Institut für Öffentliche Dienstleistungen
und Tourismus

Universität St.Gallen

Kompetenzzentren:
Tourismus und Verkehr
Regionalwirtschaft
Öffentliches Management

Dufourstrasse 40a
CH-9000 St. Gallen
Fon +41(71)224-2525
Fax +41(71)224-2536

Betriebswirtschaftliche Kosten und Sensitivitäten des Alpen querenden Güterverkehrs

Prof. Dr. Christian Laesser
Prof. Dr. Thomas Bieger
Dr. Jürg Meister

unter Mitarbeit des
Lehrstuhls für Logistikmanagement der
Universität St. Gallen und des
Istituto di Ricerche Economiche,
Universita della Svizzera Italiana Lugano

St. Gallen, März 2007

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 6

2 Einleitung 9

2.1 Ausgangslage 9

2.2 Zielsetzung 9

2.3 Gegenstand der Analyse 9

2.4 Methodologie 12

2.5 Einschränkungen/ Limitations 12

2.6 Inhalt des Berichts 12

2.7 Acknowledgements 13

3 Prozessmodelle 14

3.1 Modus: Unimodal LKW 14

3.2 Modus: Kombi RoLa 16

3.3 Modus: Kombi UKV 19

3.4 Modus: Konventioneller Wagenladungsverkehr 22

4 Resultate 24

4.1 Übersicht Modellrechnungen 24

4.1.1 Modellrechnungen 24

4.1.2 Interpretationen 27

4.2 Analyse der Fördermechanismen des Alpen querenden Güterverkehrs 28

4.2.1 Einleitung und Abgrenzungen 28

4.2.2 Förderziele und -ansätze 28

4.2.3 Schlussfolgerungen 31

5 Diskussion und Konklusionen 33

5.1 Transportkosteneffizienz 33

5.2 Trasseneffizienz 36

5.3 Subventionseffizienz 38

5.3.1 Grundsätzliche Beurteilung der gegenwärtigen Subventionspolitik 38

5.3.2 Beurteilung der gegenwärtigen Subventionspolitik auf ihre Effizienz 38

5.3.3 Alternative/ zusätzliche Förderansätze 39

5.3.4 Zusammenfassung 40

5.4 Zusammenfassende Konklusion: Ausgestaltung der Subventionspolitik 41

6 Quellenhinweise 42

 © IDT-HSG

6.1 Literatur (Print) 42
6.2 Online Quellen 42
6.3 Gesetzliche Grundlagen 43
6.4 Kontaktierte Personen (für Kap. 4.2) 43
7 Anhang 44
7.1 Modellparameter 44
7.1.1 Modus: Unimodal LKW 45
7.1.2 Modus: Kombi RoLa 48
7.1.3 Modus: Kombi UKV 54
7.1.4 Modus: Konventioneller Wagenladungsverkehr 59
7.2 Resultate bzgl. der Sensitivitäten 65
7.2.1 Unimodal LKW 65
7.2.2 Kombi RoLa 66
7.2.3 Kombi UKV 67
7.2.4 WLV (konv.) 68
7.2.5 WLV (Ganzzug) 69

 © IDT-HSG

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1:	Generisches Prozessmodell	10
Abbildung 2:	Prozesskette beim unimodalen LKW-Transport	14
Abbildung 3:	Prozessbeteiligte beim unimodalen LKW Transport	15
Abbildung 4:	Ressourcenzuordnung auf Aktivitätsebene beim unimodalen LKW Transport	15
Abbildung 5:	Prozesskette beim Kombi RoLa	16
Abbildung 6:	Prozessbeteiligte beim Kombi RoLa	17
Abbildung 7:	Ressourcenzuordnung auf Aktivitätsebene beim Kombi RoLa	18
Abbildung 8:	Prozesskette beim Kombi UKV	19
Abbildung 9:	Prozessbeteiligte beim Kombi UKV	20
Abbildung 10:	Ressourcenzuordnung auf Aktivitätsebene beim Kombi UKV	21
Abbildung 11:	Prozessbeteiligte beim konventionellen Wagenladungsverkehr	22
Abbildung 12:	Ressourcenzuordnung auf Aktivitätsebene beim konventionellen Wagenladungsverkehr	23
Abbildung 13:	Beziehung zwischen den Kosten pro Tonnenkilometer und Kosten pro Tonnenminute	25
Abbildung 14:	Förderbereiche im Kombiverkehr im Vergleich	29

Tabelle 1:	Übersicht über die wichtigsten Resultate	6
Tabelle 2:	Die wichtigsten Annahmen in der Übersicht	11
Tabelle 3:	Kosten des Alpen querenden Gütertransports im Modell	24
Tabelle 4:	Sensitivität der Kosten des Alpen querenden Gütertransports im Modell	26
Tabelle 5:	Prinzipen zur Abgeltung und Förderung	30
Tabelle 6:	Subventionsansätze im Transalpinen KV - Schweiz	31
Tabelle 7:	Relationsspezifische Schweizer Beiträge an KV-Operators im transalpinen Güterverkehr	31
Tabelle 8:	Vergleich der Payload-Distanzen	33
Tabelle 9:	Vergleich der Transportzeiten	34
Tabelle 10:	Relation Transportzeiten und Payload-Distanzen	34
Tabelle 11:	Vergleich der Trasseneffizienz	36
Tabelle 12:	Vergleich Trassekosten und Payload zwischen jeweils 2 Modi (Perspektive: Schweizer Streckenabschnitt)	37
Tabelle 13:	Vergleich von Total Kosten und Schweizer Subvention im Kombinierten Alpen querenden Verkehr	39

 © IDT-HSG

Abkürzungsverzeichnis

bspw.	beispielsweise
Btkm	Bruttotonnenkilometer
CHF	Schweizer Franken
d.h.	das heisst
e.g.	zum Beispiel
EU	Europäische Union
EUR	Euro
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
Ganzz.	Ganzzug
Hub/ Hubs/ Hübe	Umschlagsvorgang beim UKV
LKW	Lastkraftwagen
Kap.	Kapitel
km	Kilometer
Kombi	kombiniert…
konv.	konventionell
KV	Kombinierte Verkehre
Mio.	Million(en)
Payload	Nutzlast
RoLa	Rollende Landstrasse
TEU	Twenty foot equivalent unit (Container)
tkm	Tonnenkilometer
UKV	Unbegleiteter Kombinierter Verkehr
Unimod.	unimodal
v.a.	vor allem
vgl.	vergleiche
WLV	Wagenladungsverkehr
z.B.	zum Beispiel

© IDT-HSG

1 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wird - basierend auf einfachen Prozessmodellen - eine **vergleichende betriebswirtschaftliche Analyse verschiedener Formen des Alpen querenden Güterverkehrs** vorgenommen. Gegenstand der Untersuchung sind die Modi (1) Unimodal LKW, (2) Begleiteter Kombinierter Verkehr (Kombi RoLa; Rollende Landstrasse), (3) Unbegleiteter Kombinierter Verkehr (Kombi UKV), sowie (4) Wagenladungsverkehr (konventionell sowie Ganzzüge) auf der **Modellrelation Ruhrgebiet - Lombardei**, wobei Kostenstrukturen (Kostenkategorien, Kosteneinflussgrössen, Kostenwirkungen und -beeinflussbarkeit) herausgearbeitet und deren Treiber identifiziert werden.

Die Studie hat die Beantwortung folgender drei Fragen zum Ziel: Welche Modi weisen die vergleichsweise beste bzw. schlechteste (1) **Transportkosteneffizienz**, (2) **Trasseneffizienz** sowie (3) **Subventionseffizienz** auf und wie sollte das Subventionsregime allenfalls angepasst werden, um weitere Effektivitäts- und Effizienzgewinne zu erzielen?

Zur Vereinfachung der Modellierung wurde (1) die berechnete Relation (Ruhrgebiet - Lombardei) konstant gehalten sowie (2) keine modus-spezifischen Annahmen bzgl. Gütertypologie gemacht, sondern - in Anlehnung an die Güterverkehrsstatistik - mit der Masseinheit t gerechnet (nicht aber mit bspw. Volumina).

Tabelle 1: Übersicht über die wichtigsten Resultate

KOSTEN	Unimodal LKW	Kombi RoLa	Kombi UKV	WLV (konv)	WLV Ganzzug
				Totalzahl Flügelzüge: 4; Zahl der Wagen pro Zug: 5	
Annahmen Auslastung					
Auslastung LKW/ Container in %	50.00	70.00	80.00		
Auslastung Wagen in %		85.00	60.00	85.00	100.00
Gewichte					
Gesamtgewicht in t pro Transportvorgang	40.00	1'196.80	1'313.60	1'289.00	1'580.00
Total Payload in t pro Transportvorgang	12.00	319.20	525.60	629.00	851.00
Anteil Payload in % Gesamtgewicht	15.00	26.67	40.01	48.80	53.86
Total Zeitaufwand in Minuten	938.00	1'208.00	1'396.00	1'385.50	1'276.00
Detailkosten					
Total Bruttolohnkosten Traktion	406.65	6'270.41	1'795.39	3'867.68	1'414.67
Total Rollmaterial- und Traktionskosten (exkl. Löhne)	2'477.89	32'226.07	20'965.90	24'434.29	18'073.07
Umschlag- und Terminalkosten (inkl. Löhne)	0.00	387.49	3'675.83	3'117.00	414.00
Total Kosten					
Total Kosten	2'884.55	38'883.96	26'437.12	34'218.97	23'121.74
Total Kosten/ Tonne Nutzlast	240.38	121.82	50.30	54.40	27.17
Total Kosten/ Tonnenkilometer	0.24	0.12	0.05	0.05	0.03
Total Kosten/ Tonnenminute	0.26	0.10	0.04	0.04	0.02
Kostenverteilung					
Total Bruttolohnkosten Traktion	14.10%	16.13%	6.79%	11.30%	6.12%
Total Rollmaterial- und Traktionskosten (exkl. Löhne)	85.90%	82.88%	79.30%	71.41%	78.16%
Umschlag- und Terminalkosten (inkl. Löhne)	0.00%	1.00%	13.90%	9.11%	1.79%

Die **wichtigsten Resultate** lassen sich in der Form **nachstehender Thesen** zusammenfassen (in Klammer wird jeweils auf die Kapitel spezifischen weiteren Ausführungen verwiesen):

Der **Vergleich der Kosten pro Tonne Payload der unterschiedlichen Modi** (vgl. Kap. 4.1 und obige Tabelle) zeigt, dass Gütertransporte - vom Benchmark Unimodal LKW einmal abgesehen - mit **Kombi RoLa mit 122 CHF pro Tonne Nutzlast am vergleichsweise teuersten** sind; dies nicht nur bzgl. der Gesamtkosten pro Transport einer Tonne Payload sondern auch - um ein Effizienzmass einzuführen - pro Tonnenkilometer Payload. Unter den gegebenen Annahmen erweist sich der **WLV Ganzzug mit 27 CHF** pro Tonne Nutzlast als

 © IDT-HSG

die günstigste Variante, gefolgt von **Kombi UKV (50 CHF** pro Tonne Nutzlast) sowie dem **konventionellen WLV (55 CHF** pro Tonne Nutzlast).

Zu den wichtigsten **Kostentreibern pro Modus** gehören (in Klammer: Δ Kosten bei Verdoppelung (Δ=100%) der entsprechenden Parameter):

- **Unimodal LKW:** Distanz Hauptlauf Deutschland (39%), Distanz Hauptlauf Schweiz (34%), Diesel Treibstoff Preis (21%), Abschreibung LKW (14%), Treibstoffverbrauch (11%; Mittelwert). Die Kosten dieses Modus sind erwartungsgemäss stark von der Distanz sowie Energieverbrauch und -kosten getrieben.
- **Kombi RoLa:** Distanz Hauptlauf Deutschland (50%), Diesel Treibstoff Preis (17%), Personalkosten LKW Fahrer (14%), Abschreibung LKW (11%). Kombi RoLa ist ähnlich wie Unimodal LKW stark von der Distanz sowie LKW-Kosten getrieben.
- **Kombi UKV:** Distanz Hauptlauf Deutschland (38%), Deckungsbeitrag (17%; via Trassenpreis), Distanz Hauptlauf Schweiz (16%), Energie (13%; via Trassenpreis), Unterhalt (12%; via Trassenpreis). Die Kosten dieses Modus sind v.a. von der Distanz und damit auch vom Trassenpreis getrieben.
- **WLV (konv.):** Distanz Hauptlauf Deutschland (27%), Energie (16%; via Trassenpreis), Unterhalt (15%; via Trassenpreis), Deckungsbeitrag (13%; via Trassenpreis), Distanz Hauptlauf Schweiz (12%). Die Kosten dieses Modus sind v.a. von der Distanz und damit auch vom Trassenpreis getrieben.
- **WLV (Ganzzug):** Distanz Hauptlauf Deutschland (48%), Distanz Hauptlauf Schweiz (20%), Deckungsbeitrag (23%; via Trassenpreis), Energie (16%; via Trassenpreis), Unterhalt (15%; via Trassenpreis). Die Kosten dieses Modus sind v.a. von der Distanz und damit auch vom Trassenpreis getrieben.

Bzgl. **Transportkosteneffizienz** (vgl. Kap. 5.1) schneidet der **Kombi UKV** von den kombinierten Verkehren am günstigsten ab. Die **zusätzliche Zeitbedarfsstruktur** im Vergleich zu schnelleren Modi (insbesondere Kombi RoLa und Unimodal LKW) ist deutlich geringer als die **zusätzlichen Transportkosten** (Payload-Distanz).

Die effizienteste **Trassennutzung** (vgl. Kap. 5.2) verzeichnet der WLV; hierbei ist jedoch zu bedenken, dass dieser Modus nur für eine beschränkte Zahl von Verkehren günstig ist. Die **Nutzung von Trassen für Kombi RoLa ist unter Effizienzgesichtspunkten relativ nachteilig**; alternative Modi weisen eine deutlich höhere Trasseneffizienz auf. Der Kombi UKV kann dagegen und deshalb als Modus bezeichnet werden, für welchen es sich am ehesten lohnt, Trassen zu schaffen und zu halten.

Die **Schwergewichte der Förderung** in der Schweiz (vgl. Kap. 5.3.1) zielen derzeit auf die Reduktion der Trassenpreise und Sendungskosten. Diese Art der Subvention ist v.a. im **Fall des UKV effektiv**, **weniger dagegen im Fall der RoLa, da deren wichtigste Kostentreiber auf der Strasse in Deutschland** liegen.

Ein **zukünftiges Subventionssystem** wäre unter obigen Gesichtspunkten folgendermassen auszurichten (vgl. Kap. 5.4)
(1) **Förderung Kombi UKV** auf Basis Trassensubventionen und Beiträge an Terminalinfrastruktur oder -operation (letzteres zur Sicherung der Nachhaltigkeit einer einmal eingeschlagenen Politik und gegebenenfalls unter längerfristiger Abschaffung von Trassenpreissubventionen). Aufgrund des hohen Gewichts der Distanz des Hauptlaufs in Deutschland ist **für den transalpinen UKV des weiteren eine Schweizer Trassenförderung in Deutschland ins Auge zu fassen**.
(2) **Förderung WLV** auf Basis von Beiträgen für Anschlussgeleisen und nachrangig Trassensubventionen.

 © IDT-HSG

(3) Falls **Förderung Kombi RoLa**, dann nur auf Basis Sendungs-Subventionen und nur für Transportrelationen, welche nachweislich weniger als 100-200 km im Umkreis eines Verladeterminals beginnen oder enden.

© IDT-HSG

2 Einleitung

2.1 Ausgangslage

Derzeit existieren, wie eine vergleichende Analyse von Studien im Rahmen eines Vorprojektes zu diesem Projekt zeigte, eine Vielzahl von Studien zum Alpen querenden Güterverkehr. Diese Studien beinhalten zahlreiche und umfassende Daten zum Alpen querenden Güterverkehr, sind allerdings in den meisten Fällen prognostischer Natur. Dagegen bestehen nur vereinzelt Aussagen über Prozessmodelle und Kostenstrukturen, weshalb hier ein eigentlicher Forschungsbedarf identifiziert werden konnte. Es war deshalb notwenig, eine vertiefte Analyse der Kostenstrukturen und deren Sensitivitäten unterschiedlicher Prozessmodelle vorzunehmen.

2.2 Zielsetzung

Das vorliegende Projekt hat zum Ziel, eine **vergleichende betriebswirtschaftliche Analyse verschiedener Formen des Alpen querenden Güterverkehrs** vorzunehmen, hierbei **Kostentreiber** zu identifizieren und damit eine **Entscheidungshilfe für Akteure im transalpinen Güterverkehr sowie die Verkehrspolitik** zur Verfügung zu stellen. Bestandteil und Grundlage dieser Analyse sind möglichst weitgehend detaillierte Prozessmodelle, auf deren Basis die zugehörigen Kostenstrukturen (Kostenkategorien, Kosteneinflussgrössen, Kostenwirkungen und -beeinflussbarkeit) herausgearbeitet werden.

Namentlich für drei Fragestellungen sollen mit Hilfe dieser Untersuchung valable und reliable Analysegrundlagen geschaffen werden: Welche Modi weisen die vergleichsweise beste bzw. schlechteste (1) **Transportkosteneffizienz**, (2) **Trasseneffizienz** sowie (3) **Subventionseffizienz** auf und **wie kann die Förderung des Schienen-Güterverkehrs noch besser auf das Verlagerungsziel angepasst werden**.

