umschlagmittel¹⁰⁶

Umschlagmittel sind Fördergeräte und dienen dem Be- bzw. Entladen der Transportmittel mit Transportgut. Sie werden nach ihrer Arbeitsweise in Unstetigförderer bzw. Stetigförderer eingeteilt und können miteinander kombiniert eingesetzt werden.

Unstetigförderer	Stetigförderer
<ul style="list-style-type: none"> - diskontinuierliche Fördertätigkeit in einzelnen Arbeitsspielen - vorwiegend für Stückgüter - für mehrere Bewegungen geeignet - meistens fahrbar - relativ geringer Durchsatz in t/h - auch für große Massen je Einzelstück geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> - kontinuierliche Fördertätigkeit - vorwiegend für Schüttgüter und flüssige Güter - in der Regel für eine Bewegung geeignet - meistens ortsgebunden - relativ großer Durchsatz in t/h - ab einem bestimmten Mindestdurchsatz wirtschaftlicher

Tabelle 7: Unterscheidungsmerkmale Unstetig- und Stetigförderer¹⁰⁷

¹⁰⁶ Vgl. Lieber, 1985, S.22ff

¹⁰⁷ Lieber, 1985, S.22

6.6.1 Schüttgut

Schaufellader

Sind schnell bewegliche Ladegeräte mit Rad- bzw. Raupenfahrwerken. Unterscheidung zwischen Front-, Seiten- und Überkopfladern.



Abb.55: Schaufellader¹⁰⁸

Löffel- und Universalbagger

Bagger sind bewegliche Ladegeräte mit Rad- bzw. Raupenfahrwerken. Sie können mit verschiedenen Arbeitsausrüstungen, wie z.B. mit Hochlöffel, Tieflöffel, Schleppschaufel oder Greifer ausgestattet werden.



Abb.56: Raupenbagger¹⁰⁹

¹⁰⁸ Liebherr-International Deutschland GmbH, www.liebherr.com, 17.03.2008

¹⁰⁹ ROSINAK&PARTNER ZT GmbH., www.rosinak.at, 17.03.2008

Förderbänder

Sind mechanische Stetigförderer und am stärksten verbreitet. Je nach Schüttgut kann ein Gurtbandförderer bzw. Gliederbandförderer verwendet werden. Im Bauwesen werden sie z.B. in der Materialaufbereitung oder im Tunnelbau zur Schutterung bei langen Tunnelstrecken, wenn sie ökonomischer als radgebundene Fördermittel sind.



Abb.57: Förderband bei Bahnverladung ¹¹⁰

Pneumatische Förderer

Sind Strömungsförderer und werden für staubförmige und körnige Güter verwendet. Das Gut wird durch Luft in der Rohrleitung bewegt.

Hydraulische Förderer

Sind ebenfalls Strömungsförderer und werden für staubförmiges, körniges und kleinstückiges Schüttgut verwendet. Das Gut wird mittels Flüssigkeit, meistens durch Wasser, durch Rohrleitungen bzw. in Rinnen transportiert.

Abrollcontainer-Transportsystem (ACTS)

Das System ermöglicht einen einfachen und schnellen Umschlag von Abrollcontainern zwischen dem Lastkraftwagen und der Bahn. Es sind keine stationären Ladehilfen, wie Stapler oder Krane für den Umschlag notwendig. Der Lastkraftwagen ist mit einem Hakengerät, welches das Auf-, Ab- und Umladen gestattet. Auf dem Güterwagen ist ein Drehrahmen mit Führungsschienen montiert, welcher ein einfaches Umladen der ACTS-Container ermöglicht.

¹¹⁰ Magistrat der Stadt Wien MD, www.rumba-info.at, 17.03.2008



Abb.58: Güterwagen mit Drehrahmen für ACTS-Container¹¹¹



Abb.59: Umschlagen eines ACTS-Containers vom LKW auf einen Güterwagen¹¹²

¹¹¹ WIKIPEDIA, www.wikipedia.org, 18.03.2008

¹¹² WIKIPEDIA, www.wikipedia.org, 18.03.2008

6.6.2 Stückgut

Krane

Krane werden in verschiedenen Umschlaganlagen eingesetzt und lassen sich nach ihrer konstruktiven Gestaltung unterscheiden in:

- Brückenkrane
- Portalkrane
- Kabelkrane
- Auslegerkrane.

Brückenkrane werden in offenen bzw. geschlossenen Umschlaganlagen verwendet und sind ortsgebunden.

Portalkrane haben geringere Fahrgeschwindigkeiten als Brückenkrane und die Kranbrücke kann über die Stützen hinaus verlängert werden, sodass zusätzlich Kranarme entstehen. Sie werden meistens auf großen Umschlagplätzen eingesetzt.



Abb.60: Portalkran¹¹³

Wenn schwierige Geländeverhältnisse herrschen bzw. die Spannweiten der Portalkrane nicht mehr ausreichen, kommen Kabelkrane zum Einsatz. Einsatzplätze sind z.B. Talsperren- bzw. Brückenbaustellen oder weit ausgedehnte Umschlagplätze für Massengüter.

¹¹³ DIRECT INDUSTRIE, www.directindustrie.de, 22.01.2008

Auslegerkrane sind meistens als Drehkrane ausgebildet und können orts- und fahrzeuggebunden sein. Zu ihnen zählen z.B. Derrickkrane, Turmdreh- und Kletterkrane sowie Fahrzeugkrane. Die letzteren sind u.a. die straßenfahrbaren Autokrane, Mobilkrane und Raupendrehkrane und sind ausschließlich für Umschlag von Gütern vorgesehen. Die Krane sind durch Verwendung entsprechender Lastaufnahmemittel sowohl für den Stückgut- als auch für den Schüttgutumschlag einsetzbar.



Abb.61: Turmdrehkran¹¹⁴



Abb.62: Autokran¹¹⁵ und Mobilkran¹¹⁶

¹¹⁴ WIKIPEDIA, <http://www.wikipedia.org>, 03.05.2008

¹¹⁵ PALFINGER AG, www.palfinger.de, 22.01.2008

¹¹⁶ Liebherr-International Deutschland GmbH, www.liebherr.com, 17.03.2008

Gabelstapler, Teleskopmaschine

Sie heben, stapeln und transportieren über kurze Distanzen die Stückgüter und sind für die Be- und Entladung von Straßenfahrzeugen von großer Bedeutung. Die Güter werden mit Gabel bzw. Greifzange aufgenommen und mittels Hubgerüst und Hubwagen hydraulisch auf und ab bewegt. Man unterscheidet zwischen Front-, Seiten- und Querstaplern.



Abb.63: Gabelstapler und Teleskopmaschine¹¹⁷

Mobiler¹¹⁸

Mobiler ist eine horizontale Umschlaganlage für den kombinierten Verkehr zwischen Schiene und Straße. Sie wurde von der Firma Palfinger Bergmüller entwickelt. Es handelt sich hier um auf einem LKW montiertes hydraulisches System, das zur Verladung von Wechselbrücken und ISO-Containern auf Eisenbahngüterwagen dient. Der Umschlag ist von einer speziellen Infrastruktur unabhängig und erfolgt direkt am Verladegleis durch den LKW Fahrer. Der Mobiler kann auf handelsübliche LKW oder Sattelaufleger montiert werden und wird mit verschiedenen Kapazitäten angeboten.



Abb.64: Mobiler¹¹⁹

¹¹⁷ Merlo Deutschland GmbH., www.merlo.de, 03.05.2008

¹¹⁸ Vgl. WIKIPEDIA, <http://www.wikipedia.org>, 18.03.2008

¹¹⁹ WIKIPEDIA, www.wikipedia.org, 18.03.2008

Fertigteilumschlaggerät

Mit diesem Spezial-Lastkraftwagen, können die mit einem Güterzug angelieferten Fertigteile abtransportiert werden. Die Fertigteile werden in einem Metallrahmen auf einem Flachwagon zum Umschlagplatz transportiert. Hier fährt das Umschlagfahrzeug über eine Bahnlanderampe auf den Wagon auf und nimmt den Metallrahmen mit den Fertigteilen auf (siehe Abbildung) und transportiert sie ab.



Abb.65: Spezialfahrzeug für Fertigteilumschlag¹²⁰

¹²⁰ Magistrat der Stadt Wien MD, 2004, Teil 3, S.13 und
ROSINAK&PARTNER ZT GmbH., www.rosinak.at, 17.03.2008

7 ALTERNATIVEN FÜR TRANSPORTE IM BAUWESEN

7.1 Hubschraubertransporte

Im Bauwesen werden Hubschrauber vor allem für Materialtransporte in schwer erreichbaren Gebieten durchgeführt. Ihre Einsatzgebiete sind z.B.:

- Errichtung von Bachverbauungen
- Sanierung von Hängen
- Verwirklichung von Projekten zum Schutz vor Lawinen oder Erdbeben
- Bau von Berghütten
- Sicherung von Felsen
- Bau von Wasser- bzw. Kanalleitungen im Gebirge
- Befestigung von Wanderwegen
- Bau von Seilbahnen
- Kranmontagen
- Bau von Windkraftanlagen, etc.

Baustellen dieser Art sind häufig exponiert und dadurch nur sehr schwer zugänglich. Das Errichten von möglichen Transporttrassen für einen LKW-Transport bzw. Errichtung von Materialeilbahnen wäre sehr aufwendig und würde in der Landschaft bleibende Narben hinterlassen. Der Einsatz eines Helikopters erweist sich hier meist als die ökonomischste Lösung. Transporte von Baustoffen, wie Sand, Schotter, Beton, über Maschinen bis zum Schalungsmaterial sind möglich. Die Güter können entweder direkt vom LKW bzw. vom Umschlagplatz zur Einbaustelle transportiert werden.



Abb.66: Hubschrauber beim Betontransport¹²¹

¹²¹ Helog AG, www.helijet.at/seiten/transporte.htm, 10.02.2008



Abb.67: Hubschrauber bei Kranmontage bzw. bei Seilbahnbau¹²²



Abb.68: Hubschraubereinsatz beim Bau von Windkraftanlagen¹²³

¹²² Helog AG, [www.helijet.at/seiten/kranmontagen \(seilbahnbau\).htm](http://www.helijet.at/seiten/kranmontagen%20(seilbahnbau).htm), 10.02.2008

¹²³ Wiking Helikopter, www.wiking-helikopter.de, 22.02.2008

7.2 Rohrleitungen

Eine ungewöhnliche Art des Baustofftransportes stellt die Beförderung von Sanden und Kiesen durch Rohrleitungen. Es wird ein Spülverfahren angewendet, bei dem das Material, mit Wasser vermischt, über Leitungen zur Baustelle gepumpt wird.

Rohrleitungen werden auch zum Betontransport auf Baustellen sowie im Tunnelbau und im Spezialtiefbau zur Förderung vom Ausbruchsmaterial mittels Suspension eingesetzt.

Diese Transportart wird eher auf Großbaustellen bzw. bei Baustoffgewinnung, wo der Einsatz wirtschaftlich sein könnte, eingesetzt.



Abb.69: Rohrleitungen bzw. Pipelines¹²⁴

¹²⁴ VCÖ, 2005, S.42

7.3 Güterbim

Als eine Alternative für Transporte in städtischen Bereichen mit einer Nahverkehrs-Schiene-Infrastruktur könnte sich die Güterbim erweisen. In Wien wurde ein Pilotprojekt durchgeführt, bei dem die Güterbeförderung im Stadtgebiet auf dem bestehenden Straßenbahnnetz getestet wurde. Das Ziel war die Verlagerung des Gütertransports von der Straße auf die Schiene. Zum Transport wurden Sonderwägen, die teilweise mit einem Autoladekran ausgerüstet waren, eingesetzt. Im Bausektor wäre diese Alternative für den Transport nur in Großstädten vorstellbar, und auch dann müsste die Baustelle ohnehin direkt mit einem Gleis erschlossen werden. Dies verursacht wiederum zusätzliche Kosten und das ganze Vorhaben wird unwirtschaftlich.



Abb.70: Güterbim im innerstädtischen Güterverkehr¹²⁵



Abb.71: Güterbim Wiener Linien¹²⁶

¹²⁵ VCÖ, 2005, S.41

¹²⁶ Wiener Linien, www.gueterbim.at, 10.02.2008

8 BAUSTELLEN-TRANSPORTE UND -VERKEHRE

8.1 Transportbeziehungen von Baustellen¹²⁷

Transportbeziehungen von Baustellen werden in:

- Versorgungstransporte
- Baustellentransporte
- Entsorgungstransporte

unterteilt.

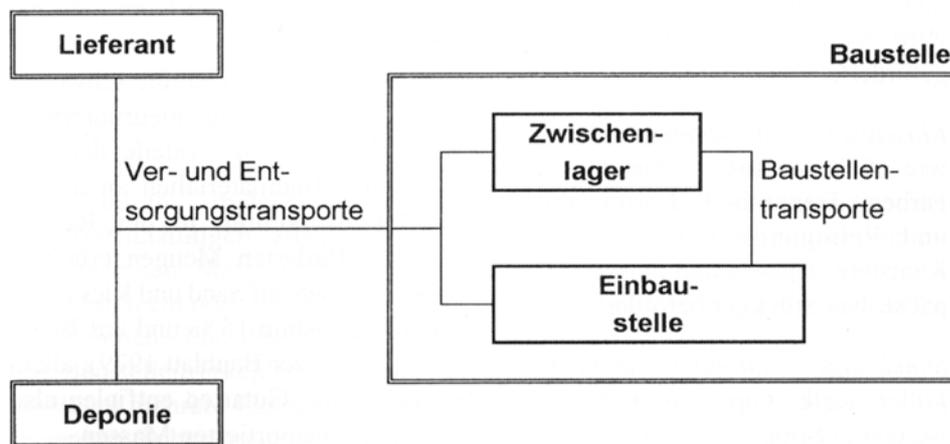


Abb.72: Transportbeziehungen von Baustellen¹²⁸

Die Ver- und Entsorgungstransporte sind logistische Beziehungen für Stoff- und Gerätelieferungen zu und Entsorgungen von Baustellen. Sie stellen die Verbindung zwischen den Lieferanten bzw. Entsorgern und den Baustellen dar und sind von:

- der geographischen Lage der Lieferanten bzw. Entsorger im Bezug zur Baustelle
- der vorhandenen Infrastruktur
- der notwendigen Transportgeschwindigkeit und
- der zu transportierenden Stoffart, -menge und -beschaffenheit

abhängig.

¹²⁷ Vgl. Nordwig, 1997, S.7

¹²⁸ Nordwig, 1997, S.7

Transporte von Baumaterialien und -geräten, die alle innerhalb der Baustelle stattfinden werden als Baustellentransporte bezeichnet.

Erfolgt beispielsweise ein Versorgungstransport zur Baustelle und das Transportmittel überschreitet die Baustellengrenze so gilt streng genommen dieser Transport in weiterer Folge als Baustellentransport. Er unterliegt ab diesem Zeitpunkt den Organisationsregeln der Baustelle. Die Baumaterialien werden auf der Baustelle entweder direkt zur Einbaustelle oder zu einem Zwischenlager transportiert. Vom Zwischenlager werden die Stoffe zum späteren Zeitpunkt mit Hilfe weiterer Baustellentransporte zur Einbaustelle befördert.

Beim Abtransport nicht mehr benötigter Baustoffe oder Geräte von der Baustelle kommt es in erster Linie zu Baustellen- und anschließend zu Entsorgungstransporten.

Verkehre zwischen den baustellenexternen Versorgern (z.B. Baustofflieferanten) bzw. Entsorgern (z.B. Betreiber einer Bodenaushubdeponie) und der diesen zeitlich am nächsten gelegenen Station auf der Baustelle, wo Baumaterialien eingesetzt werden, werden als Baustellenverkehre bezeichnet. Sie bestehen häufig aus Transportketten, in denen ein oder mehrere Wechsel des Verkehrsträgers möglich sind. Einen wesentlichen Einfluss auf die Wahl dieser haben die örtlichen Baustellenverhältnisse wie:

- die Erreichbarkeit durch verschiedenen Verkehrsträger
- die Verbindungswege zu Versorger und Entsorger
- die Lage und Größen der Flächen für Zwischenlager und
- Geländeverhältnisse.

8.2 Stoffgruppen bei Baustellenverkehren¹²⁹

Baustellenverkehre sind keine dauerhaften, homogenen, großvolumigen Transportströme, wie z.B. im industriellen Bereich, sondern sind sehr vielfältige Transportbeziehungen mit sehr unterschiedlichen Anforderungen an Transportgefäße und Handhabung.

Bei Baustellenverkehren werden vier Stoffgruppen unterschieden. Sie lassen sich, wie in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich, nach ihren Aggregatzuständen und Transportanforderungen differenzieren.

Stoffgruppen	Transportbehältnisse	
Gase	Tankfahrzeuge (Flüssiggas zu Heizzwecken), Druckflaschen (technische Gase), Rohrleitungen (selten)	
Flüssigkeiten	- in größeren Mengen	Tankfahrzeuge, Rohrleitungen (Wasser)
	- in kleineren Mengen	Kanister, Fässer, Flaschen
Schüttgüter	- feinkörnig	Silos
	- grobkörnig	Mulden, Plattformen
	- pastös	Mulden, Birnen, Mischfahrzeuge (für Beton)
Stückgüter	Plattformen	

Tabelle 8: Stoffgruppen bei Baustellenverkehren¹³⁰

Gase werden auf der Baustelle vor allem zu Heizzwecken benötigt. Einen Sonderfall stellt flüssiger Stickstoff für die Baugrundvereisung dar.

Sie werden mit Tankfahrzeugen angeliefert. Technische Gase werden in Druckflaschen transportiert. Rohrleitungen werden nur ganz selten für Gastransporte auf Baustellen verwendet.

Flüssigkeiten wie Benzin, Heizöl oder Flüssigbitumen in größeren Mengen werden mit Tankfahrzeugen transportiert. In Rohrleitungen wird meistens nur Wasser befördert.

Farben, Trennmittel, Schmiermittel etc. werden verpackt in Flaschen, Kanistern bzw. Fässern, wie Stückgut transportiert.

Beim Transport von **Schüttgütern** wird zwischen pastösen, fein- und grobkörnigen unterschieden. Die feinkörnigen wie Kalk, Gips, Zement oder auch Fertigputze werden in Silos zur Baustelle angeliefert. Zu den grobkörnigen zählen z.B. Sand, Kies, Schotter sowie Bauschutt und Bodenaushub. Sie werden mit Mulden bzw. auf Plattformen transportiert. In Birnen, Mischfahrzeugen oder Mulden werden z.B. Beton und Mörtel, also die pastösen Schüttgüter befördert. **Stückgüter** werden auf Plattformen transportiert. Es sind dies z.B. Ziegelsteine, Fliesen, Holz, Stahl, Fertigteile, Fenster, Türen, Geräte etc.