Im vorliegenden Dokument wird über die entsprechenden Forschungsergebnisse berichtet.

2.3 Gegenstand der Analyse

Für die Analyse wird eine intermodale Transportkette Schiene/Strasse herangezogen. Diese kennzeichnet sich dadurch, dass der **Vor- und Nachlauf auf der Strasse** und allenfalls via Anschlussgleis auf der Schiene erfolgt. Der **Hauptlauf wird durch die Bahn** durchgeführt. Die intermodale Transportkette lässt sich wie folgt unterteilen:

- **Begleiteter Kombinierter Verkehr** (Rollende Landstrasse), nachstehend **Kombi RoLa**;
- **Unbegleiteter Kombinierter Verkehr** (Container, Sattelauflieger, Wechselaufbauten), nachstehend **Kombi UKV**;
- **Konventionelle Wagenladungsverkehre** (gebrochene Transportkette); nachstehend Wageladungsverkehr **WLV**, unterteilt nach Wagengruppenzügen und Ganzzügen.

Ergänzend zu den hierbei analysierten Transportketten werden zu Vergleichszwecken und als Referenzfall auch die Kosten eines **unimodalen Strassentransportes** auf den betrachteten Routen berechnet.

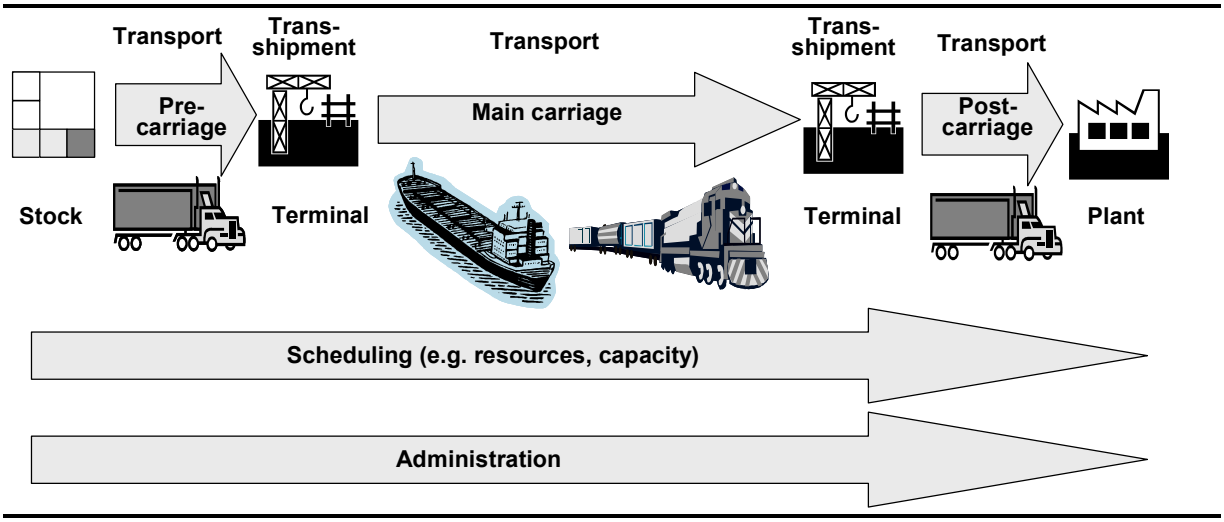
Zusammen mit dem Auftraggeber wurden eine Reihe zu analysierender **Kombinationen bzgl. Produkt - Relationen** und die dazugehörenden Annahmen gewählt (vgl. Tabelle 2).

 © IDT-HSG

Um eine vergleichende betriebswirtschaftliche Analyse verschiedener Produkte durchführen zu können, werden die Kostenstrukturen als Ansatzpunkt bzw. Gegenstand der Betrachtung gewählt. Aufgabe der traditionellen Kosten- und Leistungsrechnung ist eine Erfassung, Verteilung und Zurechnung dieser Kosten zu den jeweiligen **Kostenverursachern** (Kostenträgern). Die Erfassung der Kosten erfolgt dabei über unterschiedliche **Kostenkategorien**, wie z.B. Personalkosten, Instandhaltungskosten, Energiekosten, Nutzungskosten (Abschreibungen) der Infrastruktur oder Kapitalkosten. Die Vollkostenrechnung strebte eine vollständige Verrechnung aller Kosten auf die Kostenträger (Produkte) an. Dabei würden für die Verrechnung fixer Kosten und Gemeinkosten über Zuschlagssätze Schlüsselgrössen herangezogen, womit eine Durchbrechung des Verursachungsprinzips einher ginge. **Zur Vereinfachung werden im vorliegenden Projekt nur diejenigen mit einem Transport direkt entstehenden Kosten berücksichtigt, insbesondere unter Vernachlässigung von Scheduling- und Administrationskosten** (vgl. Abbildung 1), allerdings unter Berücksichtigung von direkt mit einem Transport verrechenbaren fixen Kosten.

Typischerweise sind im Bereich von Verkehrsleistungen auch Subventionen und Abgaben (nachstehend: fiskalische Interventionen) Bestandteil der Wirtschaftlichkeit und müssen daher in einer betriebswirtschaftlichen Kostenanalyse Berücksichtigung finden, indem sie in den ausgewählten intermodalen Transportketten sowie im Referenzfall den zugehörigen Prozessen zugeordnet werden (z.B. für Umschlagsprozesse an Terminals). Hierbei ist zu unterschieden nach konsumtiven und investiven fiskalischen Interventionen. Weiter ist auch der für einen Prozess verantwortliche Akteur zu identifizieren (z.B. EVU oder Terminalbetreiber). Mit dem Ziel einer Beurteilung der Effizienz solcher fiskalischen Interventionen werden sämtliche Kosten am Ende bereinigt erfasst, d.h. unter - wo gegeben - expliziter Identifikation von Abgaben oder Subventionen.

Abbildung 1: Generisches Prozessmodell



 © IDT-HSG

Tabelle 2: Die wichtigsten Annahmen in der Übersicht

	Unimodal LKW (Referenzfall)	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv.)**	**WLV Ganzzug**
Auslastung (in Anlehnung an ZEB (BAV) Payload	LKW: 50%	LKW: 70% Bahnwagen: 85%	Container TEU: 70% Bahnwagen: 60%	Bahnwagen: 85%	Bahnwagen: 100%
Feeding (Vorlauf)	50 km auf Strasse	50 km auf Strasse	50 km auf Strasse	50 km ab Anschluss-gleis	Kein Vorlauf
Hauptlauf	916 km Duisburg - Novara auf Strasse	490 km Duisburg - Freiburg i.Br. auf Strasse 426 km Freiburg i.Br. - Novara auf Schiene	964 km Duisburg - Gallarate auf Schiene	964 km Duisburg - Gallarate auf Schiene	964 km Duisburg - Gallarate auf Schiene
Defeeding (Nachlauf)	50 km auf Strasse	50 km auf Strasse	50 km auf Strasse	50 km auf Strasse	Kein Nachlauf
Zahl der Flügelzüge	-	-	-	4	0
Zahl der Wagen/ Zug		22	25	20	20

Für eine vollständige Übersicht der Modellparameter sei auf Kap. 7.1 verwiesen.

© IDT-HSG

2.4 Methodologie

Für jeden der vier zu untersuchenden Modi werden die **Kosten von Ressourcen auf Aktivitätenebene** zugeordnet (zu den Resultaten dieser Zuordnung vgl. Kap. 7.1 im Anhang). Die Kosten eines Alpen querenden Transports wurden sodann mit Hilfe von MS Excel ® Spreadsheets modelliert (vgl. Datei Kostenvergleich&Sensitivitäten(Modell).xls) sowie die **Sensitivitäten der Transportkosten auf eine Veränderung auf der Ressourcenebene** berechnet (vgl. Kap. 7.2 im Anhang). Der Einfachheit halber wurde hierbei ein logarithmischer Ansatz gewählt, d.h. es wurde eine Verdoppelung der Einheiten (Menge oder Preis) auf der Ressourcenebene stipuliert und sodann einzeln berechnet, welchen Effekt ein solches Delta auf die Transportkosten insgesamt hat. Ein weiteres Analysemodul stellt die Beschreibung der gegenwärtigen Förderungen des Alpen querenden Güterverkehrs dar.

2.5 Einschränkungen/ Limitations

Dieser Studie liegt ein **Modellfall** (verschiedene Modi im Vergleich für die Relation Ruhrgebiet - Lombardei) zu Grunde. Den Autoren ist bewusst, dass damit nur ein (jedoch bedeutendes) Segment unter vielen berücksichtigt wird. Insbesondere sei darauf hingewiesen, dass der Schweizerische Streckenabschnitt innerhalb dieser Relation vergleichsweise kurz ist und die entsprechenden wirtschaftlichen und politischen Einflussmöglichkeiten beschränkt sind.

Darüber hinaus wird den modus-spezifischen **Unterschieden bzgl. Gütertypologie** aus Vereinfachungsgründen nicht Rechnung getragen; die berücksichtigten Einheiten sind Tonnen, nicht aber bspw. Volumen. Den Autoren ist ebenfalls bewusst, dass bspw. Rohstoffe oft via WLV, voluminöse Kaufmannsgüter dagegen mit dem LKW befördert werden und bspw. Gefahrengüter oft mit UKV oder RoLa befördert werden. Die Studie unterliegt damit letztlich den gleichen Einschränkungen wie die Güterverkehrsstatistik, welche ebenfalls nur in der Masseinheit Tonnen rechnet (ebenfalls ohne Volumenspezifika zu berücksichtigen).

2.6 Inhalt des Berichts

Der Bericht ist folgendermassen strukturiert:

Im nachfolgenden Kapitel 3 werden die einzelnen Prozessmodelle in einer Übersicht dargestellt. Details, insbesondere bzgl. Kostenzuordnung, sind in Kap 7.1 (Anhang) zu den Modellparametern ersichtlich. In Kapitel 4 werden sodann die einzelnen Resultate der Analyse zusammengefasst und diskutiert. In Kap. 5 werden sodann die zentralen Forschungsfragen im Lichte der Analyseresultate diskutiert und Schlussfolgerungen gezogen.

© IDT-HSG

2.7 Acknowledgements

Die Autoren des Berichts danken Prof. Dr. Wolfgang Stölzle, M.Sc. Bettina Resch (beide Lehrstuhl für Logistikmanagement der Universität St. Gallen) sowie Dr. Roman Rudel (Istituto di Ricerche Economiche, University della Svizzera Italiana) für ihre wertvollen materiellen Inputs. Während am Lehrstuhl für Logistikmanagement die Prozessmodelle erstellt wurden, war das Istituto di Ricerche Economiche für die Erstellung einer Übersicht über die gegenwärtige Subventionspolitik verantwortlich.

 © IDT-HSG

3 Prozessmodelle

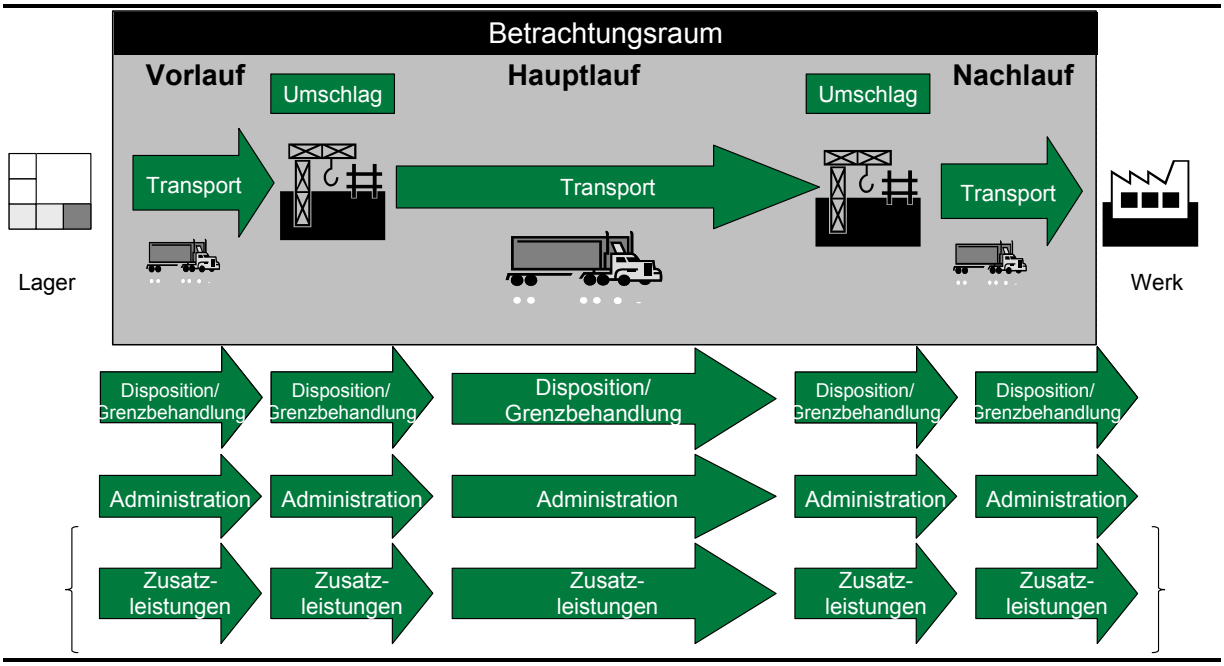
Im vorliegenden Kapitel werden die Prozessmodelle, auf Basis derer sodann die Kosten der Aktivitäten analysiert wurden, dargestellt. Die auf den Prozessmodellen und Aktivitätenebenen beruhenden genauen Modellparameter sind im Anhang in Kap. 7 dargestellt.

Der materielle Inhalt dieses Kapitels wurde freundlicherweise zur Verfügung gestellt vom Lehrstuhl für Logistikmanagement der Universität St. Gallen, namentlich Prof. Dr. Wolfgang Stölzle sowie M.Sc. Bettina Resch.

3.1 Modus: Unimodal LKW

Die Prozesskette beim unimodalen LKW Transport zeichnet sich im komplexen Fall im wesentlichen durch zwei Feedings (Vor- und Nachlauf), einem Hauptlauf sowie zwei Umschlagvorgängen aus (vgl. Abbildung 2), mit Spediteuren und Frachtführer als wesentlichste Beteiligte (vgl. Abbildung 3).

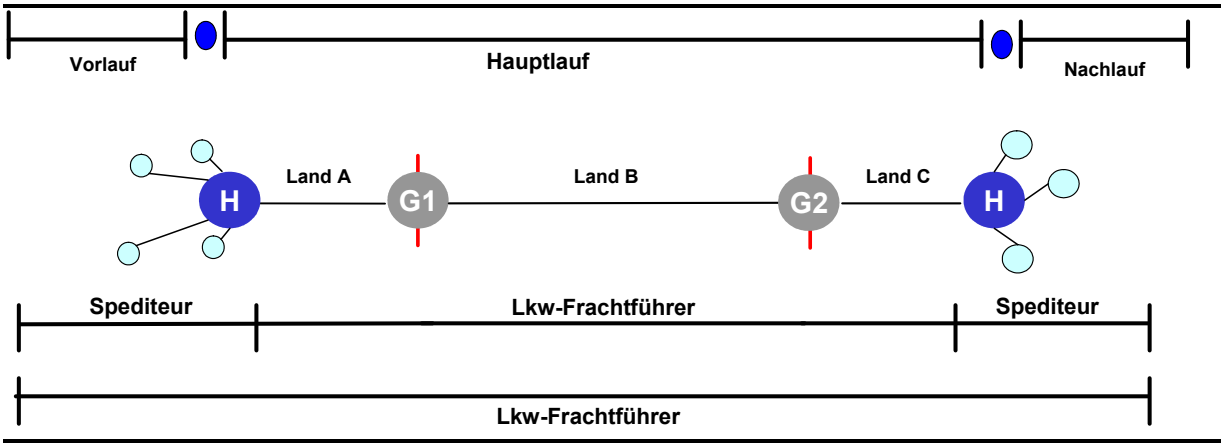
Abbildung 2: Prozesskette beim unimodalen LKW-Transport



Quelle: Hoffmann (2007)