¹²⁹ Vgl. Nordwig, 1997, S.8

¹³⁰ Vgl. Nordwig, 1997, S.8

9 MENGENSTRUKTUREN UND MENGENSTRÖME VON BAUMATERIALIEN AN HAND VON EINEM BEISPIEL IN WIEN

9.1 Mengen- und Transportströme der Bauwirtschaft in Wien¹³¹

Im Binnenverkehr der Region Wien machen die Baustofftransporte etwa zwei Drittel der Güterverkehrsmengen aus. 99% davon werden auf der Straße, der Rest mittels Bahn oder Schiff durchgeführt.

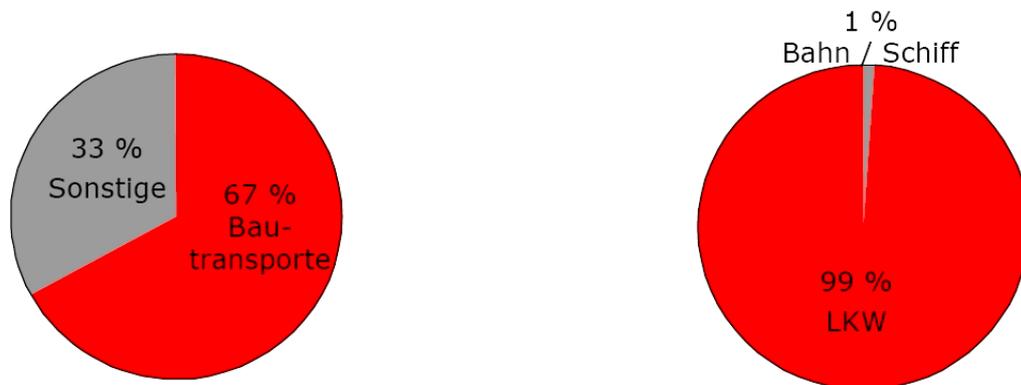


Abb.73: Güterverkehrsmenge in Wien und Modal Split der Baustellen Transporte¹³²

9.2 Transportaufwendungen für den Bau einer Siedlung¹³³

Eine von Rosinak, Sedlak und Wagner aus dem Jahr 1994 stammende Studie zeigt, wie viele LKW-Fahrten bei der Errichtung einer Wohnhausanlage mit 102 Wohneinheiten notwendig waren. Es kann angenommen werden, dass sich seit damals wenig geändert hat.

¹³¹ Vgl. Magistrat der Stadt Wien, 2003, Arbeitspaket 3.1, S.4

¹³² Magistrat der Stadt Wien MD, 2004, Teil 1, S.14

¹³³ Vgl. Magistrat der Stadt Wien, 2003, Rumba Arbeitspaket 3.4, S.4

9.2.1 Materialgruppen - Transportierten Gewichte

In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Materialgruppen mit den jeweils transportierten Gewichten aufgelistet.

MATERIALGRUPPEN	Gewicht [t]
Aushub	24.000
Beton	12.000
Schotter	4.400
Hinterfüllung	4.000
Ziegel	3.000
Decke	2.400
Kleinmaterial	1.250
Schuttabfuhr	1.200
Bewehrung	800
Estrich	720
Zwischenwände	600
Gehwege	400
Fassade	300
Bauhof	250
Zimmerer	250
Spengler	250
Mörtel	200
Fliesen	160
Holz	150
Dachdecker	125
Installateur	125
Schlosser	125
Maschinenputz	120
Fenster	100
Heizung	100
Elektro	50
Innenausbau	50
Maler	50
Fußboden	50
SUMME	57225

Tabelle 9: Transportierten Gewichte einzelner Materialgruppen¹³⁴

¹³⁴ Vgl. Magistrat der Stadt Wien, 2003, Rumba Arbeitspaket 3.4, S.4

Die Materialgruppe mit dem größten zu transportierenden Gewicht ist der Aushub mit 43 % der Gesamtmasse. Etwa die Hälfte des Gewichtes des Aushubs, rd. 21 %, entfallen auf die Materialgruppe Beton. Die Gruppen Hinterfüllung, Ziegel, Decke und Schotter haben einen Anteil von 7 %, 5 %, 4% bzw. 8 % am Gesamtgewicht.

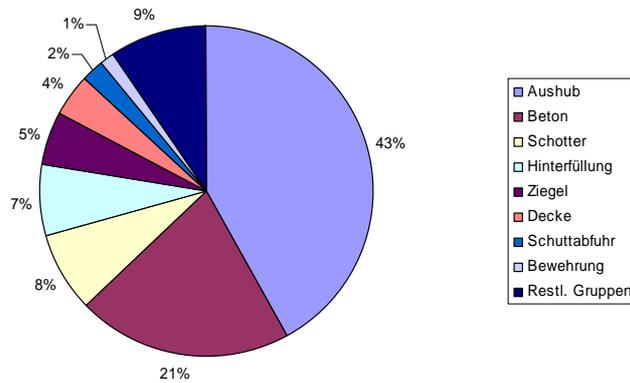


Abb.74: Transportierten Gewichte einzelner Materialgruppen¹³⁵

¹³⁵ Vgl. Magistrat der Stadt Wien, 2003, Rumba Arbeitspaket 3.4, S.4

9.2.2 Transportaufkommen und Transportleistung¹³⁶

Für die gegenständliche Wohnsiedlung waren insgesamt 5.610 LKW-Fahrten mit 287.855 gefahrenen Kilometern notwendig. Die Transportleistung betrug somit 2.992.660 Tonnenkilometer. Im Schnitt wurden je Fahrt 10 Tonnen Material 51 Kilometer weit transportiert. Alle damals erbrachten Transportleistungen wurden mit Lastkraftwagen durchgeführt.

MATERIALGRUPPEN	LKW-Fahrten	t/Fahrt	km/Fahrt	LKW-km	Tkm
Aushub	1.500	16	54	81.000	1.296.000
Hinterfüllung	500	8	104	52.000	416.000
Decke	200	12	130	26.000	312.000
Schotter	550	8	54	29.700	237.600
Beton	1.500	8	14	21.000	168.000
Schuttabfuhr	150	8	64	9.562	76.496
Ziegel	250	12	24	6.000	72.000
Zwischenwände	50	12	110	5.500	66.000
Dachdecker	25	5	440	11.000	55.000
Fassade	25	12	178	4.440	53.280
Kleinmaterial	250	5	40	10.000	50.000
Zimmerer	50	5	140	7.000	35.000
Fenster	20	5	240	4.800	24.000
Mörtel	25	8	106	2.650	21.200
Gehwege	50	8	52	2.598	20.784
Maschinenputz	15	8	146	2.190	17.520
Bewehrung	100	8	15	1.489	11.912
Schlosser	25	5	81	2.020	10.100
Estrich	90	8	13	1.170	9.360
Spengler	50	5	30	1.500	7.500
Bauhof	50	5	28	1.400	7.000
Fliesen	20	8	29	576	4.608
Heizung	20	5	46	920	4.600
Installateur	25	5	34	850	4.250
Holz	30	5	24	720	3.600
Maler	10	5	70	700	3.500
Fußboden	10	5	50	500	2.500
Elektro	10	5	38	380	1.900
Innenausbau	10	5	19	190	950
GESAMT	5.610	10	51	287.855	2.992.660

Tabelle 10: LKW-Fahrten und Transportleistung nach Materialgruppen¹³⁷

¹³⁶ Vgl. Magistrat der Stadt Wien, 2003, Rumba, Arbeitspaket 3.4, S.4ff

¹³⁷ Vgl. Magistrat der Stadt Wien, 2003, Rumba Arbeitspaket 3.4, S.4

Betrachtet man die Anzahl der LKW-Fahrten, so entfallen auf den Aushub 26 %, auf den Beton 27 %, auf die Hinterfüllung 9 % und auf Schotter 10 %. Der Anteil dieser vier massenintensivsten Materialgruppen macht rd. $\frac{3}{4}$ aller Lkw-Fahrten aus. Der restliche Anteil von rd. $\frac{1}{4}$ teilen sich die Materialgruppen Ziegel, Decke, Bewehrung, Schuttabfuhr und Sonstiges, wie z.B. Zimmerer, Dachdecker, usw.

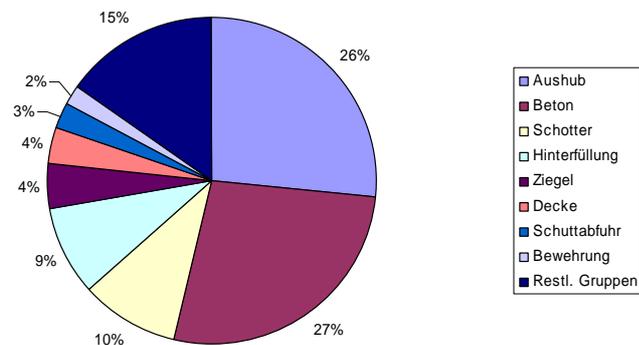


Abb.75: LKW-Fahrten nach Materialgruppen in [%]

Nach den gefahrenen LKW-Kilometer liegt die Materialgruppe Aushub mit 29 % an vorderster Stelle. Die Gruppen Hinterfüllung, Schotter, Decke und Beton bilden gemeinsam einen Anteil von 44 %. Die eben aufgezählten Materialgruppen machen zusammen $\frac{3}{4}$ der gesamten gefahrenen Kilometer aus.

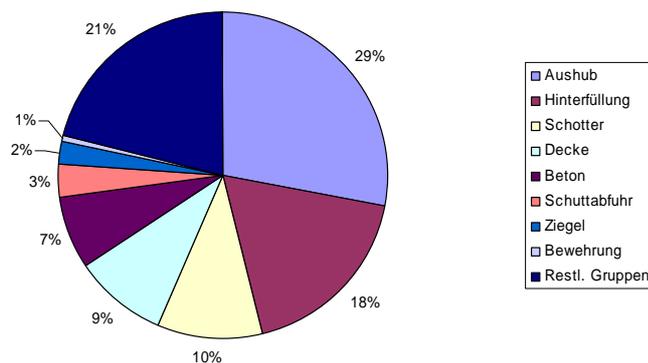


Abb.76: LKW-Kilometer nach Materialgruppen in [%]

Bei der Betrachtung der Transportleistung fällt eine Materialgruppe sofort auf. Es ist dies der Aushub mit einem Anteil von 44 %. Für Hinterfüllung und Schotter mussten 14 % bzw. 8 %, für Decke und Beton 10 % bzw. 6 % der Transportleistungen erbracht werden.

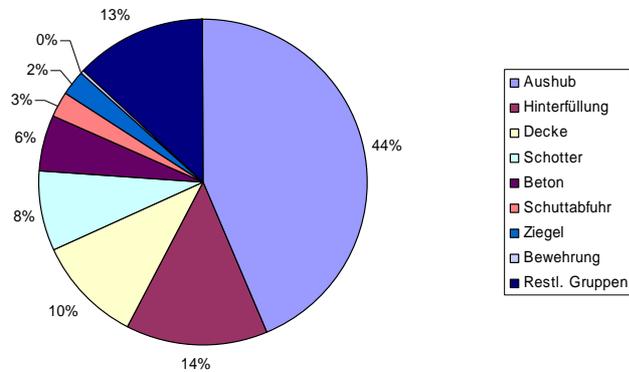


Abb.77: LKW-Tonnenkilometer nach Materialgruppen in [%]

Resultierend kann gesagt werden, dass beim Bau einer Siedlung die Hauptmengen der Transportleistung und des Transportaufkommens den Bauphasen Aushub und Rohbau zuzuordnen sind.

9.2.3 Transportweiten¹³⁸

30 % der Transportfahrten beim Bau der Siedlung Rodaun waren nicht länger als 20 km, 7 % bzw. 5 % nicht länger als 30 km bzw. 40 km. 38 % der Fahrten hatten eine Transportweite von bis zu 60 km. Der restliche Anteil von 20 % waren Fahrten mit Weiten von über 60 km.

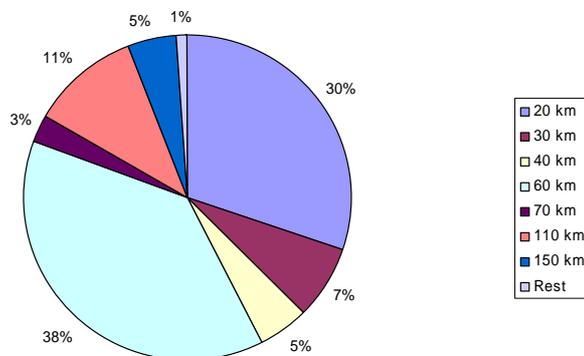


Abb.78: Transportweiten, feine Aufteilung

¹³⁸ Vgl. Magistrat der Stadt Wien, 2003, Rumba Arbeitspaket 3.4, S.4

Jeweils rd. 2/5 der Transporte hatten eine durchschnittliche Fahrweite von 40 km bzw. 60 km. Der restliche Anteil der Fahrten entfiel auf Transporte mit längeren Strecken.

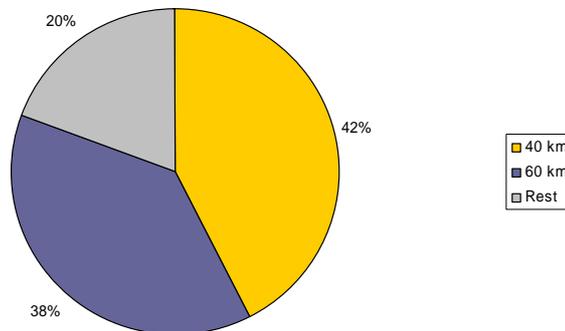


Abb.79: Transportweiten, Hauptentfernungen¹³⁹

Die weitesten Transportfahrten erfolgten für die Gruppen Dachdecker, Fenster und Fassade was durch große Entfernungen zwischen Erzeuger und Baustelle zu erklären ist. Die größte Auslastung der Transportmittel pro Fahrt ist bei den Gruppen Aushub, Ziegel, Decke, Zwischenwände und Fassade gewährleistet.

Würde man eine Tiefbaubaustelle z.B. Straßenbau am Land näher betrachten, so kann angenommen werden, dass die Hauptmengen bei der Transportleistung und LKW-Fahrten auf die Materialgruppen Aushub, Schotter, Beton bzw. Asphalt entfallen würden. Die Transportweiten sind von der Lage der Entsorgungsstätten bzw. der Materiallieferanten abhängig.

¹³⁹ Vgl. Magistrat der Stadt Wien, 2003, Rumba Arbeitspaket 3.4, S.4

10 TRANSPORTKOSTEN

10.1 Kostengliederung im Transportwesen

Im Transportwesen werden Kosten durch Transportverwaltung, Transportmittel, Transportweg und Transportgut verursacht. Sie werden grob in drei Kostenarten eingeteilt. Die erste Kostenart sind die Arbeitskosten. Diese *„betreffen alle durch das Personal entstehenden Kosten (Personalkosten). Sie enthalten die Bruttolöhne (-gehälter), die gesetzlichen und tariflichen sozialen Aufwendungen, freiwillige soziale Aufwendungen (z. B. betriebseigene Wohnungen, Erholungsstätten, Betriebsrenten usw.), die Lohnnebenkosten (z. B. Aufwendungen für das Lohnbüro, Gratifikationen, Essenzuschuß usw.) und die Lohngemeinkosten (z. B. Aufwendungen für die Personalabteilung, soziale Einrichtungen usw.). Diese Kosten sind vorwiegend feste Kosten. Bei starken Beschäftigungsgradänderungen ist jedoch eine Verminderung (anderweitige Beschäftigung) bzw. eine Aufstockung des Personalbestandes denkbar bzw. sinnvoll; man spricht daher auch von "sprungfixen" Kosten. Außerdem läßt sich auch ein unmittelbar vom Beschäftigungsgrad beeinflusster Anteil ausweisen, wenn z. B. durch Akkordlöhne ein Anreiz für Mehrarbeit geboten wird. Insgesamt handelt es sich daher bei den Arbeitskosten um Mischkosten.“*¹⁴⁰

Die zweite Kostenart sind die Kapitalkosten. Zu ihnen zählen Steuern auf das Anlagevermögen, kalkulatorische Abschreibungen, Zinsen, Wagnisse sowie Fremdleistungskosten wie Überwachung, Reparaturen und Versicherungen. Es sind dies alles, außer kalkulatorischer Abschreibung, fixe Kosten.

Die dritte Kostenart sind die Betriebskosten, welche unmittelbar von der Beschäftigung abhängen. Zu ihnen zählen Reparatur-, Wartungs- und Energiekosten sowie eventuell Steuern die von der Benutzung abhängig sind. Die Betriebskosten sind variable Kosten.

Zu den drei erwähnten Kostenarten kommen noch zusätzlich durch das Transportgut selbst verursachten Kosten. Sie entstehen durch seine Kapitalbindung und machen einen hohen Anteil an Gesamtkosten des Transportes aus.

Weitere Kosten können noch durch eine Wertminderung des Transportgutes oder durch transportbedingte Lagerkosten und Produktionsausfälle entstehen.

¹⁴⁰ Fischer, 1981, S.177 u. 178

Kostenverursachung durch	Kostenarten (grob)	Kostenarten (detailliert)	Kostencharakter
Transportverwaltung	Arbeitskosten (Personalkosten)	Bruttolöhne, -gehälter	M
		gesetzliche, tarifliche und freiwillige soziale Aufwendungen	M
		Lohnnebenkosten	M
		Lohngemeinkosten	M
	Transportmittelkosten		
Transportmittel und Transporthilfsmittel	Kapitalkosten (Anlagekosten)	kalkulatorische Abschreibungen	M (F)
		kalkulatorische Zinsen	F
		Steuern auf Anlagevermögen	F
		Versicherungsbeiträge	F
		Überwachungskosten	F
Transportweg		kalkulatorische Wagnisse	F
	Betriebskosten (Materialkosten)	Energiekosten	V
		Wartungskosten	V (M)
		Reparaturkosten	V
		benutzungsabh. Steuern	V
Transportgut		Im Transportgut gebundenes Kapital	M
		Transport bedingte Lager- (Pufferungs-)kosten	M
Sonstiges		Wertminderung des Transportgutes	M
		Transport bedingte Warte- und Ausfallkosten für die Produktion	V
		Transportschäden, Unfallkosten an Personen und Gütern	V

Ffixe (feste) Kosten
Vvariable Kosten
MMischkosten

Tabelle 11: Kostengliederung und -verursachung im Transportwesen¹⁴¹

¹⁴¹ Fischer, 1981, S.177

10.2 Kostenstrukturen verschiedener Verkehrsträger¹⁴²

Bei der Ermittlung von Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger gibt es Unterschiede bei den Berechnungsmethoden. Die wesentlichen Kostenfaktoren können jedoch vereinheitlicht dargestellt werden. Hier muss aber zwischen den einzelnen Verkehrsträgern unterschieden werden, da bei den verschiedenen Verkehrsmodi zum Teil stark von einander abweichende Kostenfaktoren auftreten.