© IDT-HSG

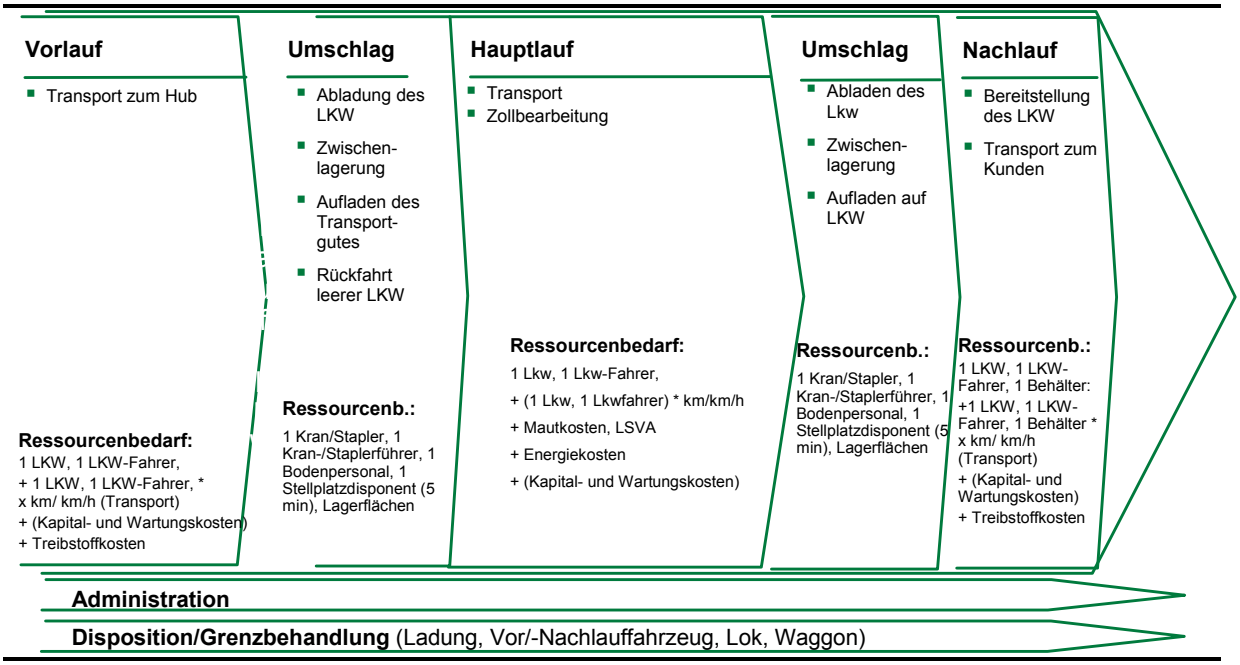
Abbildung 3: Prozessbeteiligte beim unimodalen LKW Transport



Quelle: Hoffmann (2007)

Zu den wesentlichsten Ressourcen auf Aktivitätsebene gehören Personal sowie LKW als Haupt-Verkehrsträger (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4: Ressourcenzuordnung auf Aktivitätsebene beim unimodalen LKW Transport



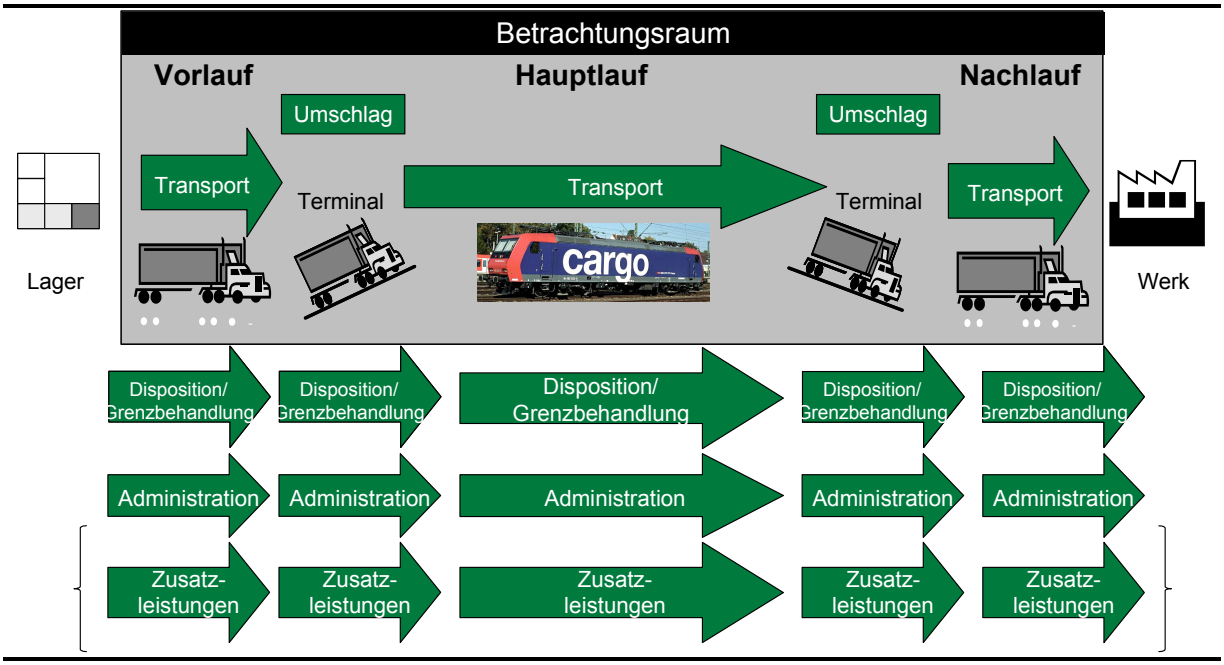
Quelle: Hoffmann (2007)

© IDT-HSG

3.2 Modus: Kombi RoLa

Die Prozesskette beim kombinierten Verkehr mit der Rollenden Landstrasse zeichnet sich im wesentlichen durch einen Vorlauf zum bzw. Nachlauf ab Rola-Terminal (welche gegebenenfalls mehrere hundert oder mehr Kilometer betragen können), sowie einem Hauptlauf auf der RoLa aus. Dazu kommen zwei Umschlagsvorgänge, bei welchen der LKW auf den Zug geladen bzw. entladen wird (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 5: Prozesskette beim Kombi RoLa

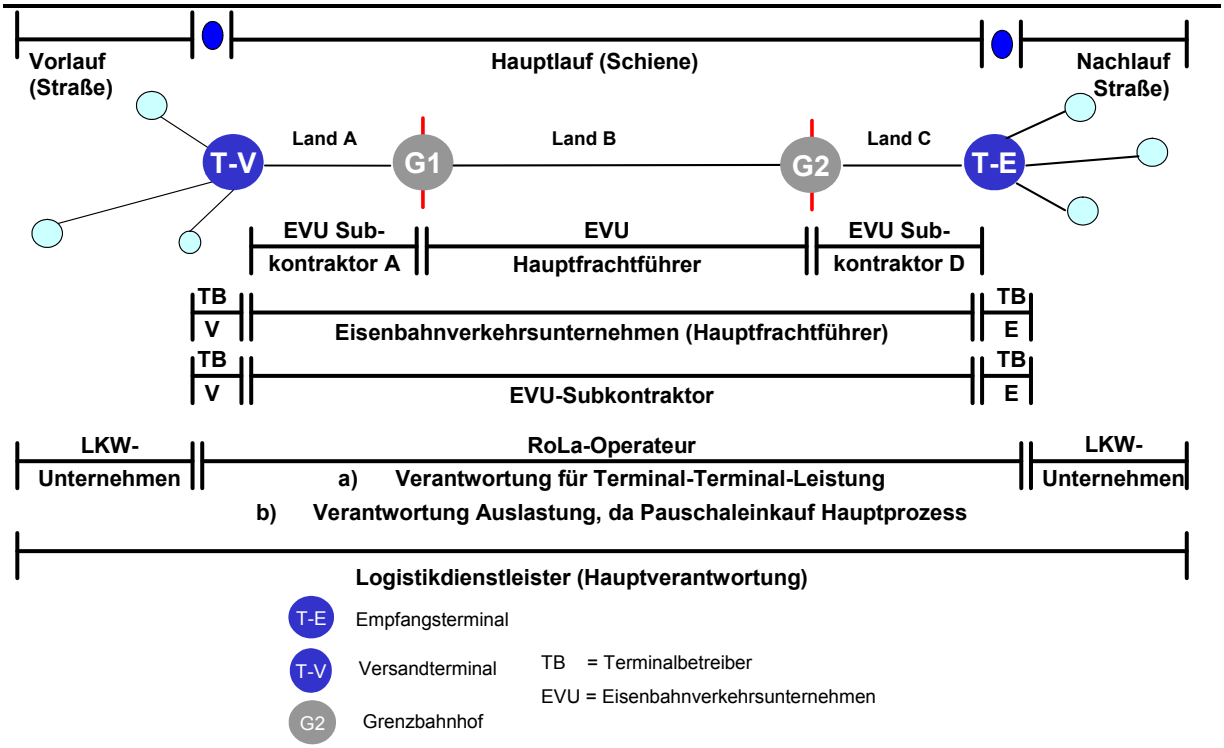


Quelle: Hoffmann (2007)

© IDT-HSG

Zu den wesentlichsten Prozessbeteiligten gehören EVU Subkontraktoren und Hauptfrachtführer, RoLa Operateure sowie Logistikdienstleister. Das System ist fallweise mehr oder weniger komplex und beinhaltet eine unterschiedliche Zahl Akteure mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten (vgl. Abbildung 6).

Abbildung 6: Prozessbeteiligte beim Kombi RoLa

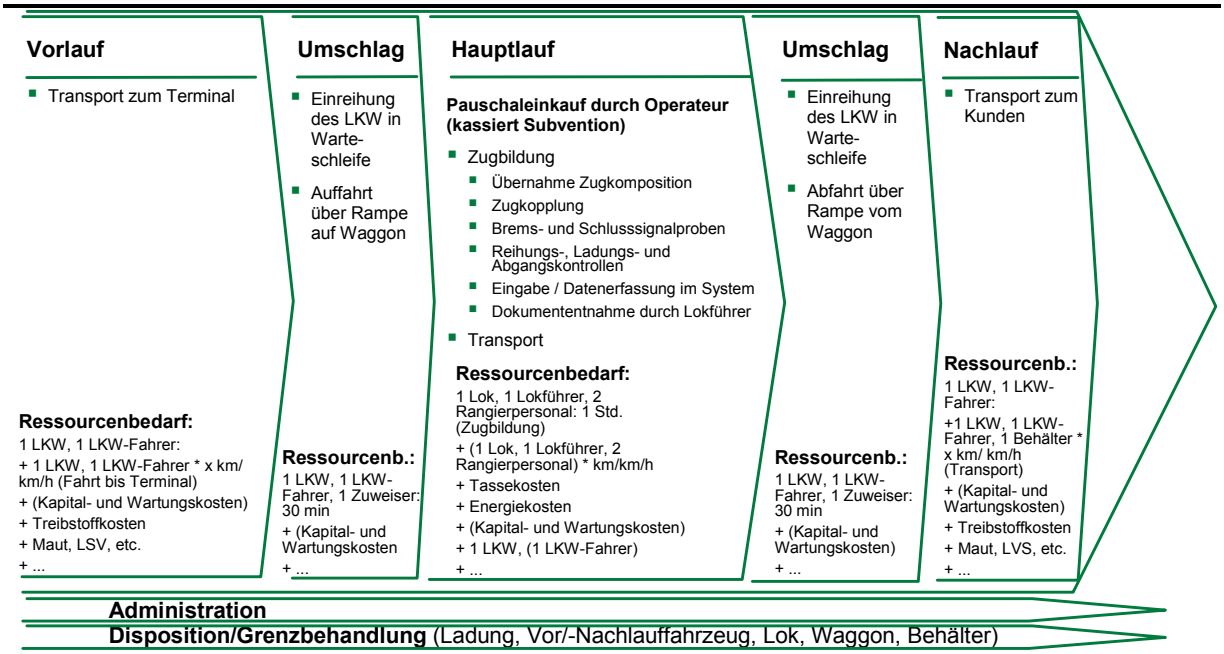


Quelle: Hoffmann (2007)

© IDT-HSG

Zu den wesentlichsten Ressourcen bei der RoLa gehört die Schienen- und Strasseninfrastruktur und das entsprechende Rollmaterial (LKW und RoLa), Terminalinfrastruktur sowie Personal (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7: Ressourcenzuordnung auf Aktivitätsebene beim Kombi RoLa

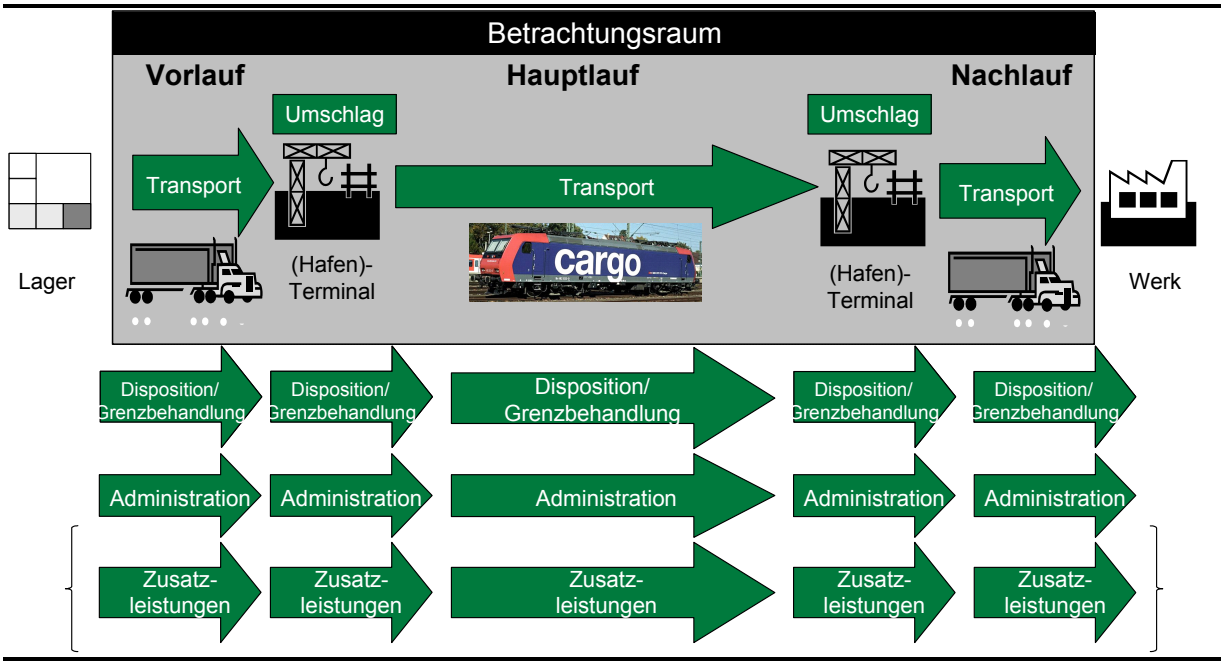


Quelle: Hoffmann (2007)

3.3 Modus: Kombi UKV

Die Prozesskette beim unbegleiteten kombinierten Verkehr zeichnet sich im wesentlichen durch einen LKW-Vorlauf zum bzw. LKW-Nachlauf ab (Hafen-) Terminal (welche gegebenenfalls mehrere hundert oder mehr Kilometer betragen können), sowie einem Hauptlauf auf der Schiene aus. Dazu kommen zwei Umschlagsvorgänge, bei welchen Container auf den Zug geladen bzw. entladen werden (vgl. Abbildung 8).

Abbildung 8: Prozesskette beim Kombi UKV

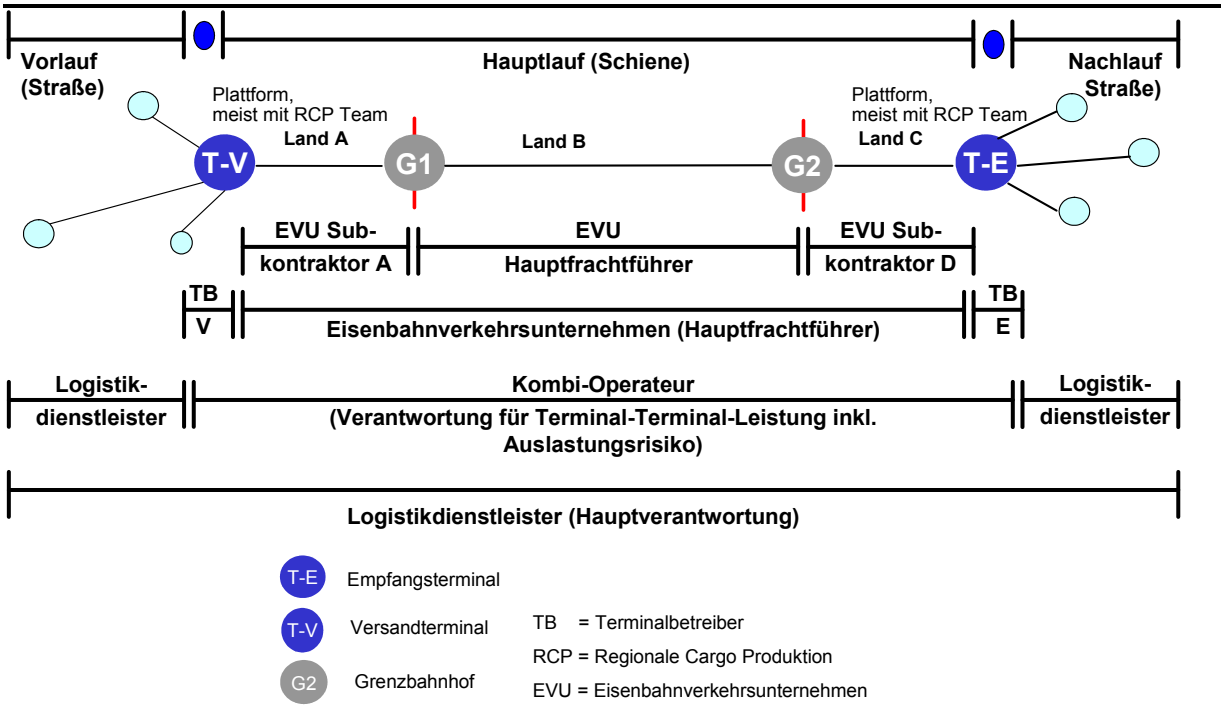


Quelle: Hoffmann (2007)

© IDT-HSG

Zu den wesentlichsten Prozessbeteiligten gehören EVU Subkontraktoren und Hauptfrachtführer, Kombi Operateure sowie Logistikdienstleister. Das System ist fallweise mehr oder weniger komplex und beinhaltet eine unterschiedliche Zahl Akteure mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten (vgl. Abbildung 9).