10.2.1 Kostenstruktur Straße¹⁴³

Die Kostenstruktur für den Verkehrsträger Straße ist grundsätzlich in fixe und variable Kosten unterteilt. Zu den fixen Kosten zählen:

- Versicherung der Kraftfahrzeuge
- Schadensversicherung für die Güter
- Kraftfahrzeugsteuer
- Kalkulatorische Abschreibung
- Verzinsung des betriebsnotwendigen Vermögens
- Beiträge für Mitgliedschaften
- Überwachungsgebühren
- Fahrerkosten
- Zusatzkosten.

Unter variable Kosten fallen:

- Kosten für Kraftstoff
- Kosten für Schmierstoff
- Kosten für Reparaturen
- Kosten für Bereifung
- Genehmigungsgebühren für Kontingente
- Mautgebühren
- Gebühren für Zollverschluss
- Infrastrukturabgaben
- Straßenbenutzungsabgaben
- variable Abschreibung
- Personalkosten.

¹⁴² Vgl. AK Wien, 2001, S.23

¹⁴³ Vgl. AK Wien, 2001, S.23 u. 24

10.2.2 Kostenstruktur Schiene¹⁴⁴

Für den Verkehrsträger Schiene fallen für folgende Bereiche Kosten an:

- Triebfahrzeugführer
- Innerer Zugförderungsdienst
- Zugabfertigung
- Verschub
- Wagenüberprüfung
- Erhaltung und Erneuerung der Wagen
- Kalkulatorische Abschreibung des Triebfahrzeuges und der Wagen
- Infrastrukturnutzung
- Energie.

10.2.3 Kostenstruktur Kombiniertes Verkehr¹⁴⁵

Für den im kombinierten Verkehr auftretenden Vor- und Nachlauf auf der Straße fallen die gleichen Kostenfaktoren wie im Kapitel 10.2.1 angeführt an. Es ergeben sich allerdings wegen geringeren Transportweiten andere Werte. Für den Schienenhauptlauf kommen die gleichen Kostenfaktoren wie im Kapitel 10.2.2 aufgezählt vor, wobei es quantitative Unterschiede in der Bewertung gibt, weil hier andere Wagen benutzt werden.

Für den, neben den oben genannten Vor-, Haupt- und Nachlauf zu erfolgenden Umschlag fallen Kosten für die Infrastruktur und für den Betrieb an.

Zu den Kosten für die Infrastruktur zählen die kalkulatorischen Abschreibungen von der Bodenbefestigung, der Kranbahn, den Gleisen und den Weichen.

Zu den Kosten für den Betrieb zählen die kalkulatorischen Abschreibungen, Energie und Erhaltung von Kranen, Stapler oder anderen Umschlagsmitteln sowie Personalkosten.

Für die verwendeten Transportgefäße sind Kosten der kalkulatorischen Abschreibung, Wartung und Erhaltung anzuführen.

¹⁴⁴ Vgl. AK Wien, 2001, S.24

¹⁴⁵ Vgl. AK Wien, 2001, S.25

10.3 Ermittlung von Transportpreisen

10.3.1 Allgemeines

In den nachfolgenden Berechnungen werden Umschlags- und Transportkostenanteile an Materialpreisen für die Baumaterialien Bodenaushub, Abbruchmaterial, Bewehrung, Beton, Gesteinskörnung und Zement ermittelt. Es werden Fallbeispiele mit unterschiedlichen Annahmen für Umschlags- und Transportmittel sowie Transportentfernungen gerechnet und abschließend Vergleiche gezogen.

10.3.2 Bodenaushub

10.3.2.1 Allgemeines

Hier werden die Kostenanteile für Umschlag und Transport von Bodenaushub ermittelt. Im ersten Beispiel wird angenommen, dass der Transport innerhalb eines Bauloses mit einem Muldenkipper erfolgt. Im zweiten Beispiel erfolgt der Transport mit einem Lastkraftwagen über das öffentliche Straßennetz zu einer Bodenaushubdeponie. In beiden Beispielen werden die Kostenanteile für jeweils zwei unterschiedliche Transportweiten ermittelt. Der Umschlag des Materials wird in beiden Fällen mit einem Hydraulikbagger mit Tieflöffel durchgeführt.

10.3.2.2 Transport mit Muldenkipper

Der Bodenaushub wird mit einem Bagger auf einen Muldenkipper aufgeladen, transportiert und abgeladen.

Dichte aufgelockerter Boden:	1,68 t/m ³ -lose
Fall 1: Transportweite in einer Richtung:	2,0 km
Fall 2: Transportweite in einer Richtung:	5,0 km

Folgende Geräte werden eingesetzt:

Ladegerät:

Mobiler Hydraulikbagger mit Tieflöffel, 20 t, Motorleistung 100 kW; Löffelinhalt 1,20 m³.

Ladespiele / Stunde:	75 LS/h (Annahme)
Minuten / Ladespiel:	60 min/h : 75 LS/h = 0,80 min/LS
Schaufelinhalt:	1,20 m ³
Füllfaktor:	96 % (Annahme)

Transportgerät:

Muldenhinterkipper, Nutzlast 26 t, Motorleistung 260 kW.

Ladevolumen Muldenhinterkipper:	26 t / 1,68 t/m ³ -lose ~ 15,48 m ³ -lose/Lkw
Fahrtgeschwindigkeit:	beladen 15 km/h
	leer 25 km/h

Bestimmung der Zeit für das Be- und Entladen:

Die Beladung des Muldenkippers erfolgt durch einen Hydraulikbagger mit Tieföffel, die Entladung erfolgt durch das Kippen der Mulde. Die Zeit für den Materialumschlag ergibt sich somit aus der Summe der beiden Zeiten.

Beladezeit:	15,48 m ³ -lose : (1,20 m ³ /LS * 0,96) * 0,80 min/LS	= 11,0 min
<u>Entladezeit:</u>	<u>Annahme</u>	<u>= 3,0 min</u>
Zeit des Materialumschlags		= 14,0 min

Kosten für den Materialumschlag:

Die Kostenberechnung erfolgt mit den im Anhang ermittelten Kalkulationspreisen der eingesetzten Geräte für die jeweiligen Be- und Entladezeiten eines Transportmittels.

Hydraulikbagger mit Tieföffel

$$90,51 \text{ €/h} * (11 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{16,59 \text{ €/Lkw}}$$

Muldenhinterkipper

$$123,93 \text{ €/h} * (3 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{6,20 \text{ €/Lkw}}$$

$$\mathbf{22,79 \text{ €/Lkw}}$$

Die Umschlagskosten pro Muldenhinterkipper werden auf 1,0 m³ des Bodenaushubs umgelegt.

$$\mathbf{\underline{\underline{Umschlagskosten}}}$$
 pro m³ Bodenaushub: $22,79 \text{ €} : 15,48 \text{ m}^3\text{-lose} = \mathbf{1,47 \text{ €/m}^3}$

Fall 1: Transportweite 2 km**Bestimmung der Transportzeit:**

Die Transportzeit setzt sich aus der Hinfahrt des Transportmittels zum Zielpunkt im beladenen Zustand und der Rückfahrt im unbeladenen Zustand zum Ausgangspunkt.

Hinfahrt:	(2,0 km : 15 km/h) * 60 min	= 8,0 min
<u>Rückfahrt:</u>	<u>(2,0 km : 25 km/h) * 60 min</u>	<u>= 5,0 min</u>
Transportzeit		= 13,0 min

Kosten für den Transport:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Transportmittels für die ermittelte Transportdauer.

Muldenhinterkipper

$$123,93 \text{ €/h} * (13 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{26,85 \text{ €/Lkw}}$$

Die Transportkosten pro Muldenhinterkipper werden auf 1,0 m³ des Bodenaushubs umgelegt.

Transportkosten pro m³ Bodenaushub:

$$26,85 \text{ €} : 15,48 \text{ m}^3\text{-lose} = \mathbf{1,73 \text{ €/m}^3}$$

Bei einem Preis von 19 €/m³¹⁴⁶ für Bodenaushub beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 8% und der Kostenanteil für den Transport 9%.

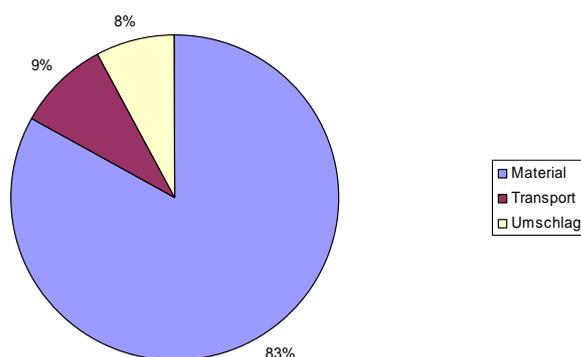


Abb.80: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Bodenaushub, Transportweite 2 km

Fall 2: Transportweite 5 kmBestimmung der Transportzeit:

Hinfahrt:	$(5,0 \text{ km} : 15 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 20,0 min
Rückfahrt:	$(5,0 \text{ km} : 25 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 12,0 min
Transportzeit		= 32,0 min

¹⁴⁶ Preis laut telefonischer Auskunft beim Entsorger

Kosten für den Transport:

Muldenhinterkipper (siehe Anhang)

$$123,93 \text{ €/h} * (32 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{66,10 \text{ €/Lkw}}$$

Transportkosten pro m³ Bodenaushub:

$$66,10 \text{ €} : 15,48 \text{ m}^3\text{-lose} = \mathbf{4,27 \text{ €/m}^3}$$

Bei einem Preis von 19 €/m³ für Bodenaushub beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 8% und der Kostenanteil für den Transport 22%.

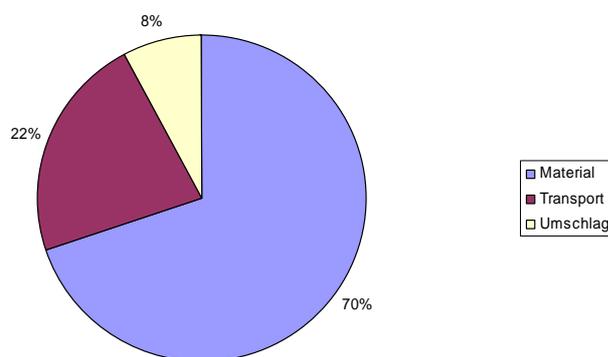


Abb.81: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Bodenaushub, Transportweite 5 km

10.3.2.3 Transport mit Lastkraftwagen

Im nachfolgenden Beispiel wird der Bodenaushub mit einem Bagger auf einen Lastkraftwagen aufgeladen, verführt und abgeladen.

Dichte aufgelockerter Boden:	1,68 t/m ³ -lose
Fall 1: Transportweite in einer Richtung:	10 km im Stadtgebiet
Fall 2: Transportweite in einer Richtung:	20 km im Stadtgebiet

Folgende Geräte werden eingesetzt:Ladegerät:

Mobiler Hydraulikbagger mit Tieflöffel, 20 t, Motorleistung 100 kW; Löffelinhalt 1,20 m³.

Ladespiele / Stunde:	75 LS/h (Annahme)
Ladespiele / Minute:	75 LS/h : 60 min/h = 1,25 LS/min

Minuten / Ladespiel:	60 min/h : 75 LS/h = 0,80 min/LS
Schaufelinhalt:	1,20 m ³
Füllfaktor:	96 % (Annahme)

Transportgerät:

Lastkraftwagen, Vierachser, Nutzlast 23,3 t, Motorleistung 309 kW.

Ladevolumen Lastkraftwagen:	23,3 t / 1,68 t/m ³ -lose ~ 13,87 m ³ -lose/Lkw
Fahrtgeschwindigkeit:	beladen 30 km/h
	leer 35 km/h

Bestimmung der Zeit für das Be- und Entladen:

Die Beladung des Lastkraftwagens erfolgt durch einen Hydraulikbagger mit Tieflöffel, die Entladung erfolgt durch das Kippen der Ladefläche. Die Zeit für den Materialumschlag ergibt sich somit aus der Summe der beiden Zeiten.

Beladezeit:	13,87 m ³ -lose : (1,20 m ³ /LS * 0,96) * 0,80 min/LS	= 10,0 min
<u>Entladezeit:</u>	<u>Annahme</u>	<u>= 2,0 min</u>
Materialumschlag		= 12,0 min

Kosten für den Materialumschlag:

Die Kostenberechnung erfolgt mit den im Anhang ermittelten Kalkulationspreisen der eingesetzten Geräte für die jeweiligen Be- und Entladezeiten eines Transportmittels.

Hydraulikbagger mit Tieflöffel (siehe Anhang)

$$90,51 \text{ €/h} * (10,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{15,09 \text{ €/Lkw}}$$

Lastkraftwagen, Vierachser (siehe Anhang)

$$114,54 \text{ €/h} * (2,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{3,82 \text{ €/Lkw}}$$

$$\mathbf{18,91 \text{ €/Lkw}}$$

Die Umschlagskosten pro Lastkraftwagen werden auf 1,0 m³ des Bodenaushubs umgelegt.

Umschlagskosten pro m³ Bodenaushub: 18,91 € : 13,87 m³-lose = **1,36 €/m³**

Fall 1: Transportweite 10 km**Bestimmung der Transportzeit:**

Die Transportzeit setzt sich aus der Hinfahrt des Transportmittels zum Zielpunkt im beladenen Zustand und der Rückfahrt im unbeladenen Zustand zum Ausgangspunkt.

Hinfahrt:	$(10,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 20,0 min
Rückfahrt:	$(10,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 17,0 min
Transportzeit		= 37,0 min

Kosten für den Transport:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Transportmittels für die ermittelte Transportdauer.

Lastkraftwagen, Vierachser

$$114,54 \text{ €/h} * (37,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{70,63 \text{ €/Lkw}}$$

Die Transportkosten pro Lastkraftwagen werden auf 1,0 m³ des Bodenaushubs umgelegt.

Transportkosten pro m³ Bodenaushub:

$$70,63 \text{ €} : 13,87 \text{ m}^3\text{-lose} = \mathbf{5,09 \text{ €/m}^3}$$

Bei einem Preis von 19 €/m³ für Bodenaushub beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 7% und der Kostenanteil für den Transport 27%.

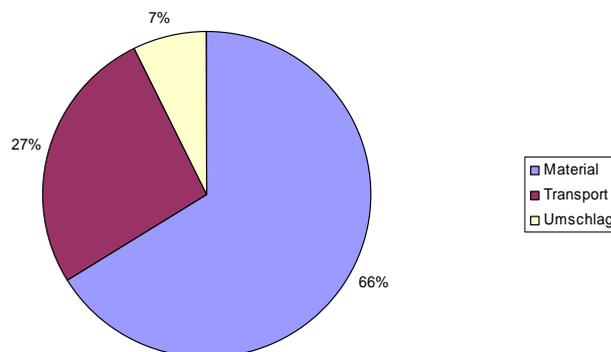


Abb.82: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Bodenaushub, Transportweite 10 km

Fall 2: Transportweite 20 km**Bestimmung der Transportzeit:**

Hinfahrt:	$(20,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 40,0 min
Rückfahrt:	$(20,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 34,0 min
Transportzeit		= 74,0 min

Kosten für den Transport:

Lastkraftwagen, Vierachser (siehe Anhang)

$$114,54 \text{ €/h} * (74,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{141,27 \text{ €/Lkw}}$$

Transportkosten pro m³ Bodenaushub:

$$141,27 \text{ €} : 13,87 \text{ m}^3\text{-lose} = \mathbf{10,19 \text{ €/m}^3}$$

Bei einem Preis von 19 €/m³ für Bodenaushub beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 7% und der Kostenanteil für den Transport 54%.

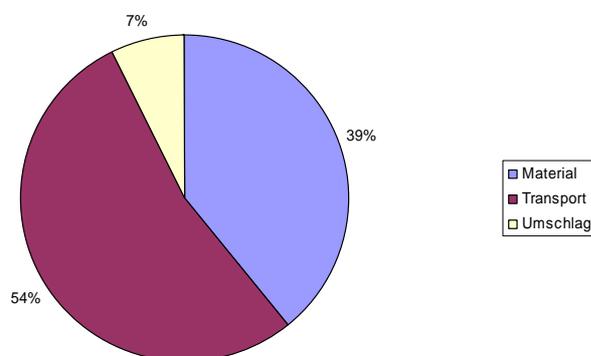


Abb.83: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Bodenaushub, Transportweite 20 km

Bei der Betrachtung der beiden Fälle ist zu erkennen, dass bei längeren Transportweiten ein markanter Anstieg des Transportkostenanteils an Materialpreis erfolgt. Aus diesem Anlass sollte eine baustellennahe Deponiemöglichkeit überlegt und untersucht werden.

10.3.3 Abbruchmaterial

10.3.3.1 Allgemeines

Es werden die Kostenanteile für Umschlag und Transport vom Abbruchmaterial ermittelt. Der Transport des Abbruchmaterials erfolgt mit einem Lastkraftwagen zu einer Deponie. Es werden die Kostenanteile für jeweils zwei unterschiedliche Transportweiten ermittelt. Der Umschlag des Materials wird mit einem Radlader durchgeführt.

10.3.3.2 Transport mit Lastkraftwagen

Das seitlich gelagerte Abbruchmaterial wird mit einem Radlader auf einen Lastkraftwagen aufgeladen, verführt und abgeladen.

Dichte Betonabbruch:	1,75 t/m ³ -lose
Fall 1: Transportweite in einer Richtung:	10 km im Stadtgebiet
Fall 2: Transportweite in einer Richtung:	20 km im Stadtgebiet

Folgende Geräte werden eingesetzt:

Ladegerät:

Radlader, Motorleistung 155 kW; Schaufelinhalt 3,30 m³.