Abbildung 9: Prozessbeteiligte beim Kombi UKV

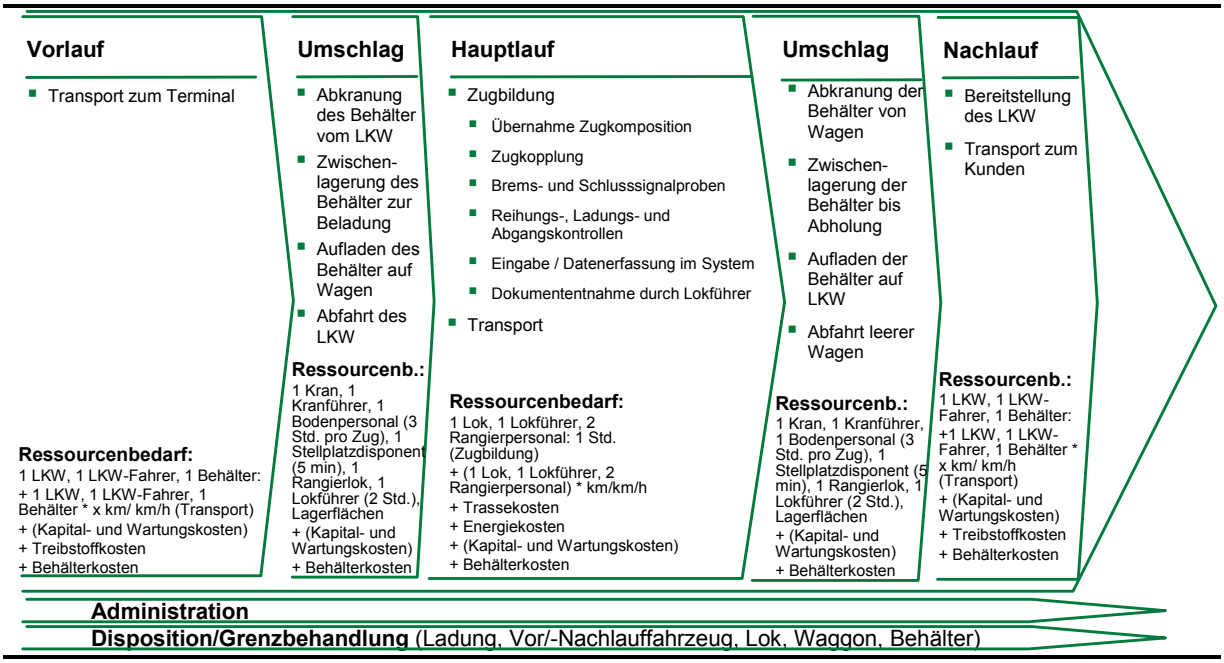


Quelle: Hoffmann (2007)

© IDT-HSG

Zu den wesentlichsten Ressourcen beim UKV gehören die Schieneninfrastruktur und das entsprechende Rollmaterial, Terminalinfrastruktur sowie Personal (vgl. Abbildung 10).

Abbildung 10: Ressourcenzuordnung auf Aktivitätsebene beim Kombi UKV



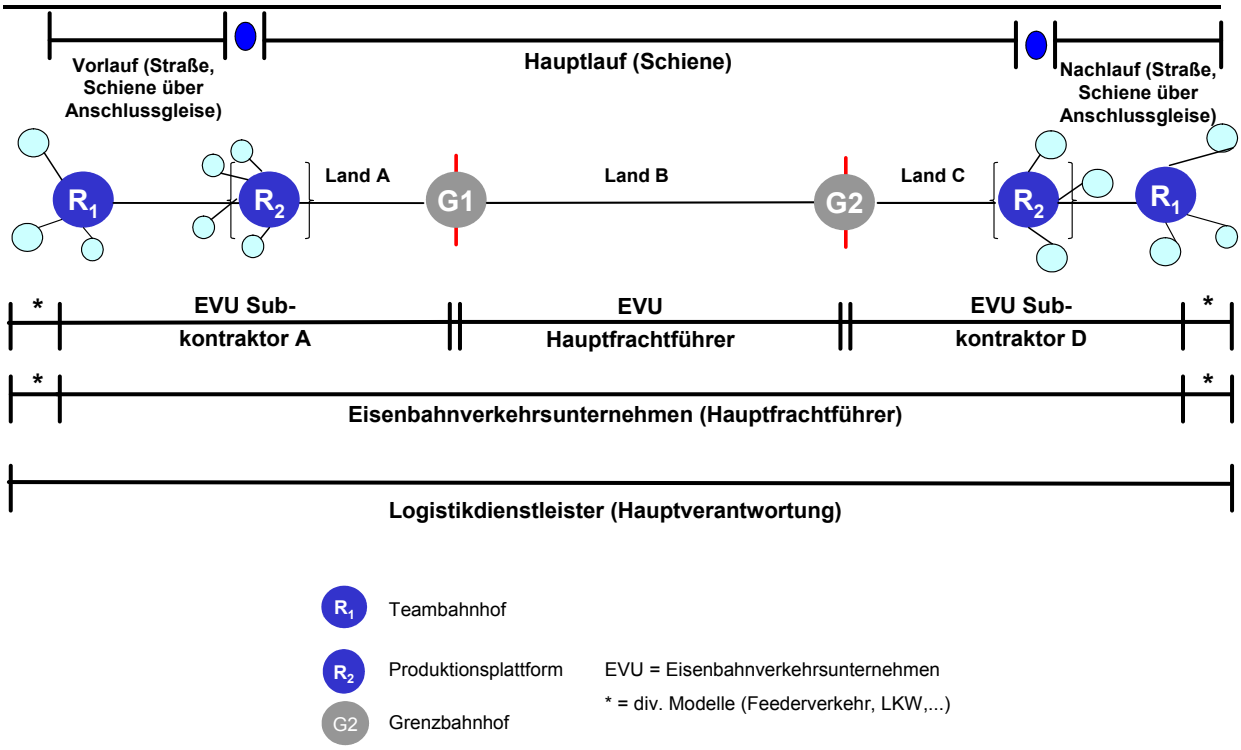
Quelle: Hoffmann (2007)

3.4 Modus: Konventioneller Wagenladungsverkehr

Anders als beim UKV oder der RoLa verzeichnet der konventionelle Wagenladungsverkehr mit diversen Modellen beim Feederverkehr, subkontrahierenden Eisenbahnverkehrsunternehmen sowie einem Eisenbahnunternehmen als Hauptfrachtführer eine geringfügig geringere Komplexität. Diese entsteht vielmehr aufgrund der mitunter zahlreichen Rangiervorgänge in den Teambahnhöfen und Produktionsplattformen (vgl. Abbildung 11).

Damit ist auch die Ressourcenzuordnung auf der Aktivitätenebene primär getrieben durch Schieneninfrastruktur, Rangierinfrastruktur- und Personal sowie den verschiedenen Modellen im Feederverkehr (Anschlussgeleise, LKW, usw.; vgl. Abbildung 12).

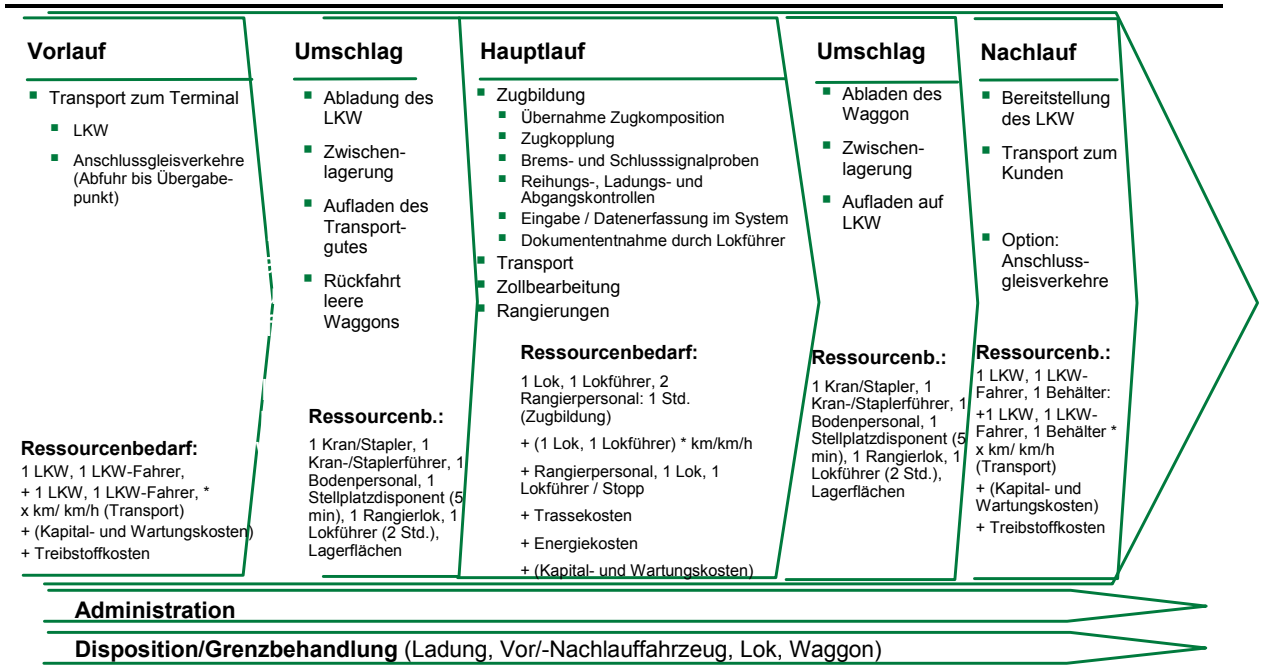
Abbildung 11: Prozessbeteiligte beim konventionellen Wagenladungsverkehr



Quelle: Hoffmann (2007)

© IDT-HSG

Abbildung 12: Ressourcenzuordnung auf Aktivitätsebene beim konventionellen Wagenladungsverkehr



Quelle: Hoffmann (2007)

4 Resultate

4.1 Übersicht Modellrechnungen

Das vorliegende Kapitel fasst die Resultate der Modellrechnungen zusammen und interpretiert diese in einem ersten Schritt (für eine vollständige Darstellung insbesondere auch der Sensitivitäten sei auf die Datei *Kostenvergleich& Sensitvitäten(Modell).xls* verwiesen). Eine weiterführende Diskussion der Resultate im Licht der Forschungsfragen (Transportkosten-, Trassen- und Subventionseffizienz) erfolgt in Kap. 5.

4.1.1 Modellrechnungen

Die Modellrechnungen zeigen verhältnismässig **grosse modalspezifische Unterschiede** bei den Kosten für einen Alpen querenden Gütertransport auf (vgl. Tabelle 3). Unter den gegebenen Annahmen erweist sich der WLV Ganzzug mit 27 CHF pro Tonne Nutzlast als die günstigste Variante, gefolgt von Kombi UKV (50 CHF pro Tonne Nutzlast) sowie dem konventionellen WLV (54 CHF pro Tonne Nutzlast). Kombi RoLa schneidet dagegen mit 122 CHF pro Tonne Nutzlast bereits deutlich schlechter ab. Der Benchmark - Unimodal LKW weist dagegen mit 240 CHF pro Tonne Nutzlast die vergleichsweise höchsten Kosten auf (v.a. auch aufgrund der durchschnittlich tiefen gewichtsmässigen Auslastung). Ein ähnliches Abbild ergibt sich bei den **Kosten/ Tonnenkilometer**, wo der Kombi UKV sowie WLV weniger als die Hälfte der Kombi RoLa und nur etwa ein Viertel der Tonnenkilometerkosten eines unimodalen LKW Transports aufweisen.

Tabelle 3: Kosten des Alpen querenden Gütertransports im Modell

KOSTEN	Unimodal LKW	Kombi RoLa	Kombi UKV	WLV (konv)	WLV Ganzzug
				Totalzahl Flügelzüge: 4; Zahl der Wagen pro Zug: 5	
Annahmen Auslastung					
Auslastung LKW/ Container in %	50.00	70.00	80.00		
Auslastung Wagen in %		85.00	60.00	85.00	100.00
Gewichte					
Gesamtgewicht in t pro Transportvorgang	40.00	1'196.80	1'313.60	1'289.00	1'580.00
Total Payload in t pro Transportvorgang	12.00	319.20	525.60	629.00	851.00
Anteil Payload in % Gesamtgewicht	15.00	26.67	40.01	48.80	53.86
Total Zeitaufwand in Minuten	938.00	1'208.00	1'396.00	1'385.50	1'276.00
Detailkosten					
Total Bruttolohnkosten Traktion	406.65	6'270.41	1'795.39	3'867.68	1'414.67
Total Rollmaterial- und Traktionskosten (exkl. Löhne)	2'477.89	32'226.07	20'965.90	24'434.29	18'073.07
Umschlag- und Terminalkosten (inkl. Löhne)	0.00	387.49	3'675.83	3'117.00	414.00
Total Kosten					
Total Kosten	2'884.55	38'883.96	26'437.12	34'218.97	23'121.74
Total Kosten/ Tonne Nutzlast	240.38	121.82	50.30	54.40	27.17
Total Kosten/ Tonnenkilometer	0.24	0.12	0.05	0.05	0.03
Total Kosten/ Tonnenminute	0.26	0.10	0.04	0.04	0.02
Kostenverteilung					
Total Bruttolohnkosten Traktion	14.10%	16.13%	6.79%	11.30%	6.12%
Total Rollmaterial- und Traktionskosten (exkl. Löhne)	85.90%	82.88%	79.30%	71.41%	78.16%
Umschlag- und Terminalkosten (inkl. Löhne)	0.00%	1.00%	13.90%	9.11%	1.79%

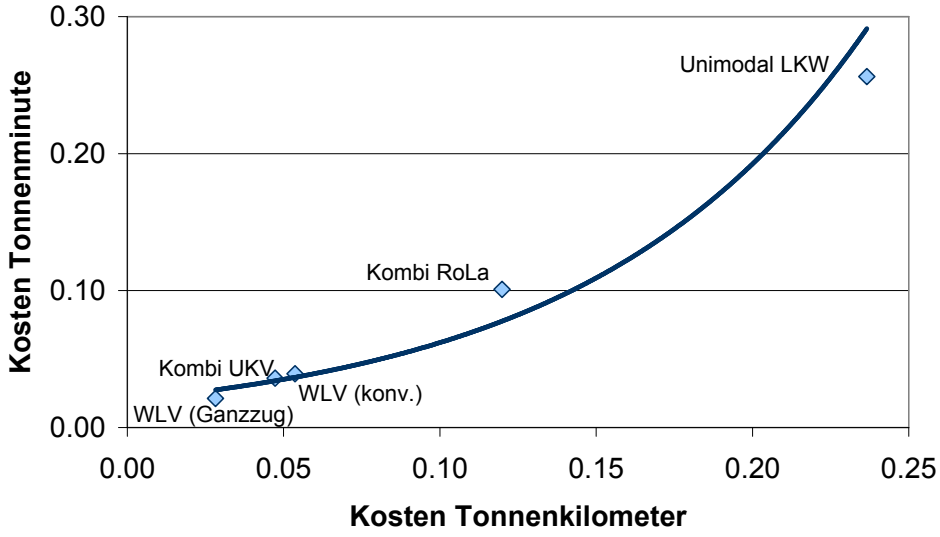
Bitte beachten: Die Auslastungsannahmen lehnen sich an die Angaben von SBB Cargo sowie BAV (Kapazitäten für die Umsetzung der Verlagerung nach Vernehmlassungsvorlage Güterverkehrsgesetz) an.

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der Modellparameter

 © IDT-HSG

Die Resultate weisen weiter auf einen **Zusammenhang zwischen Transportkosten und Zeitbedarfstruktur** hin. Stellt man die Kosten pro Tonnenkilometer dem Zeitaufwand in Form der Kosten pro Tonnenminute gegenüber, so ergibt sich ein **exponentieller Zusammenhang** (vgl. Abbildung 13). Eine Geschwindigkeitszunahme, dargestellt in vergleichsweise höheren Kosten pro Tonnenminute steht in einer exponentiellen (und nicht linearen) Beziehung mit den Kosten pro Tonnenkilometer, d.h. **marginale Zeitvorteile werden mit marginal vergleichsweise höheren Kosten erkauft**.