Ladespiele / Stunde:	55 LS/h (Annahme)
Ladespiele / Minute:	55 LS/h : 60 min/h = 0,92 LS/min
Minuten / Ladespiel:	60 min/h : 55 LS/h = 1,09 min/LS
Schaufelinhalt:	3,30 m ³
Füllfaktor:	80 % (Annahme)

Transportgerät:

Lastkraftwagen, Vierachser, Nutzlast 23,3 t, Motorleistung 309 kW.

Ladevolumen Lastkraftwagen:	23,3 t / 1,75 t/m ³ -lose ~ 13,31 m ³ -lose/Lkw
Fahrgeschwindigkeit:	beladen 30 km/h
	leer 35 km/h

Bestimmung der Zeit für das Be- und Entladen:

Die Beladung des Lastkraftwagens erfolgt durch einen Radlader, die Entladung erfolgt durch das Kippen der Ladefläche. Die Zeit für den Materialumschlag ergibt sich somit aus der Summe der beiden Zeiten.

Beladezeit:	$13,31 \text{ m}^3\text{-lose} : (3,30 \text{ m}^3/\text{LS} * 0,80) * 1,09 \text{ min}/\text{LS}$	= 5,5 min
<u>Entladezeit:</u>	<u>Annahme</u>	<u>= 1,5 min</u>
Materialumschlag		= 7,0 min

Kosten für den Materialumschlag:

Die Kostenberechnung erfolgt mit den im Anhang ermittelten Kalkulationspreisen der eingesetzten Geräte für die jeweiligen Be- und Entladezeiten eines Transportmittels.

Radlader

$$106,17 \text{ €/h} * (5,5 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{9,73 \text{ €/Lkw}}$$

Lastkraftwagen, Vierachser

$$114,54 \text{ €/h} * (1,5 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{2,87 \text{ €/Lkw}}$$

$$\mathbf{12,60 \text{ €/Lkw}}$$

Die Umschlagskosten pro Lastkraftwagen werden auf $1,0 \text{ m}^3$ des Abbruchmaterials umgelegt.

Umschlagskosten pro m^3 Abbruchmaterial: $12,60 \text{ €} : 13,31 \text{ m}^3\text{-lose} = \mathbf{0,95 \text{ €/m}^3}$

Fall 1: Transportweite 10 kmBestimmung der Transportzeit:

Die Transportzeit setzt sich aus der Hinfahrt des Transportmittels zum Zielpunkt im beladenen Zustand und der Rückfahrt im unbeladenen Zustand zum Ausgangspunkt.

Hinfahrt:	$(10,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 20,0 min
<u>Rückfahrt:</u>	<u>$(10,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$</u>	<u>= 17,0 min</u>
Transportzeit		= 37,0 min

Kosten für den Transport:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Transportmittels für die ermittelte Transportdauer.

Lastkraftwagen, Vierachser

$$114,54 \text{ €/h} * (37,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{70,63 \text{ €/Lkw}}$$

Die Transportkosten pro Lastkraftwagen werden auf 1,0 m³ des Abbruchmaterials umgelegt.

Transportkosten pro m³ Abbruchmaterial: 70,63 € : 13,31 m³-lose = **5,31 €/m³**

Bei einem Preis von 22 €/m³¹⁴⁷ für Abbruchmaterial beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 4% und der Kostenanteil für den Transport 24%.

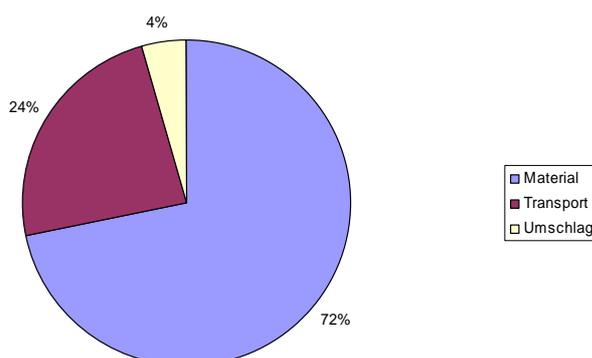


Abb.84: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Abbruchmaterial, Transportweite 10 km

Fall 2: Transportweite 20 kmBestimmung der Transportzeit:

$$\text{Hinfahrt:} \quad (20,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min} \quad = 40,0 \text{ min}$$

$$\text{Rückfahrt:} \quad (20,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min} \quad = 34,0 \text{ min}$$

$$\text{Transportzeit} \quad = 74,0 \text{ min}$$

¹⁴⁷ Preis laut telefonischer Auskunft beim Entsorger

Kosten für den Transport:

Lastkraftwagen, Vierachser (siehe Anhang)

$$114,54 \text{ €/h} * (74,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{141,27 \text{ €/Lkw}}$$

Transportkosten pro m³ Abbruchmaterial:

$$141,27 \text{ €} : 13,31 \text{ m}^3\text{-lose} = \mathbf{10,61 \text{ €/m}^3}$$

Bei einem Preis von 22 €/m³ für Abbruchmaterial beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 4% und der Kostenanteil für den Transport 49%.

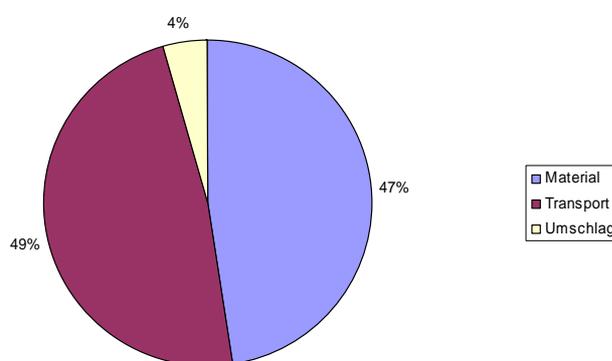


Abb.85: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Abbruchmaterial, Transportweite 20 km

10.3.4 Bewehrung

10.3.4.1 Allgemeines

Es werden die Kostenanteile für Umschlag und Transport von Bewehrung ermittelt. Im ersten Beispiel wird der Transport von Pfahl-Bewehrungskörben, die in einem Werk für Betonbewehrung hergestellt wurden, angenommen (geschweißte Bewehrungsverbindungen). Im zweiten Beispiel erfolgt der Transport von Stabstahl für Pfahl-Bewehrungskörbe zur Baustelle, wo sie fertig gestellt werden (geflochtene Körbe). Der Transport erfolgt in beiden Fällen mit einem Sattelschlepper. Die Kostenanteile werden für jeweils zwei unterschiedliche Transportweiten ermittelt. Der Umschlag der Bewehrung wird in beiden Fällen mit sattelschleppereigenem LKW-Ladekran durchgeführt. Diese beiden Fälle werden anschließend gegenübergestellt, um vergleichen zu können, welche Variante des Transportes die günstigere ist.

10.3.4.2 Transport von Pfahl-Bewehrungskörben

In einem Werk für Betonbewehrung hergestellte Bewehrungskörbe für Pfähle werden dort mit einem Lkw-Ladekran auf einen Sattelschlepper aufgeladen und zur Baustelle transportiert und dort abgeladen.

Bewehrungskörbe $d=90$ cm, $L=14,0$ m: $14,0\text{m} * 60 \text{ kg/lfm} = 840 \text{ kg/Korb} = 0,84 \text{ t/Korb}$
 Transport von 8 Bewehrungskörben (siehe unten) $8 \text{ Stk.} * 0,84 \text{ t/Korb} = 6,72 \text{ t}$

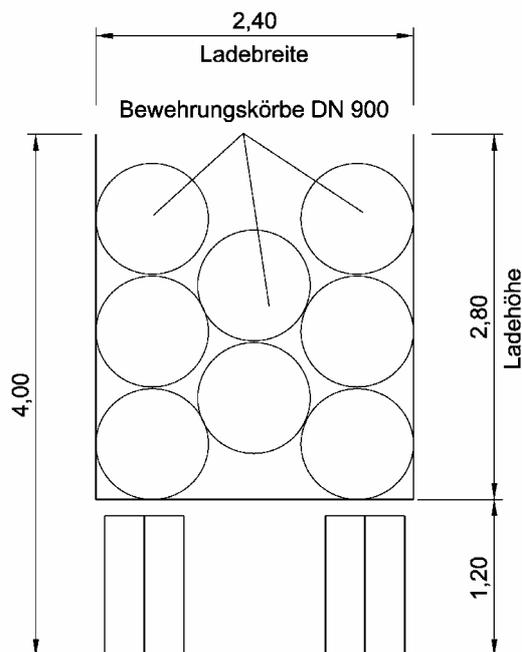


Abb.86: Beladung des Sattelschleppers mit Bewehrungskörben

Fall 1: Transportweite in einer Richtung: 40 km

Fall 2: Transportweite in einer Richtung: 80 km

Folgende Geräte werden eingesetzt:

Transportgerät mit Lkw-Ladekran:

Sattelschlepper, Motorleistung 338 kW; Nutzlast 21 t.

Fall 1: Fahrgeschwindigkeit:	beladen	50 km/h
	leer	50 km/h
Fall 2: Fahrgeschwindigkeit:	beladen	60 km/h
	leer	60 km/h

Bestimmung der Zeit für das Be- und Entladen:

Die Be- und Entladung des Sattelschleppers erfolgt durch eigenen LKW-Ladekran. Die Zeit für den Materialumschlag ergibt sich somit aus der Summe der beiden Zeiten.

Beladezeit:	Annahme	= 20,0 min
<u>Entladezeit:</u>	<u>Annahme</u>	<u>= 40,0 min</u>
Materialumschlag		= 60,0 min

Kosten für den Materialumschlag:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Gerätes für die jeweiligen Be- und Entladezeiten eines Transportmittels.

Sattelschlepper mit Kran

$$122,49 \text{ €/h} * (60 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{122,49 \text{ €/Lkw}}$$

Die Umschlagskosten pro Sattelschlepper werden auf 1,0 t der Bewehrung umgelegt.

Umschlagskosten pro t Bewehrung: $122,49 \text{ €} : 6,72 \text{ t} = \mathbf{18,23 \text{ €/t}}$

Fall 1: Transportweite 40 kmBestimmung der Transportzeit:

Die Transportzeit setzt sich aus der Hinfahrt des Transportmittels zum Zielpunkt im beladenen Zustand und der Rückfahrt im unbeladenen Zustand zum Ausgangspunkt.

Hinfahrt:	$(40,0 \text{ km} : 50 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 48,0 min
<u>Rückfahrt:</u>	<u>$(40,0 \text{ km} : 50 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$</u>	<u>= 48,0 min</u>
Transportzeit		= 96,0 min

Kosten für den Transport :

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Transportmittels für die ermittelte Transportdauer.

Sattelschlepper mit Lkw-Ladekran

$$122,49 \text{ €/h} * (96,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{195,98 \text{ €/Lkw}}$$

Die Transportkosten pro Sattelschlepper werden auf 1,0 t der Bewehrung umgelegt.

Transportkosten pro t Bewehrung: 195,98 € : 6,72 t = **29,16 €/t**

Bei einem Preis von 600 €/t¹⁴⁸ für Baustahl beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 3% und der Kostenanteil für den Transport 5%.

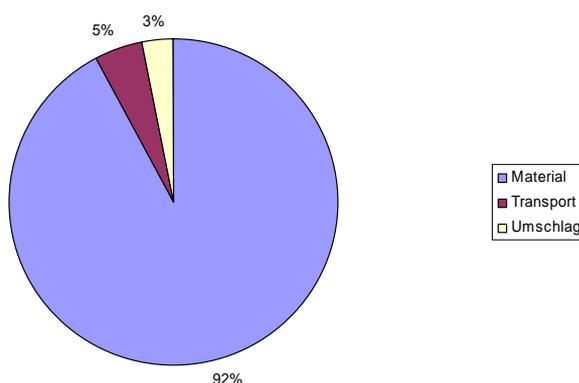


Abb.87: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Baustahl, Transport von fertigen Bewehrungskörben für Pfähle, Transportweite 40 km

Fall 2: Transportweite 80 km

Bestimmung der Transportzeit:

Hinfahrt:	$(80,0 \text{ km} : 60 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 80,0 min
Rückfahrt:	$(80,0 \text{ km} : 60 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 80,0 min
Transportzeit		=160,0 min

Kosten für den Transport :

Sattelschlepper mit Lkw-Ladekran (siehe Anhang)

$$122,49 \text{ €/h} * (160,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{326,64 \text{ €/Lkw}}$$

Transportkosten pro t Bewehrung: 326,64 € : 6,72 t = **48,61 €/t**

¹⁴⁸ Preis laut telefonischer Auskunft beim Erzeuger

Bestimmung der Zeit für das Be- und Entladen:

Die Be- und Entladung des Sattelschleppers erfolgt durch eigenen LKW-Ladekran. Die Zeit für den Materialumschlag ergibt sich somit aus der Summe der beiden Zeiten.

Beladezeit:	Annahme	= 40,0 min
<u>Entladezeit:</u>	<u>Annahme</u>	<u>= 40,0 min</u>
Materialumschlag		= 80,0 min

Kosten für den Materialumschlag:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Gerätes für die jeweiligen Be- und Entladezeiten eines Transportmittels.

Sattelschlepper mit Kran

$$122,49 \text{ €/h} * (80 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{163,32 \text{ €/Lkw}}$$

Die Umschlagskosten pro Sattelschlepper werden auf 1,0 t der Bewehrung umgelegt.

Umschlagskosten pro t Bewehrung: $163,32 \text{ €} : 21 \text{ t} = \mathbf{7,78 \text{ €/t}}$

Fall 1: Transportweite 40 kmBestimmung der Transportzeit:

Die Transportzeit setzt sich aus der Hinfahrt des Transportmittels zum Zielpunkt im beladenen Zustand und der Rückfahrt im unbeladenen Zustand zum Ausgangspunkt.

Hinfahrt:	$(40,0 \text{ km} : 50 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 48,0 min
<u>Rückfahrt:</u>	<u>$(40,0 \text{ km} : 50 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$</u>	<u>= 48,0 min</u>
Transportzeit		= 96,0 min

Kosten für den Transport :

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Transportmittels für die ermittelte Transportdauer.

Sattelschlepper mit Lkw-Ladekran

$$122,49 \text{ €/h} * (96,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{195,98 \text{ €/Lkw}}$$

Die Transportkosten pro Sattelschlepper werden auf 1,0 t der Bewehrung umgelegt.

Transportkosten pro t Bewehrung: 195,98 € : 21 t = **9,33 €/t**

Bei einem Preis von 600 €/t für Baustahl beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 1% und der Kostenanteil für den Transport 2%.

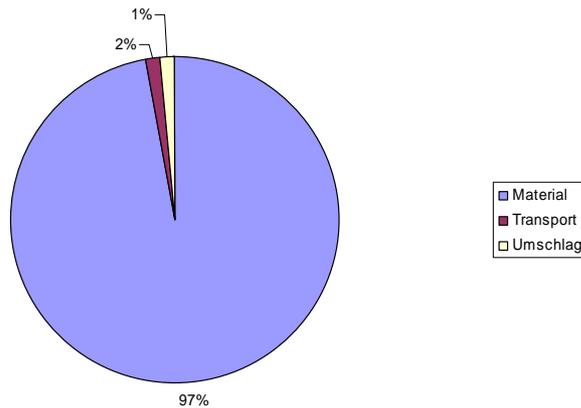


Abb.89: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Baustahl, Transport von losen Stabstahl für Bewehrungskörbe für Pfähle, Transportweite 40 km

Fall 2: Transportweite 80 km

Bestimmung der Transportzeit:

Hinfahrt:	$(80,0 \text{ km} : 60 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 80,0 min
Rückfahrt:	$(80,0 \text{ km} : 60 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 80,0 min
Transportzeit		=160,0 min

Kosten für den Transport :

Sattelschlepper mit Lkw-Ladekran (siehe Anhang)

$$122,49 \text{ €/h} * (160,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{326,64 \text{ €/Lkw}}$$

Transportkosten pro t Bewehrung: 326,64 € : 21 t = **15,55 €/t**

Bei einem Preis von 600 €/t für Baustahl beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 1% und der Kostenanteil für den Transport 3%.

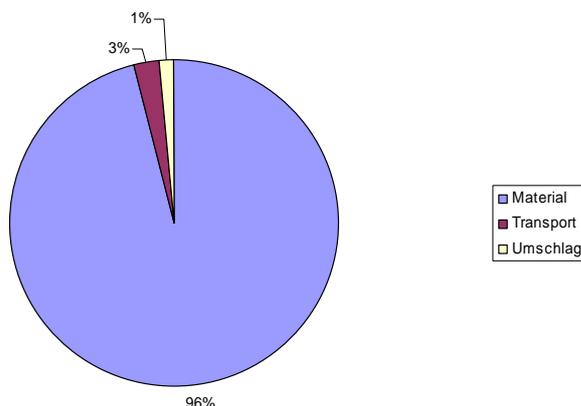


Abb.90: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Baustahl, Transport von losen Stabstahl für Bewehrungskörbe für Pfähle, Transportweite 80 km

10.3.4.4 Gegenüberstellung der Ergebnisse für Bewehrung

Material / Transportweite	Kostenanteil Umschlag [€/M ³], [€/t]	Kostenanteil Umschlag [%]	Kostenanteil Transport [€/M ³], [€/t]	Kostenanteil Transport [%]
Bewehrungskörbe:				
40 km	18,23	3	29,16	5
80 km	18,23	3	48,61	8
Stabbewehrung:				
40 km	7,78	1	9,33	2
80 km	7,78	1	15,55	3

Tabelle 12: Gegenüberstellung der Ergebnisse für Bewehrung

Aus der Gegenüberstellung der Ergebnisse ist ersichtlich, dass der Umschlags- und Transportkostenanteil beim Transport von Bewehrungskörben um das 3-fache bzw. 2,5-fache größer ist als beim Transport von Stabbewehrung. Dies ist durch die Auslastung des Umschlags- und Transportmittels zu erklären. Im ersten Fall werden mit dem Sattelschlepper nur 8 Bewehrungskörbe transportiert, wodurch dieser gewichtsmäßig nicht ausgelastet ist. Im zweiten Fall wird Stabstahl für 25 Bewehrungskörbe transportiert, wobei der Sattelschlepper voll ausgelastet ist. Betrachtet man die Differenz der Kostenanteile der beiden Fallbeispiele, so fällt diese bezüglich Materialpreis kaum ins Gewicht. Es wird daher in heutiger Zeit meistens im Werk vorgefertigt und dann zur Baustelle transportiert.

10.3.5 Beton

10.3.5.1 Allgemeines

Es werden die Kostenanteile für Umschlag und Transport von Beton ermittelt. Im ersten Beispiel wird Beton, welcher in einem Betonwerk hergestellt wird, zur Baustelle transportiert. Im zweiten Beispiel wird der Transport von Zement und Gesteinskörnung für Ortbeton, welcher auf der Baustelle hergestellt werden soll, angenommen. Der Transport vom fertigen Beton erfolgt mit einem Fahrmischer, der Transport der Baustoffe für Ortbeton erfolgt mit einem Kipper bzw. Silo-LKW. Die Kostenanteile werden für jeweils zwei unterschiedliche Transportweiten ermittelt. Der Umschlag des Transportbetons erfolgt mittels Fahrmischer, der Umschlag der Gesteinskörnung für den Ortbeton mittels Radlader. Anschließend werden die beiden Fälle gegenübergestellt, um vergleichen zu können, welche Variante die günstigere ist.

10.3.5.2 Transportbeton

In einem Transportbeton-Werk hergestellter Beton wird mit einem Fahrmischer zur Baustelle transportiert und dort abgeladen.

Fall 1: Transportweite in einer Richtung: 10 km

Fall 2: Transportweite in einer Richtung: 20 km

Folgende Geräte werden eingesetzt:

Folgendes Transportgerät wird eingesetzt:

Fahrmischer, Motorleistung 200 kW; Trommelinhalt 8,0 m³.

Fahrgeschwindigkeit:	beladen	30 km/h
	leer	35 km/h

Bestimmung der Zeit für das Be- und Entladen:

Die Beladung des Fahrmischers erfolgt im Betonwerk durch die Mischanlage, die Entladung erfolgt durch den Fahrmischer selbst. Die Zeit für den Materialumschlag ergibt sich somit aus der Summe der beiden Zeiten.

Beladezeit:	Annahme	= 5,0 min
Entladezeit:	Annahme	= 20,0 min
Materialumschlag		= 25,0 min

Kosten für den Materialumschlag:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Gerätes für die jeweiligen Be- und Entladezeiten eines Transportmittels.

Fahrmischer

$$89,71 \text{ €/h} * (25 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{37,38 \text{ €/Lkw}}$$

Die Umschlagskosten pro Fahrmischer werden auf 1,0 m³ des Betons umgelegt.

Umschlagskosten pro m³ Beton : 37,38 € : 8,00 m³ = **4,67 €/m³**

Fall 1: Transportweite 10 kmBestimmung der Transportzeit:

Die Transportzeit setzt sich aus der Hinfahrt des Transportmittels zum Zielpunkt im beladenen Zustand und der Rückfahrt im unbeladenen Zustand zum Ausgangspunkt.

Hinfahrt:	(10,0 km : 30 km/h) * 60 min	= 20,0 min
Rückfahrt:	(10,0 km : 35 km/h) * 60 min	= 17,5 min
Transportzeit		= 37,5 min

Kosten für den Transport:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Transportmittels für die ermittelte Transportdauer.

Fahrmischer

$$89,71 \text{ €/h} * (37,5 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{56,07 \text{ €/Lkw}}$$

Die Transportkosten pro Sattelschlepper werden auf 1,0 m³ des Betons umgelegt.

Transportkosten pro m³ Beton: 56,07 € : 8,00 m³ = **7,01 €/m³**

Bei einem Preis von 80 €/m³¹⁴⁹ für Transportbeton beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 6% und der Kostenanteil für den Transport 9%.

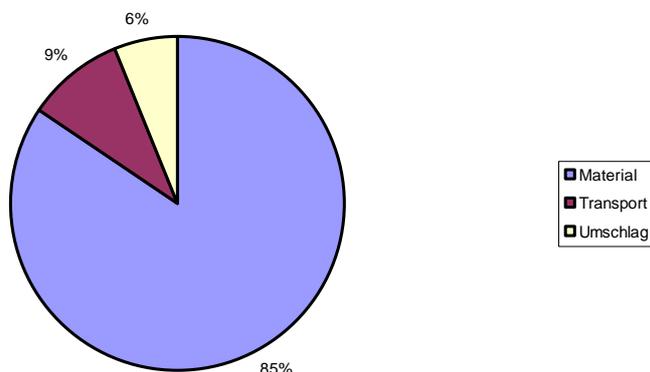


Abb.91: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Transportbeton, Transportweite 10 km

Fall 2: Transportweite 20 km

Bestimmung der Transportzeit:

Hinfahrt:	$(20,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 40,0 min
Rückfahrt:	$(20,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 34,0 min
Transportzeit		= 74,0 min

Kosten für den Transport:

Fahrmischer (siehe Anhang)

$$89,71 \text{ €/h} * (74,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{110,64 \text{ €/Lkw}}$$

Transportkosten pro m³ Beton: $110,64 \text{ €} : 8,00 \text{ m}^3 = \mathbf{13,83 \text{ €/m}^3}$

¹⁴⁹ Preis laut telefonischer Auskunft beim Erzeuger

Bei einem Preis von 80 €/m³ für Transportbeton beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 6% und der Kostenanteil für den Transport 20%.

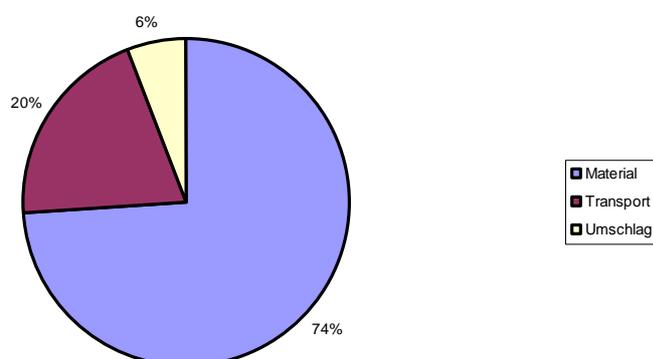


Abb.92: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Transportbeton, Transportweite 20 km

10.3.5.3 Betonherstellung auf der Baustelle

Beton wird auf der Baustelle hergestellt. Zement und Gesteinskörnung für 8,00 m³ Beton werden auf die Baustelle geliefert.

Fall 1: Transportweite in einer Richtung: 10 km

Fall 2: Transportweite in einer Richtung: 20 km

Dichte Zement: 3,0 t/m³

Schüttdichte Gesteinskörnung: 1,65 t/m³

Materialbedarf für 1,0 m³ Beton:

Wasser 170 l/m³

Zement 300 kg/m³

Gesteinskörnung 1810 kg/m³

→ Materialbedarf für 8,00 m³ Beton:

Wasser 1360 l

Zement 2400 kg = 2,40 t

Gesteinskörnung 14480 = 14,48 t → 14,48 t / 1,65 t/m³ = 8,78 m³

Ladegerät für Gesteinskörnung:

Radlader, Motorleistung 155 kW; Schaufelinhalt 3,30 m³.

Ladespiele / Stunde:	55 LS/h (Annahme)
Ladespiele / Minute:	55 LS/h : 60 min/h = 0,92 LS/min
Minuten / Ladespiel:	60 min/h : 55 LS/h = 1,09 min/LS
Schaufelinhalt:	3,30 m ³
Füllfaktor:	110 % (Annahme)

Transportgerät für Gesteinskörnung:

Lastkraftwagen, Vierachser, Nutzlast 23,3 t, Motorleistung 309 kW.

Ladevolumen Lastkraftwagen: 23,3 t / 1,65 t/m³ ~ 14,12 m³/Lkw

Fahrgeschwindigkeit:	beladen	30 km/h
	leer	35 km/h

Bestimmung der Zeit für das Be- und Entladen:

Die Beladung des Lastkraftwagens erfolgt durch einen Radlader, die Entladung erfolgt durch das Kippen der Ladefläche. Die Zeit für den Materialumschlag ergibt sich somit aus der Summe der beiden Zeiten.

Beladezeit:	$8,78 \text{ m}^3 : (3,30 \text{ m}^3/\text{LS} * 1,10) * 1,09 \text{ min/LS}$	= 2,5 min
<u>Entladezeit:</u>	<u>Annahme</u>	<u>= 1,0 min</u>
Materialumschlag		= 3,5 min

Kosten für den Materialumschlag:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Gerätes für die jeweiligen Be- und Entladezeiten eines Transportmittels.

Radlader

$$106,17 \text{ €/h} * (2,5 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{4,42 \text{ €/Lkw}}$$

Lastkraftwagen, Vierachser (siehe Anhang)

$$114,54 \text{ €/h} * (1,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{1,91 \text{ €/Lkw}}$$

$$= \mathbf{6,33 \text{ €/Lkw}}$$

Die Umschlagskosten pro Lastkraftwagen werden auf 1,0 t der Gesteinskörnung umgelegt.

Umschlagskosten pro t Gesteinskörnung: $6,33 \text{ €} : (8,78 \text{ m}^3 * 1,65 \text{ t/m}^3) = \mathbf{0,44 \text{ €/t}}$

Fall 1: Transportweite 10 km

Bestimmung der Transportzeit:

Die Transportzeit setzt sich aus der Hinfahrt des Transportmittels zum Zielpunkt im beladenen Zustand und der Rückfahrt im unbeladenen Zustand zum Ausgangspunkt.

Hinfahrt:	$(10,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 20,0 min
Rückfahrt:	$(10,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 17,0 min
Transportzeit		= 37,0 min

Kosten für den Transport:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Transportmittels für die ermittelte Transportdauer.

Lastkraftwagen, Vierachser

$$114,54 \text{ €/h} * (37,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{70,63 \text{ €/Lkw}}$$

Die Transportkosten pro Lastkraftwagen werden auf 1,0 t der Gesteinskörnung umgelegt.

Transportkosten pro t Gesteinskörnung: $70,63 \text{ €} : (8,78 \text{ m}^3 * 1,65 \text{ t/m}^3) = \mathbf{4,88 \text{ €/t}}$

Bei einem Preis von 13 €/t¹⁵⁰ für Gesteinskörnung beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 3% und der Kostenanteil für den Transport 38%.

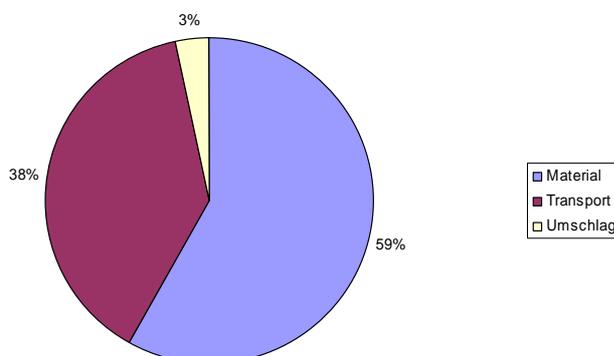


Abb.93: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Gesteinskörnung, Transportweite 10 km

Fall 2: Transportweite 20 km

Bestimmung der Transportzeit:

Hinfahrt:	$(20,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 40,0 min
Rückfahrt:	$(20,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 34,0 min
Transportzeit		= 74,0 min

Kosten für den Transport:

Lastkraftwagen, Vierachser (siehe Anhang)

$$114,54 \text{ €/h} * (74,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{141,27 \text{ €/Lkw}}$$

Transportkosten pro t Gesteinskörnung: $141,27 \text{ €} : (8,78 \text{ m}^3 * 1,65 \text{ t/m}^3) = \mathbf{9,75 \text{ €/t}}$

¹⁵⁰ Preis laut telefonischer Auskunft beim Erzeuger

Bei einem Preis von 13 €/t für Gesteinskörnung beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 3% und der Kostenanteil für den Transport 75%.

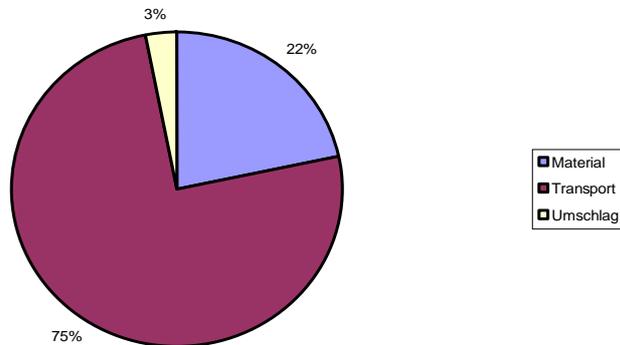


Abb.94: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Gesteinskörnung, Transportweite 20 km

Transport- und Ladegerät für Zement:

Silo-Lastkraftwagen, Nutzlast 22 t, Motorleistung 213 kW.

Transport von Zement → 22,0 t

Fahrgeschwindigkeit:	beladen	30 km/h
	leer	35 km/h

Bestimmung der Zeit für das Be- und Entladen:

Die Beladung erfolgt im Lieferwerk, die Entladung durch Silo-LKW. Die Zeit für den Materialumschlag ergibt sich somit aus der Summe der beiden Zeiten.

Beladezeit:	Annahme	= 30,0 min
<u>Entladezeit:</u>	<u>Annahme</u>	<u>= 30,0 min</u>
Materialumschlag		= 60,0 min

Kosten für den Materialumschlag:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Gerätes für die jeweiligen Be- und Entladezeiten eines Transportmittels.

Silo-Lastkraftwagen

$$97,59 \text{ €/h} * (60,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{97,59 \text{ €}}$$

Die Umschlagskosten pro Silo-Lastkraftwagen werden auf 1,0 t des Zementes umgelegt.

Umschlagskosten pro t Zement: $97,59 \text{ €} : 22,0 \text{ t} = \mathbf{4,44 \text{ €/t}}$

Fall 1: Transportweite 10 km

Bestimmung der Transportzeit:

Die Transportzeit setzt sich aus der Hinfahrt des Transportmittels zum Zielpunkt im beladenen Zustand und der Rückfahrt im unbeladenen Zustand zum Ausgangspunkt.

Hinfahrt:	$(10,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 20,0 min
Rückfahrt:	$(10,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 17,0 min
Transportzeit		= 37,0 min

Kosten für den Transport:

Die Kostenberechnung erfolgt mit dem im Anhang ermittelten Kalkulationspreis des eingesetzten Transportmittels für die ermittelte Transportdauer.

Silo-Lastkraftwagen

$$97,59 \text{ €/h} * (37,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{60,18 \text{ €}}$$

Die Transportkosten pro Lastkraftwagen werden auf 1,0 t des Zementes umgelegt.

Transportkosten pro t Zement: $60,18 \text{ €} : 22,00 \text{ t} = \mathbf{2,74 \text{ €/t}}$

Bei einem Preis von 130 €/t¹⁵¹ für Zement beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 4% und der Kostenanteil für den Transport 2%.

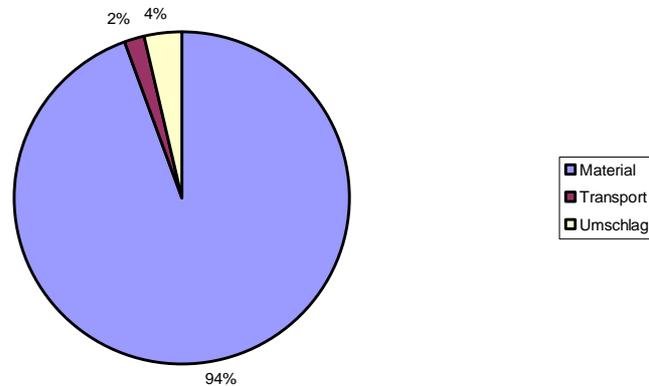


Abb.95: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Zement, Transportweite 10 km

Fall 2: Transportweite 20 km

Bestimmung der Transportzeit:

Hinfahrt:	$(20,0 \text{ km} : 30 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 40,0 min
Rückfahrt:	$(20,0 \text{ km} : 35 \text{ km/h}) * 60 \text{ min}$	= 34,0 min
Transportzeit		= 74,0 min

Kosten für den Transport:

Silo-Lastkraftwagen

$$97,59 \text{ €/h} * (74,0 \text{ min} / 60 \text{ min}) = \mathbf{120,36 \text{ €}}$$

Transportkosten pro t Zement:

$$120,36 \text{ €} : 22,00 \text{ t} = \mathbf{5,47 \text{ €/t}}$$

¹⁵¹ Preis laut telefonischer Auskunft beim Erzeuger

Bei einem Preis von 130 €/t für Zement beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 4% und der Kostenanteil für den Transport 4%.

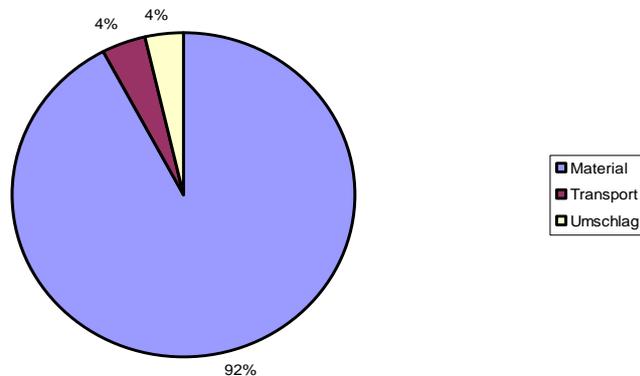


Abb.96: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Zement, Transportweite 20 km

Zusammengerechnet ergeben sich Kosten für den Materialumschlag für Gesteinskörnung und Zement für 1,00 m³ Beton von:

Umschlag Gesteinskörnung	$0,44 \text{ €/t} \cdot 1,81 \text{ t/m}^3 =$	0,80 €
Umschlag Zement	$4,44 \text{ €/t} \cdot 0,30 \text{ t/m}^3 =$	<u>1,33 €</u>
		<u>2,13 €</u>

Zusammengerechnet ergeben sich Kosten für den Transport von Gesteinskörnung und Zement für 1,00 m³ Beton von:

Fall 1: Transportweite 10 km

Transport Gesteinskörnung	$4,88 \text{ €/t} \cdot 1,81 \text{ t/m}^3 =$	8,83 €
Transport Zement	$2,74 \text{ €/t} \cdot 0,30 \text{ t/m}^3 =$	<u>0,82 €</u>
		<u>9,65 €</u>

Fall 2: Transportweite 20 km

Transport Gesteinskörnung	$9,75 \text{ €/t} \cdot 1,81 \text{ t/m}^3 =$	17,65 €
Transport Zement	$5,47 \text{ €/t} \cdot 0,30 \text{ t/m}^3 =$	<u>1,64 €</u>
		<u>19,29 €</u>

Fall 1:

Bei einem Preis von 80 €/m³ Ortbeton beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 3% und der Kostenanteil für den Transport 13%.