Abbildung 13: Beziehung zwischen den Kosten pro Tonnenkilometer und Kosten pro Tonnenminute



Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der Modellparameter

Einen vertieften Einblick in die **Struktur der Kostentreiber** ergibt die **Analyse der Sensitivitäten** (vgl. Tabelle 4; zu den vollständigen Resultaten vgl. Kap. 7.2). Diese Sensitivitäten stellen die prozentuale Erhöhung der Gesamttransportkosten bei einer Verdoppelung (+100%) einer einzelnen Kostenkategorie (ceteris paribus) dar. Die Resultate dieser Analyse identifizieren nachstehende zentrale Kostentreiber (zunächst aus **Perspektive der Kostenarten**; es werden jeweils die Modi mit den höchsten Sensitivitäten angeführt):

- Die **Distanz des Hauptlaufs in Deutschland** entfaltet ihre Wirkung v.a. bei Kombi RoLa, WLV Ganzzug und Unimodal LKW.
- Die **Distanz des Hauptlaufs durch die Schweiz** macht sich v.a. bei Unimodal LKW, WLV Ganzzug und Kombi UKV und bemerkbar.
- **Betriebs- und Energiekosten** wirken v.a. bei Unimodal LKW. Doch auch bei der RoLa weisen diese Kosten eine hohe Sensitivität aus.
- Die **Betriebskosten für das Rollmaterial Schiene** entfalten beim Kombi UKV und beim WLV (Ganzzug) die vergleichsweise grösste Wirkung, nicht zuletzt da auch wesentliche Teile bei diesem Modus auf diese Kostenart entfallen.
- Gleich wie bei den Betriebs- und Unterhaltskosten entfaltet auch das **Trassenpricing** im Kombi UKV und WLV die vergleichsweise grösste Wirkung, da diese Kosten auch einen hohen Anteil haben.
- **Personalkosten** sind insbesondere bei der RoLa ein Thema.

 © IDT-HSG

Präsentiert man dagegen die Resultate aus der **Perspektive der einzelnen Modi**, so ergeben sich nachstehende zentrale Kostentreiber (in jeweils absteigender Reihenfolge; Werte höher als 10%):

Tabelle 4: Sensitivität der Kosten des Alpen querenden Gütertransports im Modell

Distanzen	**Unimodal LKW**	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv)**	**WLV Ganzzug**
Distanz Hautlauf Deutschland	39.11%	49.57%	37.60%	27.60%	48.33%
Distanz Hauptlauf Italien	5.82%	4.62%	7.32%	5.37%	9.41%
Distanz CH Grenze zu Grenze	34.10%	6.49%	15.90%	11.67%	20.43%
Zeitaufwand CH Grenze zu Grenze	3.79%	1.71%	1.27%	0.98%	1.45%
Betriebskosten LKW	**Unimodal LKW**	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv)**	**WLV Ganzzug**
Abschreibung	13.65%	11.17%	2.20%	2.48%	0.00%
Kalkulatorische Zinsen	7.10%	5.81%	1.14%	1.29%	0.00%
Steuern	6.55%	5.36%	1.06%	1.19%	0.00%
Versicherung	8.19%	6.70%	1.32%	1.49%	0.00%
Instandhaltung und Reparaturen	7.64%	6.26%	1.23%	1.39%	0.00%
Bereifung	2.18%	1.79%	0.35%	0.40%	0.00%
Energie LKW	**Unimodal LKW**	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv)**	**WLV Ganzzug**
Minimalverbrauch	9.14%	7.48%	1.47%	2.58%	0.00%
Maximalverbrauch	12.19%	9.97%	1.96%	3.44%	0.00%
Diesel Treibstoff Preis	21.33%	17.46%	3.44%	6.02%	0.00%
Betriebskosten Lokomotive	**Unimodal LKW**	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv)**	**WLV Ganzzug**
Laufleistungsspezifische Inv'kosten		2.85%	4.74%	4.12%	5.42%
Unterhalt		0.99%	1.64%	1.43%	1.88%
Betriebskosten Wagen	**Unimodal LKW**	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv)**	**WLV Ganzzug**
Abschreibung + kalk. Zinsen		4.53%	7.06%	4.45%	7.43%
Unterhalt		2.65%	4.24%	2.67%	4.46%
Trassenpreis	**Unimodal LKW**	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv)**	**WLV Ganzzug**
Energie (Strom)		3.54%	12.93%	15.91%	17.79%
Unterhalt		3.28%	11.97%	14.73%	16.47%
Fahrdienst		0.44%	1.46%	1.13%	1.67%
Deckungsbeitrag		4.59%	16.76%	12.71%	23.06%
SIM Zuschlag		0.77%	1.13%	0.00%	0.00%
Personalkosten	**Unimodal LKW**	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv)**	**WLV Ganzzug**
Personalkosten LKW Fahrer	8.13%	14.07%	0.39%	5.17%	0.00%
Personalkosten Lokomotivführer		2.05%	5.35%	6.13%	6.12%
Umschlag (Auswahl der grössten Treiber)	**Unimodal LKW**	**Kombi RoLa**	**Kombi UKV**	**WLV (konv)**	**WLV Ganzzug**
Terminalkosten pro Hub (Vollkosten bei Kombi UKV)			8.62%		
Zahl der LKW pro Wagen (bei WLV)				24.65%	0.00%

Bitte beachten: Die Werte geben die Veränderung der Gesamt-Transportkosten bei einer Verdoppelung der Parameter wieder.

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der Modellparameter

- **Unimodal LKW:** Distanz Hauptlauf Deutschland (39%), Distanz Hauptlauf Schweiz (34%), Diesel Treibstoff Preis (21%), Abschreibung LKW (14%), Treibstoffverbrauch (11%; Mittelwert). Die Kosten dieses Modus sind erwartungsgemäss stark von der Distanz und Energieverbrauch und -kosten getrieben.
- **Kombi RoLa:** Distanz Hauptlauf Deutschland (50%), Diesel Treibstoff Preis (17%), Personalkosten LKW Fahrer (14%), Abschreibung LKW (11%). Kombi RoLa ist ähnlich wie Unimodal LKW stark von der Distanz sowie LKW-Kosten getrieben.
- **Kombi UKV:** Distanz Hauptlauf Deutschland (38%), Deckungsbeitrag (17%; via Trassenpreis), Distanz Hauptlauf Schweiz (16%), Energie (13%; via Trassenpreis), Unterhalt (12%; via Trassenpreis);
- **WLV (konv.):** Distanz Hauptlauf Deutschland (27%), Energie (16%; via Trassenpreis), Unterhalt (15%; via Trassenpreis), Deckungsbeitrag (13%; via Trassenpreis), Distanz Hauptlauf Schweiz (12%);

 © IDT-HSG

- **WLV (Ganzzug):** Distanz Hauptlauf Deutschland (48%), Distanz Hauptlauf Schweiz (20%), Deckungsbeitrag (23%; via Trassenpreis), Energie (16%; via Trassenpreis), Unterhalt (15%; via Trassenpreis).

4.1.2 Interpretationen

Die Resultate zeigen, dass beim Vergleich der Modi - vom Benchmark Unimodal LKW abgesehen - die **RoLa am vergleichsweise schlechtesten abschneidet** und zwar nicht nur bzgl. der Gesamtkosten pro Transport einer Tonne Payload sondern auch - um ein Effizienzmass einzuführen - pro Tonnenkilometer Payload. Dieses Resultat ist mehrfach begründ- bzw. erklärbar: (1) Je länger die Zufahrtswege zu den RoLa Laderampen, umso eher entstehen Kostentreiber ähnlich einem unimodalen LKW Transport und weniger einem Schienentransport; (2) Kombi RoLa bedingt auch den Transport grosser Tara-Lasten auf der Schiene; dies vermindert die transportierbare Nutzlast. Die **Payload** ist beim **Kombi UKV** pro Zug mehr als 200t höher (im WLV konventionell oder Ganzzügen können mindestens noch einmal 100 t Payload pro Zug mehr transportiert werden). Dieses Mehrgewicht gepaart mit dem **Wegfalls eines LKW** Hauptlaufs führt zu **massiv weniger Kosten**, was sich günstiger auf die Performance dieses Modus auswirkt. Besser als Kombi UKV schneidet folglich lediglich der WLV Ganzzug ab; beim konventionellen WLV entstehen dagegen v.a. durch den Umschlag und die Rangierungen Kosten, welche sich vergleichsweise ungünstig auf die Performance dieses Modus auswirken (dennoch ist diese immer noch deutlich besser als diejenige der RoLa). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Kombi UKV und WLV v.a. über grosse Distanzen gute (im Sinne von kostengünstig und effizient) Modi sind, wogegen Kombi RoLa nur dann eine vergleichsweise bessere Performance aufweist, wenn die Hauptläufe auf der Strasse minimiert werden. **Ein mehrere hundert Kilometer langer Hauptlauf der Strasse vor dem Verlad auf die RoLa hat eine klare Schlechterstellung dieses Modus im Vergleich zu den anderen diskutierten zur Folge**.

 © IDT-HSG

4.2 Analyse der Fördermechanismen des Alpen querenden Güterverkehrs

Der materielle Inhalt des vorliegenden Kapitels wurde freundlicherweise zur Verfügung gestellt vom Istituto Ricerche Economiche an der Universita della Svizzera Italiana (Lugano), namentlich Dr. Roman Rudel.

4.2.1 Einleitung und Abgrenzungen

Das vorliegende Kapitel gibt eine kurze Übersicht über Art und Ausmass der Förderung des kombinierten Güterverkehrs durch die Alpen. Hierzu werden die gesetzlichen Grundlagen zur Förderung des Alpen querenden KV in der Schweiz, Italien und Deutschland dargestellt, wobei eine Aufschlüsselung der Subventionen oder Förderbeiträge erfolgt nach:

- verschiedenen Bereichen (Terminal, Transport, Rollmaterial etc.)
- Akteurkategorien (Verlader, KV-Operator, Infrastrukturbesitzer, Traktionär).

Die Analyse ist auf die Schweiz, Italien und Deutschland begrenzt und es werden nur die finanziellen Subventionen oder Förderbeiträge betrachtet:

- Ordnungspolitische Erleichterungen des Kombiverkehrs bspw. im Vor- oder Nachlauf werden nicht berücksichtigt.
- Steuerpolitische Aspekte von KV-Unternehmen können im Rahmen dieser Studie ebenfalls nicht einbezogen werden.
- Auswirkungen durch höhere Abgaben oder sonstigen Auflagen (Schwerverkehrskontrollen) des Strassengüterverkehrs sind nicht Teil dieser Studie.
- Ausbau der Eisenbahninfrastruktur als wichtiger Wettbewerbsfaktor gegenüber der Strassen wird ebenfalls nicht berücksichtigt.
- Es werden nur die im transalpinen Güterverkehr üblichen Produktionsformen des kombinierten Strassen - Schienen -Güterverkehrs untersucht.
- EU-Förderprogramme (Marco Polo) gelten nur für Neuverkehre und schwierig, mit konventionellen Subventionen oder Förderbeiträgen zu vergleichen. Sie gehören nicht zum Untersuchungsgegenstand.

4.2.2 Förderziele und -ansätze

Die einzelnen Länder entlang der N-S Transitachse verfolgen mit ihrer Förderung unterschiedliche Ziele:

- **Schweiz:** Grundlage der KV-Förderung bildet das Verlagerungsziel im transalpinen Güterverkehr (Alpenschutzartikel). Es werden aber auch der Kombiverkehr auf Binnen-, Import- und Exportrelationen unterstützt. Im Binnenkombi fallen “alternative” Produktionsformen wie ACTS, Cargo-Domino, Postcontainer ebenfalls in die Kategorie des Kombiverkehrs.
- **Italien:** Die Unterstützung des Kombiverkehrs in Italien geht auf europäische Verordnungen zur Förderung des Schienenverkehrs zurück.
- **Deutschland:** Förderung neuer nationaler KV-Verkehre. Ergänzung zu europäischen Zielen im Rahmen des Weissbuches.

Die **gesetzlichen Grundlagen** hierfür sind:

- **Schweiz:** Verlagerungsgesetz:
  - Geltungsdauer 2000-2010
  - Jährlicher Umfang rund 240 Mio. CHF (Maximalbetrag)
  - Weiterführung: 3 Varianten im Vernehmlassungsbericht Güterverkehrsvorlage.
- **Italien:** Disposizione in materia di infrastruttura e trasporti:
  - Legge 166 von 2002; insbesondere Artikel 38, Komma 5, 6 und 7.

 © IDT-HSG

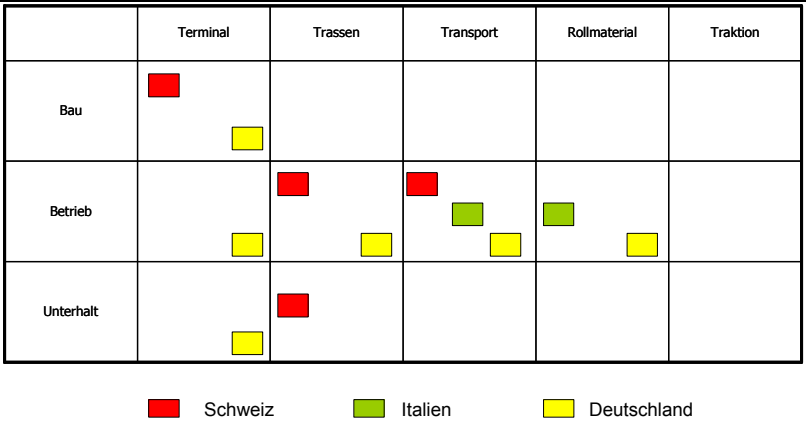
  - Geltungsdauer 2004 – 2005 – 2006, jährlicher Beitrag von rund 150Mio €
  - Weiterführung ist aus heutiger Sicht sehr zweifelhaft angesichts der angespannten Finanzlage (in der Haushaltsvorlage für 2007 Förderbeiträge vorgesehen).
- **Deutschland:**
  - Richtlinien zur Förderung von neuer Verkehre im Kombinierten Verkehr auf Schiene und Wasser. April 2005, A14/3141.2/2
  - Richtlinie zur Förderung von Umschlagsanlagen im KV. März 2005 A14/3141.2/1
  - Ergänzung zu den EU-Förderbeiträgen
  - Startbeihilfen und Investionsbeihilfen

Die Förderziele und -ansätze unterscheiden sich in den betrachteten Ländern deutlich (vgl. Abbildung 14), und zwar insbesondere bzgl.

- Kriterien zur Gewährleistung der Fördermittel
- Berechnungsansätze
- Höhe der gewährten Beiträge
- Gewährten Rabatten oder Prämien
- Kontrollmechanismus und Anreizsysteme

Es besteht also die **Schwierigkeit**, einen **einheitlichen Fördersatz** zu bestimmen.

Abbildung 14: Förderbereiche im Kombiverkehr im Vergleich



Quelle: eigene Darstellung

Auch bzgl. **Förderauflagen und Subventionsberechtigungen** bestehen zum Teil markante **Unterschiede**:

- **Schweiz**:
  - Förderberechtigt: In- und ausländische KV-Unternehmen
  - KV-Verkehr in/aus oder durch die Schweiz (kürzest Wegprinzip, sinnvollster Leitweg durch die Schweiz) .
- **Italien**:
  - Förderberechtigt: In- und ausländische KV-Unternehmen
  - KV- Verkehr auf italienischem Territorium (Territorialprinzip).
- **Deutschland**:
  - Förderberechtigt: In Deutschland ansässige Unternehmen
  - Es werden nur Nationale KV-Verkehr gefördert
  - Förderbeiträge gelten nur für Neuverkehre.

So sind denn auch die Prinzipien zur Abgeltung und Förderung ebenfalls unterschiedlich (vgl. Tabelle 5). Während die Schweiz eine Politik der Abgeltung ungedeckter Kosten

 © IDT-HSG

verfolgt, fördert Italien den einzelnen Zugskilometer; Deutschland dagegen richtet seine Politik auf die Förderung von Neuverkehren aus, was letztlich mehr oder weniger ohne Folgen für den transalpinen Güterverkehr bleibt.

Tabelle 5: Prinzipen zur Abgeltung und Förderung

Land	Prinzip	Details
Schweiz	Abgeltung ungedeckter Kosten	• nach Produktionsform (UVK oder RoLa) • relationsspezifisch (Transit, Import/ Export und Binnen) gemäss Kostendeckungsgrad • unter der Annahme einer langfristigen Produktivitätssteigerung und Wettbewerb im Traktionsmarkt (jährlich Reduktion von rund 2-4%) • nur für die geplanten Verkehre (Zusatzverkehr wird nicht abgegolten) = Basis bleibt die Planrechnung (geplante Erträge, Kosten und geplanter Auslastung). • Minimalgewicht (1'000 Bruttotonnen) oder mindestens 17 Stellplätze für die RoLa.
Italien	Kostenbeitrag pro Zugskilometer	• bei einer Grundauslastung von mindestens 30% der Zugskapazität • mit einer Distanzprämie für Wege zwischen 40km und 400km • mit einer Prämie bei "ausgewogenen" Relationen (Hin- und Rückweg ist ausgelastet).
Deutschland	Non-Relevanz transalpiner Güterverkehr	• Bei Neuverkehren (bis zu 3 Jahren) werden bis zu 30% der operativen Kosten gedeckt • Richtlinien sind nicht relevant für Alpen querenden Güterverkehr durch die Schweiz.