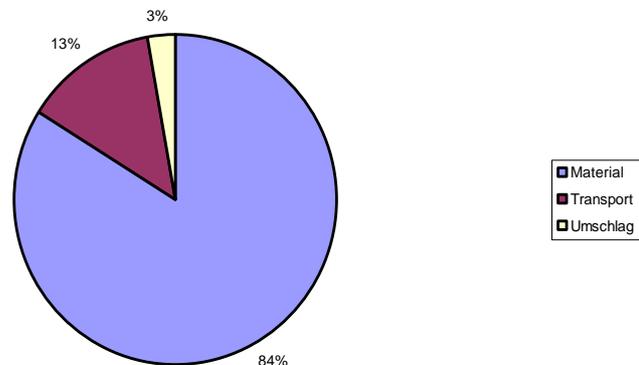


Abb.97: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Ortbeton, Transportweite 10 km

Fall 2:

Bei einem Preis von 80 €/m³ Ortbeton beträgt im angenommenem Fallbeispiel der Kostenanteil für den Materialumschlag 3% und der Kostenanteil für den Transport 29%.

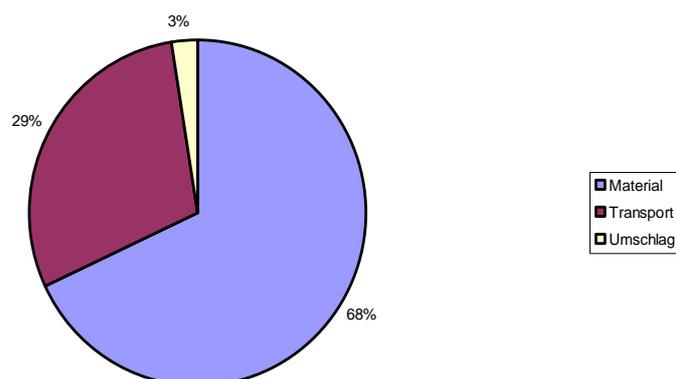


Abb.98: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Ortbeton, Transportweite 20 km

10.3.5.4 Gegenüberstellung der Ergebnisse für Beton

Material /	Kostenanteil	Kostenanteil	Kostenanteil	Kostenanteil
Transportweite	Umschlag	Umschlag	Transport	Transport
	[€/m ³], [€/t]	[%]	[€/m ³], [€/t]	[%]
Transportbeton:				
10 km	4,67	6	7,01	9
20 km	4,67	6	13,83	20
Ortbeton:				
10 km	2,13	3	9,65	13
20 km	2,13	3	19,29	29

Tabelle 13: Gegenüberstellung der Ergebnisse für Beton

Aus der Gegenüberstellung der Ergebnisse ist ersichtlich, dass der Umschlagskostenanteil des Transportbetons um das 2-fache größer ist als beim Ortbeton. Der Transportkostenanteil ist jedoch beim Ortbeton um das 1,5-fache größer als beim Transportbeton. Dies ist dadurch zu erklären, dass jedes der Baustoffe für den Ortbeton einzeln zur Baustelle angeliefert wird, also der Transport zweimal erfolgt, was beim Transportbeton nicht der Fall ist.

10.3.6 Zusammenstellung der Ergebnisse

Material / Transportweite	Umschlaggerät	Transportgerät	Materialpreis [€/m³], [€/t]	Kostenanteil		Kostenanteil		Kostenanteil	
				Umschlag [€/m³], [€/t]	Umschlag [%]	Umschlag [€/m³], [€/t]	Umschlag [%]	Transport [€/m³], [€/t]	Transport [%]
Bodenaushub:									
2 km	Hydraulikbagger	Muldenkipper	19,00	1,47	8	1,73	8	1,73	9
5 km			19,00	1,47	8	4,27	8	4,27	22
10 km	Hydraulikbagger	LKW	19,00	1,36	7	5,09	7	5,09	27
20km			19,00	1,36	7	10,19	7	10,19	54
Abbruchmaterial:									
10 km	Radlader	LKW	22,00	0,95	4	5,31	4	5,31	24
20km			22,00	0,95	4	10,61	4	10,61	49
Bewehrungskörbe:									
40 km	LKW-Kran	Sattelschlepper	600,00	18,23	3	29,16	3	29,16	5
80 km			600,00	18,23	3	48,61	3	48,61	8
Stabbewehrung:									
40 km	LKW-Kran	Sattelschlepper	600,00	7,78	1	9,33	1	9,33	2
80 km			600,00	7,78	1	15,55	1	15,55	3
Transportbeton:									
10 km	Betonwerk/Fahrm.	Fahrmischer	80,00	4,67	6	7,01	6	7,01	9
20 km			80,00	4,67	6	13,83	6	13,83	20
Ortbeton:									
10 km	Radlader/Werk	LKW / Silo-LKW	80,00	2,13	3	9,65	3	9,65	13
20 km			80,00	2,13	3	19,29	3	19,29	29
Gesteinskörnung:									
10 km	Radlader	LKW	13,00	0,44	3	4,88	3	4,88	38
20 km			13,00	0,44	3	9,75	3	9,75	75
Zement:									
10 km	Werk/Silo	Silo-LKW	130,00	4,44	4	2,74	4	2,74	2
20 km			130,00	4,44	4	5,47	4	5,47	4

Tabelle 14: Zusammenstellung der Ergebnisse der Umschlags- und Transportkostenanteile an Materialpreisen

11 SCHLUSSBETRACHTUNG

Transport im Bauwesen ist eine große Herausforderung. Baumaterialien und Baumaschinen müssen zur Baustelle geliefert werden. Aushub bzw. Abbruch müssen vom Bauplatz abtransportiert werden. Das Material muss, bevor es transportiert werden kann, gelagert und dann auf das Transportmittel aufgeladen bzw. von diesem abgeladen werden. Diese Vorgänge stellen große logistische Prozesse dar.

Um Transporte durchführen zu können, werden ein oder mehrere Verkehrsträger benötigt. Es können dies die Straße, die Schiene, das Wasser, die Luft und Rohrleitungen sein. Der im Bauwesen am häufigsten genutzte Verkehrsträger ist die Straße, gefolgt von der Schiene. Laut Statistiken werden in Österreich rd. 93 % des gesamten Verkehrsaufkommens der Bauwirtschaft auf der Straße, rd. 6 % auf der Schiene und rd. 1 % auf dem Wasser durchgeführt.

Die Vielfalt der Materialien, die im Bauwesen transportiert wird ist groß. Die Transportbereiche können in Stückgut-, Schüttgut-, Silo-, Beton-, Fertigteil-, Baumaschinen- und Sondertransporte gegliedert werden. Zur Durchführung der Transporte in jedem dieser Bereiche werden Transportmittel eingesetzt, welche von mehreren Parametern, wie z.B. Transportweiten, Materialart und -menge, etc. abhängen. Es gibt sie in verschiedenen Ausführungen und für verschiedene Verkehrsträger. Genauso wichtig wie die Transportmittel sind die Umschlagsmittel, welche für das Be- und Entladen der Transportgeräte mit dem Transportgut eingesetzt werden. Hier gibt es eine Unterscheidung der Geräte für Schütt- und Stückgut, sowie eine Differenzierung der Umschlagssysteme bzw. Umschlagstechniken in Vertikal- und Horizontalumschlag.

Die meisten Transporte in der Bauwirtschaft werden mit Lastkraftwagen im direkten Ladungsverkehr auf der Straße durchgeführt. Es werden aber auch - in wesentlich geringerem Ausmaß - Baumaterialien und Baumaschinen auf der Schiene, mit der Bahn oder auf dem Wasser, mit dem Schiff transportiert. Diese Transportmöglichkeiten sind aber erst ab einer gewissen Materialmenge und Transportweite mit der Straße konkurrenzfähig. Um diese Transportmöglichkeiten nutzen zu können, werden entweder ein Gleis- oder Wasserstraßenanschluss direkt auf der Baustelle, was nicht oft vorkommt, oder ein Umschlagsplatz mit zumindest einem dieser Anschlüsse benötigt. Hier kommt oft der Lastkraftwagen in Kombination mit den anderen Verkehrsträgern, im gebrochenen Verkehr, entweder im Vor- oder/und Nachlauf zum Einsatz.

Oftmals werden Bauwerke an Stellen errichtet, die mit den eben genannten Transportmitteln nicht oder ganz schwer erreichbar sind und deren Einsatz kompliziert und sehr kostspielig ist. In solchen Fällen sucht man nach alternativen Transportmöglichkeiten. Diese können im Hochgebirge, wie auch in der Stadt, beim Bau von Windkraftanlagen, wie auch beim Bau von Lawinenschutzbauten Hubschraubertransporte sein. Bei Großbaustellen bzw. bei Baustoffgewinnung werden zum Teil Rohrleitungen oder Förderbänder eingesetzt. In Städten mit guter Nahverkehrs-Schienen-Infrastruktur könnte eine Güterstraßenbahn als Alternative zum Lastkraftwagen zur Beförderung von Baustoffen oder Bauteilen verwendet werden.

Baumaterialien werden in Versorgungstransporten vom Lieferanten zur Baustelle transportiert und auf dieser entweder sofort verwertet oder zwischengelagert. Die zwischengelagerten Materialien werden mittels Baustellentransporten weiterbefördert. Aushub-, Abbruchmaterial oder Bauabfälle, die auf der Baustelle nicht mehr benötigt werden, werden in Entsorgungstransporten auf die Deponie transportiert.

Die in Wien stattfindenden Bautransporte machen rund 67% der Güterverkehrsmenge aus und etwa 99% davon werden auf der Straße durchgeführt. Betrachtet man beispielsweise die Errichtung einer Wohnsiedlung, so werden etwa $\frac{3}{4}$ aller Fahrten und gefahrenen Kilometer für die massenintensivsten Materialgruppen, wie Aushub, Beton, Schotter, Hinterfüllung und Fertigteildecken durchgeführt. Bei der Transportleistung ist die Materialgruppe Aushub mit einem Anteil von 44% Spitzenreiter. Aus diesen Betrachtungen ist zu erkennen, dass die Bauphasen Aushub und Rohbau die Hauptmengen der Transportleistung und des Transportaufkommens im Hochbau stellen. Untersucht man die erfolgten Fahrten nach Transportweiten, so ergibt sich, dass etwa 30% nicht länger als 20 km und 38% Fahrten von bis zu 60 km waren. Die weitesten Transportfahrten wurden von den Gruppen Dachdecker, Fenster und Fassade durchgeführt, was durch große Entfernungen zwischen Erzeuger und Baustelle zu erklären wäre.

Aus den Ermittlungen der Kosten des Transports ist ersichtlich, dass ihr Anteil am Materialpreis einerseits von der Auslastung der Kapazität des Transportmittels und andererseits von der Transportweite und der Transportgeschwindigkeit abhängig ist. Ein gutes Beispiel dafür ist der Transport der Bewehrung (siehe Kapitel 10.3.4). Im ersten Fall werden acht fertige Pfahl-Bewehrungskörbe transportiert. Hier ist der Transport durch die höchsten zulässigen Abmessungen des Transportmittels begrenzt. Das höchste zulässige Nutzgewicht wird nicht ausgenutzt. Wird dies auf den Materialpreis bezogen so ergibt sich bei einer Transportweite von 40 km ein Kostenanteil von 5%. Verdoppelt man die Transportweite auf 80 km so erhöht sich der Kostenanteil auf 8%. Im zweiten Fall wird loser

Bewehrungsstahl für 25 Bewehrungskörbe transportiert (werden auf der Baustelle geflochten) und so die höchste zulässige Nutzlast ausgenutzt. Bei gleichen Transportbedingungen ergibt sich ein Kostenanteil von lediglich 2% bzw. 3%.

Die Ermittlungen der Kostenanteile des Umschlags an Materialpreisen ergaben, dass diese von der Art des Materials und Materialumschlags, von der Menge des umzuschlagenden Materials und somit der Dauer des Umschlags abhängen. Große zeitliche Unterschiede in der Art und der Dauer des Umschlags gibt es zwischen Schütt- und Stückgut. Betrachtet man beispielsweise das Beladen eines Lastkraftwagens mittels eines Radladers mit Abbruchmaterial (Schüttgut, siehe Kapitel 10.3.3) und das Beladen eines Lastkraftwagens mittels eines LKW-Ladekrans mit Bewehrung (Stückgut, siehe Kapitel 10.3.4) so ist zu erkennen, dass im zweiten Fall die Umschlagsdauer um das vielfache größer ist als im ersten Fall.

Transportkosten dürfen bei der Betrachtung der gesamten Materialkosten nicht außer Acht gelassen werden, denn sie bilden einen wichtigen Faktor, welcher die Kosten des Bauwerks teilweise erheblich beeinflussen kann. Auf die Transportkosten haben Faktoren wie Transportweg, Transportgut, Transportmittel und Transportverwaltung großen Einfluss. Bei der Ermittlung von Transportkosten ist besonders darauf zu achten, dass für verschiedene Verkehrsträger zum Teil stark voneinander abweichende Kostenfaktoren auftreten.

QUELENNACHWEIS

ABERLE, Gerd: Transportwirtschaft: einzelwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Grundlagen, 3. Auflage - München: Oldenbourg, 2000

AK Wien – Arbeiterkammer Wien, Abteilung Umwelt und Verkehr - Harry, Max: Verkehr und Infrastruktur, Nr.14 - Transportpreise und Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger im Güterverkehr, Wien: Kammer für Arbeiter und Angestellte, 2001

ARNOLD, Dieter - Isermann, Heinz - Kuhn, Axel: Handbuch Logistik, Berlin: Springer, 2002

BAUINGENIEUR24@IINFORMATIONSDIENST,
www.bauingenieur24.de/sharedpics/pdf_diploma/1028_1.pdf, 20.01.2008

BEST – Baueisen- und Stahl Bearbeitungsgesellschaft m.b.H.,
www.best-baueisen.at, 20.02.2008

bmvit – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Abteilung V/Infra 5 – Harry, Max: Verkehr in Zahlen – Österreich – Ausgabe 2007, Wien: bmvit, 2007

BOËS, Hans – Hesse, Markus: Güterverkehr in der Region: Technik, Organisation, Innovation, Marburg: Metropolis, 1996

BUCHHOLZ, Jonas – Clausen, Uwe: Handbuch der Verkehrslogistik – Berlin: Springer, 1998

ConTraiLO, www.contrailo.de, 03.02.2008

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG: DIN 30781, Teil 1, 1983

DIRECT INDUSTRIE, www.directindustrie.de, 22.01.2008

EBZ Beratungszentrum GmbH - Betriebsorganisation und Technologietransfer, www.ebz-beratungszentrum.de/logistikseiten/BSC/BSC_Log_2.htm, 15.01.2008

EICKEMEIER: Kombiniertes Ladungsverkehr, Frankfurt am Main: Lang, 1997

FISCHER, Wolfram: Planung von Transportsystemen für Stückgüter, Universität Stuttgart, 1981

HELOG AG, www.helijet.at, 10.02.2008

HKS Fördertechnik AG, www.hks-hyster.ch, 10.02.2008

HOEPKE, Erich: Der Lkw im europäischen Straßengüter- und kombinierten Verkehr: Verkehrspolitische, technische, logistische, kalkulatorische und ökologische Aspekte, Renningen-Malmsheim: expert, 1997

IML Marine Management Limited, www.iml-marinemangement.com, 02.02.2008

Koch GmbH & Co. KG, www.koch-kies.de, 14.02.2008

KOMBIVERKEHR, www.kombiverkehr.de, 03.02.2008

LANGENDORF GmbH, www.langendorf.de, 14.02.2008

LEO Fahrzeugbau AG, www.leofahrzeugbau.ch, 03.05.2008

LIEBER, Hans – Schwenzer, Gerhard: Kraftverkehr, 2. Auflage – Berlin: Transpress, 1985

LIEBHERR-INTERNATIONAL Deutschland GmbH; www.liebherr.com, 17.03.2008

LKW WALTER, www.lkw-walter.com, 03.02.2008

LODERBAUER, Helmut: Der Kombinierte Verkehr im Alpentransit: Diplomarbeit am Institut für Eisenbahnwesen der TU Wien, Wien, 1996

MAGISTRAT DER STADT WIEN, MD-Stadtbaudirektion: RUMBA, Richtlinien für eine umweltfreundliche Baustellenabwicklung, Leitfaden Teil 1 bis 3 - Wien: Projektstelle der MD-Stadtbaudirektion der Stadt Wien, 2004

MAGISTRAT DER STADT WIEN, MA 22 - Umweltschutz: Bahntransport und Zwischenlagerung für den Baubereich: Magistrat der Stadt Wien, 2002

MAGISTRAT DER STADT WIEN, MA 22 - Umweltschutz: RUMBA - Arbeitspaket 3.1 Systemanalyse, Ziele, Indikatoren, Bericht März 2003: Magistrat der Stadt Wien, 2003

MAGISTRAT DER STADT WIEN, MA 22 - Umweltschutz: RUMBA - Arbeitspaket 3.4
Baulogistikzentren, Bericht Oktober 2003 Version 2.0: Magistrat der Stadt Wien, 2003
MARTIN Heinrich: Transport- und Lagerlogistik, 4. Auflage - Braunschweig/Wiesbaden:
Vieweg, 2002

MERLO Deutschland GmbH., www.merlo.de, 03.05.2008

NORDWIG, Olaf: Innovationen im Baustellenverkehr: Strategien, Modelle, Beispiele, 1.
Auflage – Dortmund: Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes
Nordrhein-Westfalen, 1997

ÖBB Rail Cargo Austria: Baustofflogistik – Anreiner- und umweltfreundliche Baustoff-
/Baustellenlogistik, Wien: ÖBB, 2003

PALFINGER AG, www.palfinger.de, 22.01.2008

PFOHL, Hans-Christian: Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen,
5. Auflage – Berlin: Springer, 1996

PFOHL, Hans-Christian: Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen,
6. Auflage – Berlin: Springer, 2000

PKM-MULDENZENTRALE., www.pkm-muldenzentrale.at, 14.02.2008

PORSCHE AUSTRIA GMBH & CO OG., www.vw-nutzfahrzeuge.at, 20.02.2008

RIVER LINERS, www.river-liners.de.vu, 22.02.2008

ROSINAK&PARTNER ZT GmbH., www.rosinak.at, 17.03.2008

SCHULTE, Christof: Lexikon der Logistik, München: Oldenbourg, 1999

Schwertransporte Josef Esser e.K., www.schwertransporte-esser.de, 14.02.2008

S-H-B Baulogistik und Transporte GmbH, www.shb-gmbh.de, 14.02.2008

Silo Riedel, www.siloriedel.at, 14.02.2008

UNIVERSITÄT MAGDEBURG, Lehrstuhl für Logistik: Strukturierung der Logistik:
[http://ews2.uni-dortmund.de:
8080/public/lecture/logedugate/public/LLO/Struktur_und_Prozesse_der_Logistik/content/5_räumliche_Aspekten_mikrologistik.htm](http://ews2.uni-dortmund.de:8080/public/lecture/logedugate/public/LLO/Struktur_und_Prozesse_der_Logistik/content/5_räumliche_Aspekten_mikrologistik.htm), 18.09.2002