Quelle: eigene Darstellung

Konkret bestehen damit gegenwärtig in der Schweiz und in Italien folgende Fördermittel zur Verfügung (für eine genaue Übersicht für die Schweiz vgl. Tabelle 6):

- **Schweiz**:
  - Terminalfinanzierung: 40 Mio. CHF; die Auswirkungen dieser Beiträge auf die Kosten pro Sendung oder Zug sind schwierig abzuschätzen und werden daher nicht weiter berücksichtigt
  - Betrieb (Zugs- und Sendungsbeiträge) und Unterhalt: 200 Mio. CHF; (1) Abgeltung im UKV und RoLa der ungedeckten Kosten; (2) Trassendeckungsbeiträge und Infrastrukturunterhalt (Linie und Knoten); diese werden relationsspezifisch ausgestaltet (vgl. Tabelle 7)
- **Italien**:
  - Investitionen in Rollmaterial: Betrag nicht bekannt

 © IDT-HSG

- Abgeltung im UKV und RoLa: 150 Mio. EUR

Tabelle 6: Subventionsansätze im Transalpinen KV - Schweiz

	KV-Operateur		Netzbetreiber	
	Pro Sendung	**Trassenpreis-reduktion**	**Unterhaltskosten**	**Pro Zug**
Schweiz - UKV	47.50 €	SBB: 0.0052/Btkm BLS :0.0035/Ntkm	0.0015 CHF/Btkm	1'250 €
Schweiz – I/E/ (nicht Alpen querend)	23.50 €	SBB: 0.0052/Btkm BLS: 0.0035/Ntkm	0.0015 CHF/Btkm	1'100 €
Schweiz Binnen				
60 – 150 km **> 150 km**	23.50 € 42.50 €	SBB: 0.0052/Btkm BLS: 0.0035/Ntkm	0.0015 CHF/ Btkm	300 € 300 €
Schweiz RoLa	72 €		0.0015 CHF/ Btkm	2'500 €
Italien - UKV				2 € pro km

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 7: Relationsspezifische Schweizer Beiträge an KV-Operators im transalpinen Güterverkehr

	KV-Operateur		Multiplikationsansatz	Subvention	Gesamtsubvention
	Pro Sendung	**Pro Zug**	**Pro Zug**	**Pro Zug**	**Pro Zug mit 28 Send.**
NL	47.50€	1'250€	0.4	500€	1'830€
UK/B/Lux/N-W F	47.50€	1'250€	1.0	1'250€	2'580€
DK/D-Nord	47.50€	1'250€	0.9	1'125€	1'455€
D-Rhein-Ruhr-Main	47.50€	1'250€	1.0	1'250€	2'580€
D-Südwest und CH	47.50€	1'250€	1.2	1'500€	2'830€
Rola (17 Stellplätze)	72€	2'500€		2'500€	3'724€

Quelle: eigene Darstellung

4.2.3 Schlussfolgerungen

Aus den vorstehenden Ausführungen lassen sich eine Reihe von **Schlussfolgerungen** ziehen:

- Im Jahr 2006 kamen 16 KV-Operators (ohne RoLa) für 36'969 Züge und 1'218'107 Sendungen in den Genuss von Subventionen in der Schweiz.
- Die Beiträge an die Netzbetreiber führen zu Trassenpreisreduktionen im transalpinen KV.

 © IDT-HSG

- Die Subventionen oder Förderbeiträge müssen (sollen) an die Kunden weitergegeben werden und damit die Preise im KV attraktiv gehalten werden.
- Die Subvention sollen die Wettbewerbsfähigkeit des KV gegenüber Strasse erhalten resp. verbessern.
- Die Förderung erfolgt im Rahmen der Planvorgaben (geringe Anreize für Mehrverkehr, jedoch möglichst Auslastung nach Plansoll). Italien gewährt Prämien für Auslastung von über 75%.

© IDT-HSG

5 Diskussion und Konklusionen

Das vorliegende Kapitel ist entsprechend der drei zentralen Forschungsfragen (Transportkosteneffizienz, Trasseneffizienz, Subventionseffizienz) gegliedert.

5.1 Transportkosteneffizienz

Zur Diskussion der **Transportkosteneffizienz** (d.h. **Ressourceneinssatz für einen Transport von Gütern über die Alpen**) fokussieren wir nachstehend auf der Grösse **Tonnenkilometer Payload**. Die Modellrechnungen verdeutlichen verhältnismässig grosse modalspezifische Unterschiede (vgl. nochmals Tabelle 3). Unter den gegebenen Annahmen erweist sich der WLV Ganzzug mit 0.03 CHF/tkm sowie WLV konventionell und Kombi UKV mit Kosten in Höhe von 0.05 CHF/tkm als die günstigste Variante, die Variante Unimodal LKW mit 0.24 CHF/tkm dagegen als vergleichsweise die teuerste. Auch die RoLa schneidet mit 0.12 CHF/tkm nur mässig ab. Wird eine Perspektive konstanter Kosten eingenommen, zeigt sich, dass mit bspw. 1'000 Franken Ressourceneinsatz folgende **Payload-Distanzen** generiert werden können (in Klammer: Faktor zum Benchmark Unimodal LKW:

- Unimodal LKW: 4'166 tkm (1.00)
- Kombi RoLa: 8'333 tkm (2.00)
- Kombi UKV: 20'000 tkm 4.80)
- WLV konventionell: 20'000 tkm (4.80)
- WLV Ganzzug: 33'333 tkm (8.00)

Eine vollständige Übersicht über die Faktoren zwischen allen Modi wird in Tabelle 8 gegeben. Hierbei wird berechnet, um wie viel höher die Payload-Distanzen der Modi in den Zeilen gegenüber den Modi in den Spalten sind (bspw. $^{\text{Kombi RoLa}}/_{\text{Unimod. LKW}} = 2.00$), wobei sch zeigt, dass **Kombi UKV gegenüber der Mehrheit der alternativen Transportmodi** (Ausnahme: WLV Ganzzug) **die höchste Effizienz** (im Sinne der Zahl generierbarer Payload km) aufweist. Kombi RoLa bspw. weist auf der geprüften Relation lediglich gegenüber Unimodal LKW eine höhere Effizienz auf; gegenüber allen anderen Modi ist sie dagegen deutlich weniger effizient.

Tabelle 8: Vergleich der Payload-Distanzen

↓ / →	Unimod. LKW	Kombi RoLa	Kombi UKV	WLV (konv.)	WLV (Ganzz.)
Unimod. LKW	-	0.50	0.21	0.21	0.12
Kombi RoLa	2.00	-	0.42	0.42	0.25
Kombi UKV	4.80	2.40	-	1.00	0.60
WLV (konv.)	4.80	2.40	1.00	-	0.60
WLV (Ganzz.)	8.00	4.00	1.67	1.67	-

Berechnungshinweis: Die Werte basieren auf der Division der Payload-Distanzen pro 1'000 CHF des Modus im Zeilenindex über den Modus im Spaltenindex (bspw. $^{\text{Kombi RoLa}}/_{\text{Unimod. LKW}} = 2.00$).
Wert>1: Modus in Zeile ist kosteneffizienter als Modus in Spalte (et vice versa).

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modell

Ein **Vergleich der Transportzeiten** (vgl. Tabelle 9) lässt die Vermutung aufkommen, dass mit einer vergleichsweise schlechteren Transportkosteneffizienz kürzere Gesamttransport-

 © IDT-HSG

zeiten gekauft werden. Obschon eine entsprechende Hypothese generell nicht verworfen werden kann, ist eine differenziertere Analyse dieses Zusammenhangs notwendig.

Tabelle 9: Vergleich der Transportzeiten

↓ / →	Unimod. LKW	Kombi RoLa	Kombi UKV	WLV (konv.)	WLV (Ganzz.)
Unimod. LKW	1.00	0.78	0.67	0.68	0.74
Kombi RoLa	1.29	1.00	0.87	0.87	0.95
Kombi UKV	1.49	1.16	1.00	1.01	1.09
WLV (konv.)	1.48	1.15	0.99	1.00	1.09
WLV (Ganzz.)	1.36	1.06	0.91	0.92	1.00

Berechnungshinweis: Die Werte basieren auf der Division der Transportzeit des Modus im Zeilenindex über der Transportzeit des Modus im Spaltenindex (bspw. $^{\text{Kombi RoLa}}/_{\text{Unimod. LKW}} = 1.29$).
Wert>1: Modus in Zeile ist zeitaufwendiger als Modus in Spalte (et vice versa).

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modell

In Tabelle 10 wird deshalb ein **Quotient** aus den **Transportzeiten** (vgl. Tabelle 9) sowie den **Payload Distanzen** (vgl. Tabelle 8) gebildet. Dieser Wert birgt zwei Informationen:

- Je höher ein gegebener Wert im Vergleich zu anderen ist, umso kosteneffizienter wird eine Transportzeitzunahme vom Modus in der Zeile zum Modus in der Spalte erkauft, et vice versa.
- Ist der Wert absolut grösser als 1 ist ein Wechsel vom Modus in der Zeile zum Modus in der Spalte generell effizient (der Wechsel vom Modus in der Zeile zum Modus in der Spalte generiert einen höheren Gewinn bzgl. Transportkosteneffizienz als Verlust bzgl. Transportzeiten); bei einem Wert kleiner als 1 ist ein Wechsel vom Modus in der Zeile zum Modus in der Spalte vergleichsweise ineffizient.

Tabelle 10: Relation Transportzeiten und Payload-Distanzen

	Unimod. LKW	Kombi RoLa	Kombi UKV	WLV (konv.)	WLV (Ganzz.)
Unimod. LKW	-	1.55	3.23	3.25	5.88
Kombi RoLa	0.64	-	2.08	2.09	3.79
Kombi UKV	0.31	0.48	-	1.01	1.82
WLV (konv.)	0.31	0.48	0.99	-	1.81
WLV (Ganzz.)	0.17	0.26	0.55	0.55	-

Berechnungshinweis: Die Werte basieren auf der Division der Werte der Transportzeiten (vgl. Tabelle 9) durch die Werte der Payload-Distanz (vgl. Tabelle 8).
Wert>1: Der Wechsel vom Modus in der Zeile zum Modus in der Spalte generiert einen höheren Gewinn bzgl. Transportkosteneffizienz als Verlust bzgl. Transportzeiten (et vice versa).

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modell

Die Resultate in dieser Tabelle zeigen, dass, obschon die Zeitbedarfsstruktur aller kombinierter Verkehre sowie WLV höher ist als bei Unimodal LKW, der **relative Transportkosteneffizienzgewinn höher ist als relative Zeitverlust**; ein Wechsel von Unimodal LKW auf die kombinierten Verkehre wäre aus dieser Sichtweise positiv zu beurteilen (vgl. hierzu nach-

 © IDT-HSG

mals Abbildung 13). Gleiches gilt auch für Kombi RoLa, welche nur gegenüber Unimodal LKW einen Effizienzgewinn generiert.

Zusammenfassend kann, auch unter Zuzug verschiedener Perspektiven, festgehalten werden, dass unter den kombinierten Verkehren der Kombi UKV den transportkosten-effizientesten Modus für den Alpen querenden Güterverkehr darstellt. Nur der Modus WLV Ganzzug erweist sich als noch effizienter, wogegen mit WLV (konventionell/ Wagengruppen) Gleichwertigkeit besteht.

© IDT-HSG

5.2 Trasseneffizienz

Die Zahl der Trassen durch die Schweiz bildet den wohl zentralsten limitierenden Faktor im Güterverkehr auf der Schiene. Pro 2008 ist auf den Achsen durch die Alpen folgende Trassenzahl für den Güterverkehr vorgesehen:

- Gotthard: 180 Trassen
- Lötschberg: 94 Trassen

Total ergeben sich also **274 Trassen**. Über diese können, abhängig von der mittleren Nutzlast der unterschiedlichen Modi, nachstehende **tägliche Payloads** durch die Alpen transportiert werden (in Klammer: Faktor gegenüber Kombi RoLa):

- Kombi RoLa: 87'461 t (1.00)
- Kombi UKV: 144'014 t (1.65)
- WLV (konv.): 172'346 t (1.97)
- WLV (Ganzzug): 233'174 t (2.67)

Eine vollständige Übersicht über die Faktoren und damit die Tradeoffs zwischen allen Modi wird in Tabelle 11 gegeben. Als am **trasseneffizientesten bzgl. Payload** erweist sich der **WLV Ganzzug**; am **ineffizientesten** dagegen **Kombi RoLa**.

Tabelle 11: Vergleich der Trasseneffizienz

↓ / →	Kombi RoLa	Kombi UKV	WLV (konv.)	WLV (Ganzz.)
Kombi RoLa	1.00	0.61	0.51	0.38
Kombi UKV	1.65	1.00	0.84	0.62
WLV (konv.)	1.97	1.20	1.00	0.74
WLV (Ganzz.)	2.67	1.62	1.35	1.00

Berechnungshinweis: Die Werte basieren auf der Division der täglichen Payload des Modus im Zeilenindex über der täglichen Payload des Modus im Spaltenindex (bspw. $^{\text{Kombi RoLa}}/_{\text{Kombi UKV}} = 0.61$) bei einer vorgegebenen Zahl von 274 Trassen.
Wert>1: Modus in Zeile ist trasseneffizienter (mehr Payload pro Trasse) als Modus in Spalte (et vice versa).

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modell

Ein noch differenzierteres Bild ergibt sich, wenn die **Relation der Payloads zwischen zwei Modi der Relation der Trassenkosten** gegenübergestellt werden (vgl. Tabelle 12). Hierbei zeigt sich, dass **jede zu Kombi RoLa alternative Trassenutzung effizienter ist**; es ist zwar aufgrund des Gesamtgewichtes mit höheren Trassekosten zu rechnen; die marginale Kostenzunahme ist jedoch geringer als die marginale Zunahme der Payload. Mit Bezug auf den Wagenladungsverkehr weist auch der Kombi UKV nicht einen deutlich besseren Wert für die Trassennutzung auf; im Kontext mit den insgesamten Kosten pro Tonnenkilometer ist dieses Resultat jedoch nicht weiter problematisch.

© IDT-HSG

Tabelle 12: Vergleich Trassekosten und Payload zwischen jeweils 2 Modi (Perspektive: Schweizer Streckenabschnitt)

	Kombi RoLa	**Kombi UKV**	**WLV (konv.)**	**WLV (Ganzz.)**
Kombi RoLa	1.00	0.66	0.55	0.49
Kombi UKV	1.51	1.00	0.82	0.74
WLV (konv.)	1.83	1.22	1.00	0.90
WLV (Ganzz.)	2.04	1.35	1.11	1.00

Berechnungshinweis: Die Werte basieren auf nachstehender Notation:

$$WTK = \frac{\frac{Payload_Z}{Payload_S}}{\frac{Trassekosten_Z}{Trassekosten_S}}$$

mit: WTK: Payload - Trassekosten Relation
$_Z$: Modus im Zeilenindex
$_S$: Modus im Spaltenindex

Wert>1: Für den Modus im Zeilenindex gilt: Dessen marginale Payload ist höher als dessen marginale Trassenkosten; d.h. die Trassennutzung durch den Modus im Zeilenindex ist effizienter als durch den Modus im Spaltenindex.

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modell

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Nutzung von Trassen für Kombi RoLa unter Effizienzgesichtspunkten relativ nachteilig ist zur Nutzung durch alternative Modi. Die effizienteste Trassennutzung verzeichnet der WLV; hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass dieser Modus nur für eine beschränkte Zahl von Gütern günstig ist. Der Kombi UKV kann dagegen und deshalb als Modus bezeichnet werden, für welchen es sich am ehesten lohnt, Trassen frei zu schalten.

© IDT-HSG

5.3 Subventionseffizienz

Das vorliegende Kapitel thematisiert die Effizienz der gegenwärtigen Subventionspolitik im Güterverkehr (vgl. Kap. 5.3.1 und 5.3.2) und macht Vorschläge für eine eventuell alternative Ausgestaltung (vgl. Kap. 5.3.3).

5.3.1 Grundsätzliche Beurteilung der gegenwärtigen Subventionspolitik

Subventionen im Fall der Schweiz setzen derzeit schwergewichtig im Bereich Betrieb und Unterhalt sowie sendungsspezifisch an und nachrangig bei der Terminalfinanzierung (zu den Details vgl. nochmals Kap. 4.2.3). Betrieb und Unterhalt umfassen v.a. Abgeltung im UKV und RoLa der ungedeckten Kosten, Trassendeckungsbeiträge und Infrastrukturunterhalt (Linie und Knoten), wobei diese relationsspezifisch ausgestaltet werden.

Das **gegenwärtige System der Förderungen** gibt zu einer **kritischen Diskussion** Anlass. (1) Die **KV-Förderung sinkt mit zunehmender Eigenwirtschaftlichkeit** der Verkehre. Damit wird eine Erhöhung der Eigenwirtschaftlichkeit in der Tendenz eher bestraft als belohnt. (2) Mit **steigender KV-Affinität nehmen** darüber hinaus **die Subventionen ab**. Damit bestehen geringe Anreize zur Qualitätsverbesserung. (3) **Anreize zur Produktivitätssteigerung erfolgen lediglich durch eine sukzessive Reduktion der Beiträge in der Schweiz**. Es sind keine Wettbewerb steigernde Mechanismen vorgesehen. Anreize für Mehrverkehr sind darüber hinaus relativ gering, weil der Mehrverkehr ausserhalb des Plansolls nicht subventioniert werden kann. (4) **Unsicherheit über die Fortsetzung** (insbesondere in Italien) **der Förderbeiträge** führt zu grossen Problemen bei Verladern und KV-Betreibern.