UNIVERSITÄT MAGDEBURG, Lehrstuhl für Logistik: Strukturierung der Logistik:
[http://ews2.uni-dortmund.de:
8080/public/lecture/logedugate/public/LLO/Struktur_und_Prozesse_der_Logistik/content/3_räumliche_Aspekten_makrologistik.htm](http://ews2.uni-dortmund.de:8080/public/lecture/logedugate/public/LLO/Struktur_und_Prozesse_der_Logistik/content/3_räumliche_Aspekten_makrologistik.htm), 18.09.2002

UNIVERSITÄT MAGDEBURG, Lehrstuhl für Logistik: Strukturierung der Logistik:
[http://ews2.uni-dortmund.de:
8080/public/lecture/logedugate/public/LLO/Struktur_und_Prozesse_der_Logistik/content/4_räumliche_Aspekten_metalogistik.htm](http://ews2.uni-dortmund.de:8080/public/lecture/logedugate/public/LLO/Struktur_und_Prozesse_der_Logistik/content/4_räumliche_Aspekten_metalogistik.htm), 18.09.2002

VCÖ (Verkehrsclub Österreich): Effizienter Güterverkehr – Profit für Wirtschaft und Umwelt,
Wien: VCÖ, 2005

VIBÖ (Vereinigung Industrieller Bauunternehmungen Österreichs): Österreichische
Baugeräteliste 1996, Wien: VIBÖ, 1996

WENDT; Thomas, www.bahnbilder.de, 12.02.2008

WIENER LINIEN, www.gueterbim.at, 10.02.2008

WIKING HELIKOPTER SEWRVICE GmbH., www.wiking-helikopter.de, 22.02.2008

WIKIPEDIA, www.wikipedia.org, 18.03.2008

WIPFLI AG, www.wipfli-transporte.ch, 20.02.2008

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb.1: Grundstrukturen von Logistiksystemen	11
Abb.2: Institutionelle Abgrenzung von Logistiksystemen	13
Abb.3: Mikrologistik	14
Abb.4: Verrichtungsspezifische Subsysteme der Logistik	15
Abb.5: Der Transformationsprozess in der Baulogistik	18
Abb.6: Anteile der Verkehrsträger nach Verkehrsart am Transportaufkommen im Güterverkehr 2005	26
Abb.7: Güterverkehrsanteile der Bauwirtschaft auf der Straße 2005 in [Mio. Tonnen; %]	28
Abb.8: Güterverkehrsanteile der Bauwirtschaft auf der Schiene 2005 in [Mio. Tonnen; %]	29
Abb.9: Güterverkehrsanteile der Bauwirtschaft auf der Donau 2003 in [Mio. Tonnen; %]	30
Abb.10: Verkehrsträgeranteile im Bauwesen in Österreich 2005 in [Mio. Tonnen; %]	30
Abb.11: GVZ als Schnittstelle zwischen den Verkehrsträgern	31
Abb.12: Schematischer Aufbau eines GVZ	33
Abb.13: Funktionale Gliederung von Transportketten	36
Abb.14: Pritschenwagen	43
Abb.15: Sattelzug mit Plane	44
Abb.16: Sattelzug - Plattformaufbau	44
Abb.17: Anhängerzug	45
Abb.18: Innenlader	45
Abb.19: Prinzipskizze für die Aufnahme eines Fertigteils	46
Abb.20: 2-Achs Kipper	47
Abb.21: 2-Achs Kipper mit Kran	47
Abb.22: Kippsattelaufleger	48
Abb.23: Kippsattelaufleger im Erdbau	48
Abb.24: Kippsilofahrzeug für Zementtransport	49
Abb.25: Fahrmischer für Betontransporte	50
Abb.26: Asphaltmulde	50
Abb.27: Satteltieflader	51
Abb.28: Tiefladeanhänger	51
Abb.29: Fahrzeug für Sondertransporte	52
Abb.30: Fahrzeug für Langguttransporte	52
Abb.31: 3-Achs Hakenabrollcontainerkipper	53
Abb.32: Absetzcontainerkipper	54
Abb.33: Offener Güterwagen für witterungsunempfindliche Stückgüter	55
Abb.34: Gedeckte Güterwagen für witterungsempfindliche Stückgüter	56
Abb.35: Offener Trichterwagen für nässeunempfindliche Schüttgüter	56

Abb.36: Flachwagen mit Seitbord für nässeunempfindliche Schüttgüter	57
Abb.37: Schüttgutkippwagen nässeunempfindliche Schüttgüter	57
Abb.38: Behälterwagen für Zementtransporte	58
Abb.39: Tragwagen für Container und Wechselbehälter	59
Abb.40: Tragwagen beladen mit Schüttgutcontainer	59
Abb.41: Drehgestellflachwagen für z.B. Stahlträger- oder Fertigteiltransporte	60
Abb.42: Schienentiefladewagen für z.B. Stahlrohr- oder Baumaschinentransporte	60
Abb.43: Sandtransport mit Schiff	61
Abb.44: Schwerlasthelikopter: Kamov KA-32T	62
Abb.45: Formen des Huckepackverkehrs	64
Abb.46: Rollende Landstraße	65
Abb.47: Trailerzug	65
Abb.48: LKW-Wechselaufbauten	65
Abb.49: Containerverkehr	66
Abb.50: Containerverkehr	66
Abb.51: Ro/Ro-Schiff	67
Abb.52: Ro/Ro-Schiff – Be- und Entladung über Rampen	67
Abb.53: Direkter Ladungsverkehr	68
Abb.54: Gebrochener Ladungsverkehr	69
Abb.55: Schaufellader	73
Abb.56: Raupenbagger	73
Abb.57: Förderband bei Bahnverladung	74
Abb.58: Güterwagen mit Drehrahmen für ACTS-Container	75
Abb.59: Umschlagen eines ACTS-Containers vom LKW auf einen Güterwagen	75
Abb.60: Portalkran	76
Abb.61: Turmdrehkran	77
Abb.62: Autokran und Mobilkran	77
Abb.63: Gabelstapler und Teleskopmaschine	78
Abb.64: Mobiler	78
Abb.65: Spezialfahrzeug für Fertigteilumschlag	79
Abb.66: Hubschrauber beim Betontransport	80
Abb.67: Hubschrauber bei Kranmontage bzw. bei Seilbahnbau	81
Abb.68: Hubschraubereinsatz beim Bau von Windkraftanlagen	81
Abb.69: Rohrleitungen bzw. Pipelines	82
Abb.70: Güterbim im innerstädtischen Güterverkehr	83
Abb.71: Güterbim Wiener Linien	83
Abb.72: Transportbeziehungen von Baustellen	84

Abb.73: Güterverkehrsmenge in Wien und Modal Split der Baustellentransporte	87
Abb.74: Transportierten Gewichte einzelner Materialgruppen	89
Abb.75: LKW-Fahrten nach Materialgruppen in [%]	91
Abb.76: LKW-Kilometer nach Materialgruppen in [%]	91
Abb.77: LKW-Tonnenkilometer nach Materialgruppen in [%]	92
Abb.78: Transportweiten, feine Aufteilung	92
Abb.79: Transportweiten, Hauptentfernungen	93
Abb.80: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Bodenaushub, Transportweite 2 km	100
Abb.81: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Bodenaushub, Transportweite 5 km	101
Abb.82: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Bodenaushub, Transportweite 10 km	103
Abb.83: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Bodenaushub, Transportweite 20 km	104
Abb.84: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Abbruchmaterial, Transportweite 10 km	107
Abb.85: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Abbruchmaterial, Transportweite 20 km	108
Abb.86: Beladung des Sattelschleppers mit Bewehrungskörben	109
Abb.87: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Baustahl, Transport von fertigen Bewehrungskörben für Pfähle, Transportweite 40 km	111
Abb.88: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Baustahl, Transport von fertigen Bewehrungskörben für Pfähle, Transportweite 80 km	112
Abb.89: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Baustahl, Transport von losen Stabstahl für Bewehrungskörbe für Pfähle, Transportweite 40 km	114
Abb.90: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Baustahl, Transport von losen Stabstahl für Bewehrungskörbe für Pfähle, Transportweite 80 km	115
Abb.91: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Transportbeton, Transportweite 10 km	118
Abb.92: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Transportbeton, Transportweite 20 km	119
Abb.93: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Gesteinskörnung, Transportweite 10 km	122
Abb.94: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Gesteinskörnung, Transportweite 20 km	123

Abb.95: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Zement, Transportweite 10 km	125
Abb.96: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Zement, Transportweite 20 km	126
Abb.97: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Ortbeton, Transportweite 10 km	127
Abb.98: Transport- und Umschlagskostenanteil an Materialpreis für Ortbeton, Transportweite 20 km	127

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Gestaltungsalternativen der entsorgungslogistischen Aufgabenbereiche	20
Tabelle 2: Güterverkehrsaufkommen nach Verkehrsträger in Österreich 1999-2005	26
Tabelle 3: Güterverkehr auf der Straße in Österreich nach NST/R-24-Warengruppen und Verkehrsart 2005	27
Tabelle 4: Güterverkehr auf der Schiene in Österreich nach NST/R-24-Warengruppen und Verkehrsart 2005	28
Tabelle 5: Güterverkehr auf der Donau in Österreich nach NST/R-10-Warengruppen und Verkehrsart 2003	29
Tabelle 6: Maximal zulässige Abmessungen und Gewichte für Lastkraftwagen (Österreich)	41
Tabelle 7: Unterscheidungsmerkmale Unstetig- und Stetigförderer	72
Tabelle 8: Stoffgruppen bei Baustellenverkehren	86
Tabelle 9: Transportierten Gewichte einzelner Materialgruppen	88
Tabelle 10: LKW-Fahrten und Transportleistung nach Materialgruppen	90
Tabelle 11: Kostengliederung und -verursachung im Transportwesen	95
Tabelle 12: Gegenüberstellung der Ergebnisse für Bewehrung	115
Tabelle 13: Gegenüberstellung der Ergebnisse für Beton	128
Tabelle 14: Zusammenstellung der Ergebnisse der Umschlags- und Transportkostenanteile an Materialpreisen	129
Tab. 15: ÖBGL 1996 – Hydraulikbagger mobil	142
Tab. 16: ÖBGL 1996 – Tieföffel für Hydraulikbagger	143
Tab. 17: ÖBGL 1996 – Radlader	144
Tab. 18: ÖBGL 1996 – Muldenhinterkipper	145
Tab. 19: ÖBGL 1996 – Mineralöl-Tankwagen	146
Tab. 20: ÖBGL 1996 – Lkw, Dreiachser und Vierachser, mit Kippeinrichtung	147
Tab. 21: ÖBGL 1996 – Sattelschlepper	148
Tab. 22: ÖBGL 1996 – Tieflader	148
Tab. 23: ÖBGL 1996 – Hydraulischer Lkw-Ladekran	149
Tab. 24: ÖBGL 1996 – Fahrmischer	150

ANHANG

Parameter für die Kostenkalkulation nach der Österreichischen Baugeräteliste (ÖBGL):

– Abminderungsfaktoren der monatlichen Sätze für:	
Abschreibung & Verzinsung	0,45
Reperaturentgeld	0,50
– Großhandelsindex (GHPI) für 2007 (Basis 1995):	127,5
– Arbeitsstunden / Monat	172
– Arbeitstage / Monat	21
– Diesel	1,10 €/l
– Mittellohnkosten	30,0 €/h

Kostenermittlung

Hydraulikbagger

Hydraulikbagger mobil 20 t: ÖBGL Nr.:3145-0200, Motorleistung 100kW incl. hydraulischer Schnellwechseleinrichtung (Zusatzausrüstung H).

Hydraulikbagger mobil 20 t						
31 45-0200	Grundgerät luftbereift mit Ausleger komplett	100	20 000	2.770.000	63.710	60.940
31 47-0200	Planierschild		3 000	405.000	9.320	8.910
Zusatzausrüstungen:						
	A Einbauteile für Anbauhydraulikhammer			69.000	1.590	1.520
	B Einbauteile für Greiferdrehwerk			35.000	805	770
	D hydraulische Ausleger-Höhenverstelleinrichtung			139.000	3.200	3.060
	F Kranüberlast-Warneinrichtung			23.000	529	506
	G Vierpunkt-Abstützung			277.000	6.370	6.090
	H mech. od. hydraulische Schnellwechseleinrichtung			35.000	805	770

Tab. 15: ÖBGL 1996 – Hydraulikbagger mobil¹⁵²

¹⁵² ÖBGL, 1996, S.155

Tieföffel für Hydraulikbagger: ÖBGL Nr.:3182-0120, Löffelinhalt 1,2 m³

31 82 Tieföffel für Hydraulikbagger

TIEFLOEFFEL H BAGGER

Die Werte für die Schnittbreiten und Massen sind bei den einzelnen Fabrikaten sehr unterschiedlich.

Verschleißteile: Schneiden, Zähne**Nutzungsjahre****6****Vorhaltemonate****40****Monatl. Satz für Abschreibung und Verzinsung****3,0 %****Monatl. Satz für Reparaturentgelt****2,1 %**

Nr.	Inhalt m ³	Schnitt- breite mm	Masse kg	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparatur- entgelt S
31 82-0005	0,05	300	150	10.000	300	210
10	0,10	350	200	14.000	420	294
20	0,20	500	250	22.000	660	462
40	0,40	700	400	35.000	1.050	735
60	0,60	900	500	46.000	1.380	966
80	0,80	1 100	700	58.000	1.740	1.220
120	1,20	1 250	1 050	81.000	2.430	1.700
160	1,60	1 400	1 400	104.000	3.120	2.180
200	2,00	1 650	1 850	162.000	4.860	3.400
300	3,00	1 950	3 000	179.000	5.370	3.760
400	4,00	2 150	4 500	335.000	10.050	7.040
500	5,00	2 250	5 000	497.000	14.910	10.440
600	6,00	2 350	6 000	751.000	22.530	15.770
1000	10,00	2 700	7 500	1.040.000	31.200	21.840
Zusatz-ausrüstungen:						
A Tieföffel für Felseinsatz					25 %	

Tab. 16: ÖBGL 1996 – Tieföffel für Hydraulikbagger¹⁵³

AV/h:	$(4.630 \text{ €/Mo} + 59 \text{ €/Mo} + 177 \text{ €/Mo}) \times 0,45 \times 1,275 / 172 \text{ h/Mo}$	= 16,23 €/h
Rep/h:	$(4.429 \text{ €/Mo} + 56 \text{ €/Mo} + 124 \text{ €/Mo}) \times 0,50 \times 1,275 / 172 \text{ h/Mo}$	= 17,08 €/h
Diesel:	$100 \text{ kW} \times 0,20 \text{ l/kWh} \times 1,10 \text{ €/l}$	= 22,00 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 2,20 €/h
Fahrer:	$30 \text{ €/h} \times 1,10$	= 33,00 €/h
Hydraulikbaggerkosten incl. Tieföffel und Fahrer		= 90,51 €/h

¹⁵³ ÖBGL, 1996, S.164

Radlader

Radlader: ÖBGL Nr.:3301-0155, Motorleistung 155kW, Schaufelinhalt 3,30m³.

33 01 Radlader

RADLADER

Radlader sind Erdbewegungsmaschinen für das Laden von Schüttgütern, Planier- und Grabarbeiten. Geräte mit spezieller Hubgerüstauführung können parallel heben (Gabelstaplerarbeiten). Die Geräte sind mit Allrad- oder Knicklenkung und Allradantrieb mit Drehmomentwandlern und Lastschaltgetrieben verschiedener Systeme oder mit hydrostatischen Fahrtrieben ausgestattet. Bei Felseinsatz Montage von Reifenschutzketten möglich.

Werte mit: Universal-Ladeschaufel, Zughaken, ROPS-Fahrerkabine, Beleuchtung nach KFG, Arbeitsscheinwerfer, Bereifung.

Werte ohne: Reifenschutzketten

Verschleißteile: Schneiden, Zähne

Nutzungsjahre	5
Vorhaltemonate	50
Monatl. Satz für Abschreibung und Verzinsung	2,3 %
Monatl. Satz für Reparaturoentgelt	2,2 %

Nr.	Motorleistung kW	Schaufelinhalt m ³	Kipplast gerade kN	Masse t	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparaturentgelt S
33 01-0020	20	0,50	20	2,8	601.000	13.820	13.220
30	30	0,65	28	4,0	670.000	15.410	14.740
45	45	0,95	40	5,6	925.000	21.280	20.350
60	60	1,25	52	7,4	1.130.000	25.990	24.860
75	75	1,60	65	9,0	1.390.000	31.970	30.580
85	85	1,75	75	10,2	1.550.000	35.650	34.100
100	100	2,00	88	11,8	1.830.000	42.090	40.260
115	115	2,40	100	13,3	2.080.000	47.840	45.760
130	130	2,75	115	15,0	2.340.000	53.820	51.480
155	155	3,30	140	18,5	3.100.000	71.300	68.200
180	180	3,70	162	21,8	3.770.000	86.710	82.940
220	220	4,50	200	27,5	4.860.000	111.780	106.920
285	285	5,60	260	40,0	6.920.000	159.160	152.240
325	325	6,40	295	47,0	8.250.000	189.750	181.500
400	400	7,90	365	62,0	10.620.000	244.260	233.640
510	510	10,30	470	84,0	14.210.000	326.830	312.620
Zusatzausrüstungen:							
A Felschaufel					2 %		
B Mehrzweckschaufel					7 %		
C Seitenkippschaufel					8 %		
D Palettengabel					4 %		
E Schnellwechseleinrichtung hydraulisch					4 %		
G Abgasreiniger für Tunnelbetrieb					Neuwertmethode		
Wertminderung:							
F nur Hinterradlenkung					-8 %		

Tab. 17: ÖBGL 1996 – Radlader¹⁵⁴

AV/h:	5.182 €/Mo x 0,45 x 1,275 / 172 h/Mo	= 17,29 €/h
Rep/h:	4.956 €/Mo x 0,50 x 1,275 / 172 h/Mo	= 18,37 €/h
Diesel:	155 kW x 0,20 l/kWh x 1,10 €/l	= 34,10 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 3,41 €/h
Fahrer:	30 €/h x 1,10	= 33,00 €/h
Radlader incl. Fahrer		=106,17€/h

¹⁵⁴ ÖBGL, 1996, S.168

Muldenhinterkipper

Muldenhinterkipper: ÖBGL Nr.:2950-0260, Motorleistung 260kW, Nutzlast 26t.