5.3.2 Beurteilung der gegenwärtigen Subventionspolitik auf ihre Effektivität und Effizienz

Subventionen sind dann am **effektivsten**, wenn sie an denjenigen Stellen ansetzen, an welchen sie **maximal Kosten reduzierend wirken und die Wettbewerbsfähigkeit des KV gegenüber Strasse erhalten resp. verbessern**. Effizienzmass bilden die Sensitivitäten (vgl. Tabelle 4). Aus einer völlig rationalen und wertfreien Perspektive müssten die Förderungen der einzelnen Modi (im Sinn von Opportunitäten) idealerweise an denjenigen Kostenkategorien ansetzen, welche die vergleichsweise höchsten Sensitivitäten aufweisen. Diese sind (Rekapitulation):

- **Kombi RoLa:** Distanz Hauptlauf Deutschland (50%), Diesel Treibstoff Preis (17%), Personalkosten LKW Fahrer (14%), Abschreibung LKW (11%);
- **Kombi UKV:** Distanz Hauptlauf Deutschland (38%), Deckungsbeitrag (17%; via Trassenpreis), Distanz Hauptlauf Schweiz (16%), Energie (13%; via Trassenpreis), Unterhalt (12%; via Trassenpreis);
- **WLV (konv.):** Distanz Hauptlauf Deutschland (27%), Energie (16%; via Trassenpreis), Unterhalt (15%; via Trassenpreis), Deckungsbeitrag (13%; via Trassenpreis), Distanz Hauptlauf Schweiz (12%);
- **WLV (Ganzzug):** Distanz Hauptlauf Deutschland (48%), Distanz Hauptlauf Schweiz (20%), Deckungsbeitrag (23%; via Trassenpreis), Energie (16%; via Trassenpreis), Unterhalt (15%; via Trassenpreis);

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Kostentreiber v.a. bei der Distanz der Zufahrt sowie von der **Distanz und Trassenpricing durch die Schweizer Alpen** zu finden sind. Ausnahme von dieser Regel bildet die Kombi RoLa: Sie hat aufgrund der grossen Bedeutung des

 © IDT-HSG

Nicht-RoLa Hauptlaufs ähnliche Kostentreiber wie Unimodal LKW. Schienenbezügliche Kostenkategorien (bspw. im Bereich des Trassenpricing) fallen dagegen kaum ins Gewicht.

Die bestehende **Trassen-Förderpolitik** ist deshalb v.a. **effektiv im Fall von Kombi UKV und WLV**: Sie hat einen unmittelbaren Einfluss auf die Gesamtkosten eines Alpen querenden Gütertransports. Eher nicht effektiv ist sie jedoch im Fall der RoLa: Sämtliche treibenden Kostenkategorien bei der RoLa betreffen den Strassentransport zu und von den Laderampen (vgl. oben). Trassenförderung beeinflusst Kostenkategorien, welche Sensitivitäten von weniger als 5% aufweisen (vgl. nochmals Tabelle 4). **Aus diesem Grund kann die Förderung von Trassenpreisen im Fall von Kombi RoLa als verhältnismässig wenig effektiv und effizient bezeichnet werden**.

Ein unmittelbarer **Vergleich der totalen Kosten und Subventionen zwischen Kombi RoLa und Kombi UKV** verdeutlicht obige Aussage weiter. Im Fall der Förderung von Kombi UKV wird mit einem relativ geringeren Mitteleinsatz (-30%) ein relativ vergleichbarer Effekt ($^{\text{Subvention}}/_{\text{Total Kosten}}$) erzielt werden.

Tabelle 13: Vergleich von Total Kosten und Schweizer Subvention im Kombinierten Alpen querenden Verkehr

Modus	Total Kosten	Subvention	$^{\text{Subvention}}/_{\text{Total Kosten}}$
Kombi RoLa	38'883	5'772	0.15
Kombi UKV	26'437	3'999	0.15
$^{\text{Kombi UKV}}/_{\text{Kombi RoLa}}$	0.68	0.70	

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modellparameter sowie Tabelle 7

5.3.3 Alternative/ zusätzliche Förderansätze

Der wesentlichste Kostentreiber, nämlich die **Distanz beim Hauptlauf in Deutschland**, bleibt **ohne Förderung**; Deutschland fördert lediglich nationale KV-Verkehre (vgl. hierzu noch einmal Kap. 4.2.2). Mit der NEAT, welche die Distanz beim Hauptlauf in der Schweiz verkürzt, wird ein Schweizer Beitrag zur Distanz-Kostenreduktion geleistet; ob der Produktivitätsgewinn durch die Distanzverkürzung mit höheren Trassenbeiträgen teilweise wieder abgeschöpft werden wird, ist derzeit offen. Bei gleich bleibenden Trassenpreisen wird sich mit einer NEAT der Einfluss der Distanz des Hauptlaufs in Deutschland deshalb eher noch vergrössern. Aus diesem Grund ist zu überlegen, **für den transalpinen UKV Schweizer Trassenförderung in Deutschland ins Auge zu fassen**.

Die Detail-Resultate bzgl. der Sensitivitäten (vgl. hierzu Tabelle 4 sowie im Detail Kostenvergleich&Sensitivitäten(Modell).xls) haben weiter gezeigt, dass eine **Verringerung der Hubkosten** (Umschlagskosten) **im Kombi UKV** (Sensitivität: 9%) sowie eine **Verringerung der Zahl der LKW Zulieferungen pro Wagen im WLV** (Sensitivität: 25%) **wesentlich zur Minderung der Transport-Gesamtkosten beitragen** können. Entsprechende Förderungen können entweder im infrastrukturellen Bereich oder dann gebunden an eine Umschlagleistung ausgesprochen werden.

 © IDT-HSG

FÖRDERUNG TERMINALINFRASTRUKTUR

Durch die **Infrastrukturförderung bzgl. Terminals** wird ersteres Potential bereits heute teilweise ausgeschöpft; 40 Mio. CHF "reichten" im Fall einer vollständigen Kostenübernahme aus für knapp 700 Tsd. sog. Hübe, d.h. 350 Tsd. Sendungen (2 Hübe pro Sendung); bei einer durchschnittlichen Belegung von 30 TEU pro Zug können damit 11'666 Züge abgefertigt werden. Dies entspricht (unter Annahme eines Potentials der alleinigen Trassennutzung durch ca. 52 Tsd. Kombi UKV Züge pro Jahr; 274 Trassen mal 190 Betriebstage; gemäss ZEB mit mässiger Glättung der Ganglinie) einer Ausschöpfung von ca. 22%; **das unausgeschöpfte Förderungspotential im Terminalbereich beträgt demnach ca. 140 Mio. CHF und ist damit ein Vielfaches höher**. Würden sämtliche Hübe vollständig subventioniert, entstünden also Kosten in Höhe von insgesamt ca. 180 Mio. CHF. Zum Vergleich: Die Teilkosten eines Hubs in einem Terminal betragen mit 36 EUR etwa gleich viel wie der bruttotonnenkilometerabhängige Trassenpreis für einen 24 t (Payload und Tara) Container. Unter diesem Gesichtspunkt und sowie unter der eingeschränkten zusätzlichen Fördermöglichkeit auf Trassenebene wäre eine zusätzliche Förderung von Hüben angezeigt. Diese Massnahme hat eine Reihe von Vorteilen, wozu u.a. gehören: (1) einfache Verrechnung da keine Abgrenzungsprobleme, (2) Anreiz für einen spezifischen Modus.

FÖRDERUNG ANSCHLUSSGELEISE ZUR REDUKTION DER UMSCHLAGSKOSTEN IM WLV

Beim WLV könnte mit der **Förderung von Anschlussgeleisen** wesentlich auf die Kostenentstehung Einfluss genommen werden, da 1-2 intermodale Umschlagvorgänge eliminiert werden könnten.

5.3.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend sei festgehalten, dass die Schwergewichte der derzeitigen Förderung die Reduktion der Trassenpreise und Sendungskosten bezwecken . Diese Art der Subvention ist v.a. im Fall des UKV effektiv, weniger dagegen im Fall der RoLa, da deren wichtigste Kostentreiber auf der Strasse in Deutschland liegen. Aufgrund des hohen Gewichts der Distanz des Hauptlaufs in Deutschland wäre für den transalpinen UKV Schweizer Trassenförderung in Deutschland sowie die finanzielle Entlastung von Umschlagsvorgängen (Hüben) in Deutschland und Italien (i.e. Terminal Operation) ins Auge zu fassen. Dass eine Trassenförderung in Deutschland wenig politisch wenig realistisch ist, ist den Autoren bewusst. Aus diesem Grund kann eine über die derzeitige Förderung der Terminal- und Umschlaginfrastruktur herausgehende Subvention insbesondere aufgrund der Nachhaltigkeit solcher Interventionen als sinnvoll bezeichnet werden.

 © IDT-HSG

5.4 Zusammenfassende Konklusion: Ausgestaltung der Subventionspolitik

Wir unterscheiden bzgl. der Empfehlungen für die Ausgestaltung einer zukünftigen Subventionspolitik nach allgemeinen und spezifischen Stossrichtungen.

Allgemeine Stossrichtung: Das System ist zunächst derart auszugestalten, dass eine **Verbesserung der Eigenwirtschaftlichkeit belohnt** wird, indem bspw. mit steigender KV-Affinität die Subventionen nicht abnehmen. Damit werden **Anreize zur Qualitätsverbesserung** und **Produktivitätssteigerung** geschaffen, wovon letztlich das Gesamtsystem wiederum profitiert. Des weiteren müssen **Anreize zur Aufnahme von Mehrverkehr** geschaffen werden, d.h. es ist bspw. weniger von einem ex-ante Plansoll auszugehen als vielmehr von einer ex-post Kompensation auf Basis zuvor verhandelter Kostensätze.

Modus-spezifisch:

Der Ansatz der Trassen- und Terminalförderung beim **Kombi UKV** kann als effektiv bezeichnet werden. Hinsichtlich einer weiteren Effizienzerhöhung ist eine Trassensubvention in Deutschland auch für den internationalen Verkehr zu fordern; wesentliche Kostenbestandteile und damit Kostensensitivität entsteht im Hauptlauf in Deutschland und weniger in der Schweiz. Grosses (Nachhaltigkeits-) Potential besteht bei der Förderung der Terminalinfrastruktur und -operation; die Kosten eines Hubs eines 24 t TEU entsprechen etwa dessen bruttotonnenkilometerabhängigem Trassenpreis für einen Transport durch die Schweiz. Mit der **Förderung von Huboperationen** könnte dieser Modus gezielt und diskriminierungsfrei gefördert werden (unter gleichzeitiger Abschaffung sämtlicher Subventionen bei den Trassen).

Die Trassenförderung beim **Kombi RoLa** ist wenig effektiv, v.a. aufgrund der langen Strassen-Hauptläufe in Deutschland. Aus diesem Grund ist eine undifferenzierte Förderung der RoLa ernsthaft zu hinterfragen; sinnvoll (im Sinne von effektiv) wäre diese nur unter der Voraussetzung, dass der Hauptlauf in Deutschland auf der Strasse minimiert wird (bspw. auf unter 200 km) und **Förderungen von Sendungen** an wen auch immer nur dann gesprochen werden, wenn dieses Kriterium erfüllt wird.

Der **WLV** wird derzeit nicht gefördert, obschon hier aufgrund der **hohen Payload-Inzidenz** die vergleichsweise grössten Effekte erzielt werden könnten. Der WLV ist aufgrund der transportierten Gewichte stark trassenpreissensitiv, weshalb sich eine weiterführende **Trassenpreisförderung** (speziell Energie und Unterhalt) v.a. bei diesem Modus anbietet. Im Sinne einer Verbesserung der Nachhaltigkeit der Förderung ist auch die **Subvention von Anschlussgleisen** in Betracht zu ziehen, insbesondere um den Kostentreiber **Umschlag** zu entschärfen.

 © IDT-HSG

6 Quellenhinweise

6.1 Literatur (Print)

Aberle, G. (2003). Transportwirtschaft. Vierte Auflage, Oldenburg.

BAV (Bundesamt für Verkehr, 2006). Zukünftige Entwicklung Bahninfrastruktur. Kapazitäten für die Umsetzung der Verlagerung nach Vernehmlassungsvorlage Güterverkehrsgesetz.

Coenenberg, A.G. (1992). Kostenrechnung und Kostenanalyse. Landsberg am Lech.

DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project.

Ecoplan (2003). Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV

ETHZ (1999). Impulse, refenziert in RECORDIT - Deliverable 3.

Fonger, M. (1993). Gesamtwirtschaftlicher Effizienzvergleich alternativer Transportketten. Göttingen.

Frensch, M. (2005). Ermittlung von wirtschaftlich und betrieblich optimalen Fahrzeugkonzepten. Darmstadt: Technische Universität (http://www.tu-darmstadt.de/fb/bi/ifv/bs/publik/schrift/SR_B7.pdf)

Hoffmann, A. (2007). Unternehmensübergreifendes Kostenmanagement in intermodalen Prozessketten - Theoretische Fundierung und erste empirische Ergebnisse. Köln: Dissertation in Druck.

IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien.

OECD (2002). Benchmarking Intermodal Freight Transport. Paris.

SBB (2006). Leistungskatalog, Bern.

Schierhakl, K. (1994). Ermittlung erforderlicher Förderungsbeträge für den Fall einer kostenmäßigen Gleichstellung des Kombinierten Verkehrs mit dem konventionellen Straßengüterverkehr. Dissertation WU Wien.

Schweizer Fernsehen 2 (2006). NZZ Format vom 03.09.2006.

6.2 Online Quellen

http://www.camiontransport.ch/file/1/ct_453_ctDownload1.pdf

http://www.de.wikipedia.org/wiki/Lohnnebenkosten

http://www.kfz-auskunft.de/info/lkw_maut.html

http://www.map24.de

http://www.ralpin.ch/d/Index_d.htm

http://www.traveda.de/reisetipps/maut-italien.htm

http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html

 © IDT-HSG

http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html

http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html

6.3 Gesetzliche Grundlagen

EU Verordnung 3020/85

6.4 Kontaktierte Personen (für Kap. 4.2)

- R. Schletti, BAV, Bern
- M. Gosso, (Direktor CEMAT, I)
- C. Moggioni (Finanzen, CEMAT, I)
- R. Frindik (Studiengesellschaft KV, D)
- D. Grüneberg (BMVBS, D)

© IDT-HSG

7 Anhang

7.1 Modellparameter

In Folge werden die Parameter der einzelnen Modelle offen gelegt.

© IDT-HSG

7.1.1 Modus: Unimodal LKW

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung				
Auslastung Nutzlast	%	50.00		gemäss div. Presseberichten zu Leerfahrten in Europa
Umrechnung: 1 Euro - X CHF	CHF	1.55		
Allgemeine Grundlagen LKW				
Leergewicht (Tare)	t	16.00		
Nutzlast (Payload)	t	24.00		
Distanz und Zeit (Vorsicht: km und Minuten)				
Upfeeding - Duisburg (km)	km	50.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Upfeeding - Duisburg (min)	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Duisburg - CH Grenze (km)	km	545.00		map24.de
Duisburg - CH-Grenze (min)	min	403.00		map24.de
CH-Grenze - I-Grenze (km)	km	290.00		map24.de
CH-Grenze - I-Grenze (min)	min	216.00		map24.de
I-Grenze - Novara (km)	km	81.00		map24.de
I-Grenze - Novara (min)	min	65.00		map24.de
Novara - Downfeeding (km)	km	50.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Novara - Downfeeding (min)	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo

© IDT-HSG

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Betriebskosten Fahrzeug				
Abschreibung	EUR/ km	1.00	0.25	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Kalkulatorische Zinsen	EUR/ km	1.00	0.13	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Steuern	EUR/ km	1.00	0.12	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Versicherung	EUR/ km	1.00	0.15	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Instandhaltung und Reparaturen	EUR/ km	1.00	0.14	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Bereifung	EUR/ km	1.00	0.04	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Maut/ LSVA				
Maut Deutschland	EUR/ km	1.00	0.115	http://www.kfz-auskunft.de/info/lkw_maut.html
LSVA Schweiz (mittlerer Wert) bei Vollast	CHF/ tkm	1.00	0.025	http://www.camiontransport.ch/file/1/ct_453_ctDownload1.pdf
Maut Italien	EUR/ km	1.00	0.116	http://www.traveda.de/reisetipps/maut-italien.htm

© IDT-HSG

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Energie				
Minimalverbrauch	Liter Diesel/ 100 km	30.00		DIW
Maximalverbrauch	Liter Diesel/ 100 km	40.00		DIW
Diesel Treibstoff	CHF/ l	1.00	1.73	astag.ch
Personal				
Bruttolohn Fahrer Minimum	EUR/ Monat	1.00	2'200.00	http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Bruttolohn Fahrer Maximum	EUR/ Monat	1.00	3'000.00	http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Lohnnebenkosten Deutschland	% des Bruttolohns	42.00		http://de.wikipedia.org/wiki/Lohnnebenkosten
Mittlere maxmimal mögliche Arbeitszeit	Tage/ Monat	22.00		http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Gesetzliche Vorschriften Operations				
Späteste Lenkzeitunterbrechung nach Fahrtzeit	min	270.00		EU Verordnung 3020/85
Minimale Dauer der Lenkzeitunterbrechung	min	45.00		EU Verordnung 3020/85
Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	min	600.00		EU Verordnung 3020/85