29 50 Muldenhinterkipper, Zweiachser

MULDENKIPPER 2 ACHS

Muldenhinterkipper sind als 2-Achs-Fahrgestelle mit einer speziellen V-Mulde für größere Materialtransporte konzipiert. Der Antrieb erfolgt durch einen Dieselmotor mit Wandlergetriebe auf die Hinterachsen. Die Materialmulde mit Fahrerhausschutz wird auspuffbeheizt.

Werte mit: Felsmulde, Motor- und Getriebeunterschut, Beleuchtung, Muldenheizung, Bereifung

Werte ohne: Reserverad, Ausstattung laut KFG

Nr.	Nutzlast t	Motorleistung kW	Muldeninhalt gestrichen m ³	Masse kg	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparatur- entgelt S
29 50-0120	12	75	6	8 500	1,850.000	46.250	40.700
220	22	185	10	17 000	3,010.000	75.250	66.220
260	26	260	12	22 000	3,530.000	88.250	77.660
320	32	275	15	24 000	3,930.000	98.250	86.460
360	36	362	17	30 000	5,510.000	137.750	121.220
500	50	480	25	37 500	7,860.000	196.500	172.920
770	77	622	36	57 000	12,140.000	303.500	267.080
Zusatzausrüstungen:							
A Allradantrieb					10 %		
Werterhöhung:							
B Tunnelausrüstung (Abgasreinigung)					Neuwertmethode		
Wertminderung:							
C ohne Muldenheizung					-92.000	-2.300	-2.020

Tab. 18: ÖBGL 1996 – Muldenhinterkipper¹⁵⁵

AV/h:	6.413 €/Mo x 0,45 x 1,275 / 172 h/Mo	= 21,39 €/h
Rep/h:	5.644 €/Mo x 0,50 x 1,275 / 172 h/Mo	= 20,92 €/h
Diesel:	260 kW x 0,15 l/kWh x 1,10 €/l	= 42,90 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 5,72 €/h
Fahrer:	30 €/h x 1,10	= 33,00 €/h
Muldenhinterkipper incl. Fahrer		=123,93€/h

¹⁵⁵ ÖBGL, 1996, S.137

Silo-Lastkraftwagen

Für die Kalkulation des Silo-Lastkraftwagens wurde aus der Baugeräteliste ersatzweise der Mineralöl-Tankwagen mit ähnlichem mittleren Neuwert angenommen.

Mineralöl-Tankwagen: ÖBGL Nr.:2926-1000, Tankinhalt 10000 Liter, Motorleistung 213 kW.

29 26 Mineralöl-Tankwagen

TANKWAGEN MIN OEL

Tankwagen für Mineralöle bestehen aus einem 2-Achs- bzw. 3-Achs-Lkw-Fahrgestell mit einem Aufsatztank oder bei größerem Inhalt einem integrierten Tankaufbau. Sie sind mit den notwendigen Armaturen für die Befüllung sowie der geeichten Meß- und Betankungsvorrichtung ausgestattet. Die Betankungsvorrichtung mit Pumpenaggregat und Zapfpistole wird entweder durch ein eigenes Antriebsaggregat oder über den Lkw-Motor mechanisch oder hydraulisch angetrieben. Die Tankfahrzeuge entsprechen in der Ausrüstung der Tankfahrzeugverordnung der GGST sowie dem KFG.

Werte mit: ABS-Bremssystem, Betankungsvorrichtung, Meßeinrichtung, Abfüllschläuche, Bereifung, Reserverad

Nutzungsjahre	5
Vorhaltemonate	45
Monatl. Satz für Abschreibung und Verzinsung	2,6 %
Monatl. Satz für Reparaturentgelt	2,2 %

Nr.	Tankinhalt Liter	Fahrzeug Motorleistung KW	Pumpenabgabe l/min	Masse kg	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparaturentgelt S
29 26-0200	2 000	66	100	2 700	682.000	17.730	15.000
500	5 000	110	200	4 800	1.250.000	32.500	27.500
1000	10 000	213	300	7 000	2.120.000	55.120	46.640
1200	12 000	235	300	10 000	2.810.000	73.060	61.820
Zusatz-ausrüstungen:							
A	Allradantrieb				11 %		
B	Nachlaufachse ab 29 26-0500				139.000	3.610	3.060
Wertminderung:							
C	ohne ABS-Bremssystem bei 2 Achsen				-64.000	-1.660	-1.410
D	ohne ABS-Bremssystem bei 3 Achsen				-92.000	-2.390	-2.020

Tab. 19: ÖBGL 1996 – Mineralöl-Tankwagen¹⁵⁶

AV/h:	$4.006 \text{ €/Mo} \times 0,45 \times 1,275 / 172 \text{ h/Mo}$	= 13,36 €/h
Rep/h:	$3.389 \text{ €/Mo} \times 0,50 \times 1,275 / 172 \text{ h/Mo}$	= 12,56 €/h
Diesel:	$213 \text{ kW} \times 0,15 \text{ l/kWh} \times 1,10 \text{ €/l}$	= 35,15 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 3,52 €/h
Fahrer:	$30 \text{ €/h} \times 1,10$	= 33,00 €/h
Silo-Lkw incl. Fahrer		= 97,59 €/h

¹⁵⁶ ÖBGL, 1996, S.131

Lastkraftwagen, Vierachser

Lkw, Vierachser, mit Kippeinrichtung: ÖBGL Nr.:2922-0309 F, Motorleistung 309kW, Nutzlast 23,3t.

29 22 Lkw, Dreiachser und Vierachser, mit Kippeinrichtung

LKW DREIACHSKIPPER

Ausgerüstet mit 3-Seiten-Kippbrücke, sonst wie 29 20

Nutzungsjahre 5
Vorhaltemonate 55
Monatl. Satz für Abschreibung und Verzinsung 2,1 %
Monatl. Satz für Reparaturentgelt 2,2 %

Nr.	Motorleistung kW	Techn. Nutzlast t	Lade- fläche LxB m	Masse kg	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparatur- entgelt S
29 22-0213	213	14,0	4,80x2,30	10 700	1,700.000	35.700	37.400
235	235	14,0	4,80x2,30	11 200	1,850.000	38.850	40.700
265	265	19,5	5,00x2,30	12 240	1,930.000	40.530	42.460
309	309	23,3	5,00x2,30	12 400	2,100.000	44.100	46.200
Zusatzausrüstungen:							
A Allradantrieb					13 %		
B Felsmulde/Mischgutmulde					5 %		
C Vorrichtung für Wechselaufbau					5 %		
Werterhöhung:							
D geräuscharme Ausführung 80 dB (A)					3 %		
F 4-Achs-Ausführung					10 %		
Wertminderung:							
E ohne ABS					-80.000	-1.680	-1.760

Tab. 20: ÖBGL 1996 – Lkw, Dreiachser und Vierachser, mit Kippeinrichtung¹⁵⁷

AV/h:	$3.205 \text{ €/Mo} \times 1,10 \times 0,45 \times 1,275 / 172 \text{ h/Mo}$	= 11,76 €/h
Rep/h:	$3.357 \text{ €/Mo} \times 1,10 \times 0,50 \times 1,275 / 172 \text{ h/Mo}$	= 13,69 €/h
Diesel:	$309 \text{ kW} \times 0,15 \text{ l/kWh} \times 1,10 \text{ €/l}$	= 50,99 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 5,10 €/h
Fahrer:	$30 \text{ €/h} \times 1,10$	= 33,00 €/h
LKW, Vierachser mit Kippeinrichtung incl. Fahrer		=114,54€/h

¹⁵⁷ ÖBGL, 1996, S.129

Sattelschlepper

Sattelschlepper: ÖBGL Nr.:2924-0338, Motorleistung 338kW, Nutzlast 21t.

29 24 Sattelschlepper, Dreiachser

SATTELSCHLEPPER 3A

Eine der beiden Hinterachsen kann sowohl als Vor- oder Nachlaufachse oder auch als zusätzlich angetriebene Achse ausgeführt sein.

Werte: wie 29 20

Nr.	Motorleistung kW	Techn.- Nutzlast t	Masse kg	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparatur- entgelt S
29 24-0213	213	14,0	8 400	1,540.000	32.340	27.720
260	260	17,0	8 500	1,730.000	36.330	31.140
338	338	21,0	9 000	1,940.000	40.740	34.920
Zusatzrüstungen:						
A Allradantrieb				13 %		
Werterhöhung:						
B geräuscharme Ausführung 80 dB (A)				4 %		
C 4-Achs-Ausführung				13 %		
Wertminderung:						
D ohne ABS				-80.000	-1.680	-1.440

Tab. 21: ÖBGL 1996 – Sattelschlepper¹⁵⁸

Tieflader: ÖBGL Nr.:2944-0240, Nutzlast 24t.

29 44 Tieflader

TIEFLADER

Unterschiedliche Ausführungsarten bezüglich der Befahrbarkeit und Achszahl. Bei höheren als den gesetzlich zulässigen Gesamtgewichten kann mit Ausnahmegenehmigungen gefahren werden.

Werte mit: ABS-Bremssystem, Befahreinrichtung, Ausrüstung laut KFG, Bereifung und Reserverad

Werte ohne: Steckrungen, Verbreiterungen, Werkzeugkästen

Nutzungsjahre 8
Vorhaltemonate 55
Monatl. Satz für Abschreibung und Verzinsung 2,3 %
Monatl. Satz für Reparaturentgelt 1,8 %

Nr.	Techn. Nutzlast t	Achs- anzahl Stück	Ladefläche LxB m	Masse kg	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparatur- entgelt S
29 44-0120	12,0	2	7,70x2,50	4 300	277.000	6.370	4.990
160	16,0	3	7,70x2,50	4 000	324.000	7.450	5.830
240	24,0	3	8,20x2,50	5 700	399.000	9.180	7.180
320	32,0	3	9,25x2,50	7 800	509.000	11.710	9.160
383	38,3	4	10,60x2,50	11 000	607.000	13.960	10.930
Werterhöhung:							
A hydraulisches Rampenhebwerk					20 %		
B pneumatisches Rampenhebwerk					15 %		
Wertminderung:							
C ohne ABS-Bremssystem für 29 44-0120					-46.000	-1.060	-828
D ohne ABS-Bremssystem ab 29 44-0160					-58.000	-1.330	-1.040
Hinweis: Spezialtieflader und Tieflader mit größerer Nutzlast sind nach der Neuwertmethode einzustufen.							

Tab. 22: ÖBGL 1996 – Tieflader¹⁵⁹

¹⁵⁸ ÖBGL, 1996, S.130

¹⁵⁹ ÖBGL, 1996, S.136

Hydraulische Lkw-Ladekrane: ÖBGL Nr.:2935-0140, Tragmoment 14tm, Standart Ausladung 8,10m.

29 35 Hydraulische Lkw-Ladekrane

LKW LADEKRAN

Der Lkw-Ladekran wird hinter dem Führerhaus oder am Heck (wahlweise abnehmbar) montiert. Der Kran ist hydraulisch knick-, teleskopier- und schwenkbar. Die Abstützung erfolgt durch hydraulische Stützbeine mit mechanischer Verbreiterung der Abstützbreite, bei größeren Geräten hydraulisch. Die Bedienungsvorrichtungen sind beidseitig angebracht. Der Antrieb erfolgt über eine mit dem Lkw-Motor gekuppelte Hydraulikpumpe. Der Lkw-Ladekran unterliegt den Betriebs- und Prüfungsvorschriften für Hebezeuge. Es können verschiedene Zusatzgeräte montiert werden. Die nicht aufgelisteten Zusatzgeräte sind nach der Neuwertmethode einzustufen.

Werte mit: Abstützungen, Hydraulikpumpe, Öltank mit Filter, Montage am Fahrzeug, Kranhaken

Nutzungsjahre 5
Vorhaltemonate 50
Monatl. Satz für Abschreibung und Verzinsung 2,3 %
Monatl. Satz für Reparaturentgelt 2,2 %

Nr.	Tragmoment tm	Tragfähigkeit min./max. von - bis	Standart Ausladung m	Masse kg	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparatur- entgelt S
29 35-0032	3,2	600-1 200	4,30	790	188.000	4.320	4.140
50	5,0	1 000-2 400	4,50	810	239.000	5.500	5.260
70	7,0	1 470-4 000	5,40	1 120	261.000	6.000	5.740
90	9,0	1 700-4 500	5,40	1 380	306.000	7.040	6.730
100	10,0	1 650-4 900	6,30	1 500	334.000	7.680	7.350
120	12,0	1 800-5 500	6,30	1 870	399.000	9.180	8.780
140	14,0	3 000-6 800	8,10	2 500	497.000	11.430	10.930
190	19,0	3 000-8 600	8,30	2 700	644.000	14.810	14.170
Zusatzausrüstungen:							
A	hydraulischer Steuerkreis für Zusatzausrüstungen				12.000	276	264
B	hydraulischer Zweischalengreifer, 300 l Inhalt, ohne Drehwerk				47.000	1.080	1.030
C	hydraulischer Zweischalengreifer, 500 l Inhalt, ohne Drehwerk				51.000	1.170	1.120
D	hydraulischer Zweischalengreifer, 600 l Inhalt, ohne Drehwerk				55.000	1.270	1.210
E	hydraulisches Greiferdrehwerk				35.000	805	770
F	Seilwinde, 1 200-1 700 kg				125.000	2.880	2.750
G	Fahrerhochsitz				17.000	391	374
Werterhöhung:							
H	hydraulische Kranarmverlängerung pro Schubteil (mit Steuerkreis)				9 %		
I	mechanische Kranarmverlängerung pro Schubteil				4 %		

Tab. 23: ÖBGL 1996 – Hydraulischer Lkw-Ladekran¹⁶⁰

AV/h:	(2.961 €/Mo + 667 €/Mo + 831 €/Mo) x 0,45 x 1,275 / 172 h/Mo	= 14,87 €/h
Rep/h:	(2.263 €/Mo + 522 €/Mo + 794 €/Mo) x 0,50 x 1,275 / 172 h/Mo	= 13,27 €/h
Diesel:	338 kW x 0,15 l/kWh x 1,10 €/l	= 55,77 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 5,58 €/h
Fahrer:	30 €/h x 1,10	= 33,00 €/h
Sattelschlepper incl. Ladekran und Fahrer		=122,49€/h

¹⁶⁰ ÖBGL, 1996, S.133

Fahrmischer

Fahrmischer: ÖBGL Nr.:2501-0080 I, Nenninhalt 8000l, Motorleistung 200kW.

25 01–25 04 Fahrmischer

Nutzungsjahre	6
Vorhaltemonate	50
Monatl. Satz für Abschreibung und Verzinsung	2,4 %
Monatl. Satz für Reparaturentgelt	2,0 %

25 01 Fahrmischer

FAHRMISCHER

Auch als Liefermischer oder Transportmischer bezeichnet, sind auf Rahmen montierte Trommelmischer mit spezieller, birnenförmiger Trommel auf Lkw-Fahrgestellen oder Sattelauflegern. Die Mischer werden von stationären Anlagen mit Zuschlagstoffen und Bindemitteln – häufig aber auch mit fertig gemischtem Beton – beschickt. Beschickt wird durch die Entleeröffnung (Fülltrichter) unter Drehung der Trommel („Einziehen“) in Mischrichtung. Das Mischen erfolgt während der Fahrt oder auf der Baustelle. Ein aufgebauter Tank enthält die nötige Wassermenge, welche über eine Wasserdosiereinrichtung zugegeben werden kann. Entleerung durch Umkehr der Drehrichtung der Trommel.

Der Trommelantrieb erfolgt entweder durch einen eigenen Dieselmotor oder den Fahrzeugmotor über Wende- und Untersetzungsgetriebe oder hydrostatisch.

Werte mit: Lkw-Fahrgestell, Wasserdosiereinrichtung, Fülltrichter, Auslaufschurre mit Verlängerung, Reifen

Nr.	Nenninhalt (Festbeton) l	Geometr. Trommel- inhalt m ³	Motor- leistung kW	Masse kg	Mittlerer Neuwert S	Monatlicher A. u. V. Betrag S	Monatliches Reparatur- entgelt S
25 01–0040	4 000	7,80	140–180	9 000	1,060.000	25.440	21.200
60	6 000	11,00	170–220	11 000	1,520.000	36.480	30.400
70	7 000	12,34	170–230	12 000	1,530.000	36.720	30.600
80	8 000	14,29	170–230	13 000	1,570.000	37.680	31.400
90	9 000	15,96	170–230	14 000	1,570.000	37.680	31.400
100	10 000	17,64	170–230	14 500	1,990.000	47.760	39.800
120	12 000	20,70	170–230	15 000	2,350.000	56.400	47.000
Zusatzausrüstungen:							
A	Allradantrieb				10 %		
B	Betonförderband 10 m, 380 mm Breite, Stahl				387.000	9.290	7.740
C	Betonförderband 12 m, 380 mm Breite, Stahl				405.000	9.720	8.100
D	Betonförderband 10 m, 380 mm Breite, Alu				428.000	10.270	8.560
E	Betonförderband 12 m, 380 mm Breite, Alu				468.000	11.230	9.360
F	Betonpumpe 30–50 m ³ /h				867.000	20.810	17.340
G	Betonpumpe 30–50 m ³ /h, mit Verteilermast 16 m				1,620.000	38.880	32.400
H	Betonpumpe 30–50 m ³ /h, mit Verteilermast 21 m				1,850.000	44.400	37.000
I	4-Achs-Ausführung				252.000	6.050	5.040

Tab. 24: ÖBGL 1996 – Fahrmischer¹⁶¹

AV/h:	$(2.738 \text{ €/Mo} + 440 \text{ €/Mo}) \times 0,45 \times 1,275 / 172 \text{ h/Mo}$	= 10,60 €/h
Rep/h:	$(2.282 \text{ €/Mo} + 366 \text{ €/Mo}) \times 0,50 \times 1,275 / 172 \text{ h/Mo}$	= 9,81 €/h
Diesel:	$200 \text{ kW} \times 0,15 \text{ l/kWh} \times 1,10 \text{ €/l}$	= 33,00 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 3,30 €/h
Fahrer:	$30 \text{ €/h} \times 1,10$	= 33,00 €/h
Fahrmischer incl. Fahrer		= 89,71 €/h

¹⁶¹ ÖBGL, 1996, S.93