© IDT-HSG

7.1.2 Modus: Kombi RoLa

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung				
Auslastung LKW Nutzlast	%	70.00		gemäss div. Presseberichten zu Leerfahrten in Europa
Kapazität (LKW) pro Tragwagen	LKW	1.00		Ecoplan (2003). Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV.
Kapazität Tragwagen pro Zug	Wagen	22.00		Plausibilitätsüberlegung aufgrund der maximalen Gewichtsvorgabe
Auslastung Tragwagen	%	85.00		
Umrechnung: 1 Euro - X CHF	CHF	1.55		
Allgemeine Grundlagen LKW				
Leergewicht (Tare)	t	16.00		
Nutzlast (payload)	t	24.00		
Preis Rola Freiburg - Novara (max. 44 t)	EUR	495.00		http://www.ralpin.ch/d/Index_d.htm
Allgemeine Grundlagen RoLa Rollmaterial und Zug				
Leergewicht Wagen	t/ Wagen	18.80		Ecoplan (2003). Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV. System: Bombardier
Leergewicht Lokomotive	t/ Lok	80.00		gemäss SBB
Maximalgewicht Zug	t/ Zug	1'600.00		gemäss SBB
Anzahl Lokomotiven Schweiz	Lokomotive	2.00		Mischrechnung; gemäss SBB
Distanz und Zeit LKW (Vorsicht: km und Minuten)				

© IDT-HSG

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Upfeeding - Duisburg (km)	km	50.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Upfeeding - Duisburg (min)	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Duisburg - Freiburg RoLa Terminal (km)	km	490.00		map24.de
Duisburg - Freiburg Rola Terminal (min)	min	488.00		map24.de
Novara Terminal - Downfeeding (km)	km	50.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Novara Terminal - Downfeeding (min)	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Distanz und Zeit Schiene (RoLa)				
Freiburg Terminal - Novara Terminal (km)	km	426.00		Ecoplan (2003). Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV.
Freiburg Terminal - Novara Terminal (min)	min	600.00		http://www.ralpin.ch/d/Index_d.htm
Verladezeit RoLa Freiburg Terminal (Vorarbeit)	min	60.00		Ecoplan (2003). Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV.
Entladezeit RoLa Novara Terminal (Nacharbeit)	min	60.00		Ecoplan (2003). Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV.
Betriebskosten Fahrzeug LKW				
Abschreibung	EUR/ km	1.00	0.25	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Kalkulatorische Zinsen	EUR/ km	1.00	0.13	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien

© IDT-HSG

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Steuern	EUR/ km	1.00	0.12	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Versicherung	EUR/ km	1.00	0.15	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Instandhaltung und Reparaturen	EUR/ km	1.00	0.56	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Bereifung	EUR/ km	1.00	0.04	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Betriebskosten Rollmaterial RoLa				
Abschreibung und kalkulatorische Zinsen	EUR/ Kalendertag	1.00	80.00	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Unterhalt	EUR/ Wagenkm	1.00	0.11	Ecoplan (2003). Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV.
Betriebskosten Lokomotive RoLa				
Laufleistungsspezifische Investitionskosten	CHF/ km	1.00	1.30	Frensch, M. (2005). Ermittlung von wirtschaftlich und betrieblich optimalen Fahrzeugkonzepten. Darmstadt: Technische Universität (http://www.tu-darm-stadt.de/fb/bi/ifv/bs/publik/schrift/SR_B7.pdf) sowie Angaben SBB
Unterhalt	CHF/ km	1.00	0.45	Ecoplan (2003). Betriebs- und

© IDT-HSG

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
				Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV.
Energie LKW				
Minimalverbrauch	Liter Diesel/ 100 km	30.00		DIW
Maximalverbrauch	Liter Diesel/ 100 km	40.00		DIW
Diesel Treibstoff	CHF/ l	1.00	1.73	astag.ch
Trassenpreis RoLa				
Energie (Strom)	CHF/ Btkm	1.00	0.0027	Leistungskatalog SBB
Unterhalt	CHF/ Btkm	1.00	0.0025	Leistungskatalog SBB
Fahrdienst	CHF/ Zkm	1.00	0.4000	Leistungskatalog SBB
Deckungsbeitrag	CHF/ Btkm	1.00	0.0035	Leistungskatalog SBB; Rate BLS
SIM Zuschlag	CHF/ Zug	1.00	300.0000	Leistungskatalog SBB; Rate BLS
Maut/ LSVA LKW				
Maut Deutschland	EUR/ km	1.00	0.115	http://www.kfz-auskunft.de/info/lkw_maut.html
Personal LKW				
Bruttolohn Fahrer Minimum	EUR/ Monat	1.00	2200	http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Bruttolohn Fahrer Maximum	EUR/ Monat	1.00	3000	http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Lohnnebenkosten Deutschland	% des Bruttolohns	42.00		http://de.wikipedia.org/wiki/Lohnnebenkosten
Mittlere Produktiviät	Tage/ Monat	22.00		http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html

© IDT-HSG

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Personal RoLa				
Bruttolohnkosten Lokomotivführer Minimum	CHF/ Jahr	1.00	120'000.00	eigene Annahmen, basierend auf DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Bruttolohnkosten Lokomotivführer Maximum	CHF/ Jahr	1.00	140'000.00	eigene Annahmen, basierend auf DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff., gemäss SBB
Mittlere Produktivität (5 Tagewoche; 6 Wochen Ausfall pro Jahr)	Tage/ Jahr	228.00		eigene Annahmen
Bruttolohnkosten Terminalpersonal Minimum	CHF/ Jahr	1.00	60'000.00	eigene Annahmen
Bruttolohnkosten Terminalpersonal Maximum	CHF/ Jahr	1.00	90'000.00	eigene Annahmen
Mittlere tägliche Arbeitszeit Terminalpersonal	h/ Tag	8.25		eigene Annahmen
Gesetzliche Vorschriften Operations LKW				
Späteste Lenkzeitunterbrechung nach Fahrtzeit	min	270.00		EU Verordnung 3020/85
Minimale Dauer der Lenkzeitunterbrechung	min	45.00		EU Verordnung 3020/85
Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	min	600.00		EU Verordnung 3020/85
Gesetzliche Vorschriften Operations Lokomotive				
Späteste Lenkzeitunterbrechung nach Fahrtzeit	min	270.00		
Minimale Dauer der Lenkzeitunterbrechung	min	45.00		
Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	min	600.00		
Betriebskosten Terminal				
Energie	CHF/ Stellplatz	1.00	2.00	Ecoplan (2003). Betriebs- und

© IDT-HSG

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
				Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV.
Unterhalt und Reparaturen	CHF/ Stellplatz	1.00	4.00	Ecoplan (2003). Betriebs- und Investitionskostenvergleich zweier RoLa Systeme. Bern: BAV.
Arbeitspersonal pro Zug	Personen/ Zug	2.00		eigene Annahmen

© IDT-HSG

7.1.3 Modus: Kombi UKV

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung				
Auslastung Container	%	80.00		gemäss SBB
Auslastung Tragwagen	%	60.00		gemäss SBB
Kapazität (Container TEU) pro Wagen	TEU	2.00		DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Kapazität Wagen/ Zug	Wagen/ Zug	25.00		gemäss SBB
Umrechnung: 1 Euro - X CHF	CHF	1.55		
Allgemeine Grundlagen Container (TEU)				
Leergewicht (Tare)	t	2.10		http://www.export911.com/e911/ship/dimen.htm
Nutzlast (Payload)	t	21.90		http://www.export911.com/e911/ship/dimen.htm
Allgemeine Grundlagen UKV Rollmaterial und Zug				
Leergewicht Wagen	t/ Wagen	21.00		gemäss SBB
Leergewicht Lokomotive	t/ Lok	100.00		gemäss SBB
Maximalgewicht Zug	t/ Zug	1'600.00		gemäss SBB
Anzahl Lokomotiven Deutschland und Italien	Lokomotive	1.00		gemäss SBB
Anzahl Lokomotiven Schweiz	Lokomotive	2.00		gemäss SBB
Distanz und Zeit LKW (Vorsicht: km und Minuten)				
Upfeeding - Duisburg (km)	km	50.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo

© IDT-HSG

Upfeeding - Duisburg (min)	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Novara Terminal - Downfeeding (km)	km	50.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Novara Terminal - Downfeeding (min)	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Distanz und Zeit UKV Hauptlauf (Vorsicht: km und Minuten)				
Duisburg - CH Grenze (km)	km	596.00		gemäss SBB
Duisburg - CH-Grenze (min)	min	715.00		gemäss SBB
CH-Grenze - I-Grenze (km)	km	252.00		gemäss SBB
CH-Grenze - I-Grenze (min)	min	302.00		gemäss SBB
I-Grenze - Novara (km)	km	116.00		gemäss SBB
I-Grenze - Novara (min)	min	139.00		gemäss SBB
Vorarbeit Duisburg (min)	min	60.00		gemäss SBB
Nacharbeit Novara (min)	min	60.00		gemäss SBB
Umaufzeit	Tage	2.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Betriebskosten Fahrzeug LKW				
Abschreibung	EUR/ km	1.00	0.25	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Kalkulatorische Zinsen	EUR/ km	1.00	0.13	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Steuern	EUR/ km	1.00	0.12	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Versicherung	EUR/ km	1.00	0.15	IC, IPE, WU Wien, Johanneum

© IDT-HSG

				Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Instandhaltung und Reparaturen	EUR/ km	1.00	0.14	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Bereifung	EUR/ km	1.00	0.04	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Betriebskosten Rollmaterial UKV				
Abschreibung und kalkulatorische Zinsen	EUR/ Wagenkm	1.00	0.05	DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Unterhalt	EUR/ Wagenkm	1.00	0.03	DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Kosten Umlauf	CHF/ Tag	1.00	35.00	gemäss SBB
Betriebskosten Lokomotive				
Laufleistungsspezifische Investitionskosten	CHF/ km	1.00	1.30	Frensch, M. (2005). Ermittlung von wirtschaftlich und betrieblich optimalen Fahrzeugkonzepten. Darmstadt: Technische Universität (http://www.tu-darm-stadt.de/fb/bi/ifv/bs/publik/schrift/SR_B7.pdf) sowie Angaben SBB
Unterhalt	CHF/ km	1.00	0.45	ETHZ (1999). IMPULSE, Kap. 4; refenziert in RECORDIT - Deliverable 3, p. 130
Energie LKW				

© IDT-HSG

Minimalverbrauch	Liter Diesel/ 100 km	30.00		DIW
Maximalverbrauch	Liter Diesel/ 100 km	40.00		DIW
Diesel Treibstoff	CHF/ l	1.00	1.73	astag.ch
Trassenpreis UKV				
Energie (Strom)	CHF/ Btkm	1.00	0.0027	Leistungskatalog SBB
Unterhalt	CHF/ Btkm	1.00	0.0025	Leistungskatalog SBB (Normalsatz; reduziert: 0.0010)
Fahrdienst	CHF/ Zkm	1.00	0.4000	Leistungskatalog SBB
Deckungsbeitrag	CHF/ Btkm	1.00	0.0035	Leistungskatalog SBB; Rate BLS
SIM Zuschlag	CHF/ Zug	1.00	300.0000	Leistungskatalog SBB; Rate BLS
Personal LKW				
Bruttolohn Fahrer Minimum	EUR/ Monat	1.00	2'200.00	http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Bruttolohn Fahrer Maximum	EUR/ Monat	1.00	3'000.00	http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Lohnnebenkosten Deutschland	% des Bruttolohns	42.00		http://de.wikipedia.org/wiki/Lohnnebenkosten
Mittlere Produktiviät	Tage/ Monat	22.00		http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	min	600.00		EU Verordnung 3020/85
Personal UKV				
Bruttolohnkosten Lokomotivführer Minimum	CHF/ Jahr	1.00	120'000.00	eigene Annahmen, basierend auf DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Bruttolohnkosten Lokomotivführer Maximum	CHF/ Jahr	1.00	140'000.00	eigene Annahmen, basierend auf DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors.

© IDT-HSG

				Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff., gemäss SBB
Mittlere Produktivität (5 Tagewoche; 6 Wochen Ausfall pro Jahr)	Tage/ Jahr	228.00		eigene Annahmen
Gesetzliche Vorschriften Operations Lokomotive				
Späteste Lenkzeitunterbrechung nach Fahrtzeit	min	270.00		
Minimale Dauer der Lenkzeitunterbrechung	min	45.00		
Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	min	600.00		
Terminalkosten (RCP Team) & Umschlag				
Terminalkosten pro Hub total (Vollkostenbetrag)	EUR/ Hub TEU	1.00	49.00	Schierhakl, K. (1994). Ermittlung erforderlicher Förderungsbeträge für den Fall einer kosten-mäßigen Gleichstellung des Kombinierten Verkehrs mit dem konventionellen Straßengüterverkehr. Dissertation. Wien. DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT Project, pp. 130ff.
Terminalkosten pro Hub total (Teilkostenbetrag)	EUR/ Hub TEU	1.00	36.00	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Zahl der Container pro LKW Fahrt	Container TEU	2.00		eigene Annahme

© IDT-HSG

7.1.4 Modus: Konventioneller Wagenladungsverkehr

Bezeichnung	Einheit	Zahl der Einheiten	Kosten pro Einheit	Quelle/ Bemerkungen
Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung				
Auslastung Wagen	%	85.00		gemäss SBB Cargo
Kapazität Wagen/ Zug	Wagen/ Zug	20.00		abstimmen mit Rubrik "Zahl der Flügelzüge" und "Zahl der Wagen pro Flügelzug"
Umrechnung: 1 Euro - X CHF	CHF	1.55		
Allgemeine Grundlagen WLV Rollmaterial und Zug				
Leergewicht Wagen (Tare)	t/ Wagen	23.00		mittleres Gewicht zwischen 2-Achser (17-18 t) und 4-Achser (27-28 t)
Nutzlast Wagen (Payload)	t/ Wagen	37.00		gemäss SBB
Leergewicht Lokomotive	t/ Lok	100.00		gemäss SBB
Maximalgewicht Zug	t/ Zug	1'600.00		gemäss SBB
Anzahl Lokomotiven Deutschland und Italien	Lokomotive	1.00		gemäss SBB
Anzahl Lokomotiven Schweiz	Lokomotive	2.00		gemäss SBB
Distanz und Zeit LKW (Vorsicht: km und Minuten)				
Upfeeding - Duisburg (km) in den Teambahnhof	km	50.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Upfeeding - Duisburg (min) in den Teambahnhof	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Novara Terminal - Downfeeding (km) aus dem Teambahnhof	km	50.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Novara Terminal - Downfeeding (min) aus dem Teambahnhof	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo

© IDT-HSG

Konfiguration WLV Teambahnhof - Produktionsplattform				
Upfeeding/ Downfeeding (km) Teambahnhof - Produktionsplattform	km	30.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Upfeeding/ Downfeeding (min) Teambahnhof - Produktionsplattform	min	60.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo
Vorarbeit pro Traktionsvorgang	min	60.00		
Nacharbeit pro Traktionsvorgang	min	60.00		
Zahl der Flügelzüge Teambhf - Prod'plattform et vice versa Start/ Ziel)	Zahl	8		Annahme in Absprache mit SBB Cargo; 5 Flügelzüge je an Start und Ende Hauptlauf = 10 Flügelzüge
Zahl der Wagen pro Flügelzug T'bahnhof - Produktionsplattform	Zahl	5		Annahme in Absprache mit SBB Cargo; Vorsicht: Totalzahl der Wagen muss der Zahl unter "Kapazität Wagen/ Zug" entsprechen

Distanz und Zeit WLV Hauptlauf (Vorsicht: km und Minuten)				
Duisburg - CH Grenze (km)	km	596.00		gemäss SBB
Duisburg - CH-Grenze (min)	min	715.00		gemäss SBB
CH-Grenze - I-Grenze (km)	km	252.00		gemäss SBB
CH-Grenze - I-Grenze (min)	min	302.00		gemäss SBB
I-Grenze - Novara (km)	km	116.00		gemäss SBB
I-Grenze - Novara (min)	min	139.00		gemäss SBB
Vorarbeit Duisburg (min)	min	60.00		gemäss SBB
Nacharbeit Novara (min)	min	60.00		gemäss SBB
Umaufzeit	Tage	4.00		Annahme in Absprache mit SBB Cargo

Betriebskosten Fahrzeug LKW				
Abschreibung	EUR/ km	1.00	0.25	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-

© IDT-HSG

				Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Kalkulatorische Zinsen	EUR/ km	1.00	0.13	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Steuern	EUR/ km	1.00	0.12	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Versicherung	EUR/ km	1.00	0.15	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Instandhaltung und Reparaturen	EUR/ km	1.00	0.14	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Bereifung	EUR/ km	1.00	0.04	IC, IPE, WU Wien, Johanneum Research & Herry M. (2001). Inter-Modales Güterverkehrs-Knoten-Netzwerk Zentraleuropa. Wien
Betriebskosten Rollmaterial WLV				
Abschreibung und kalkulatorische Zinsen	EUR/ Wagenkm	1.00	0.05	DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Unterhalt	EUR/ Wagenkm	1.00	0.03	DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Kosten Umlauf	CHF/ Tag	1.00	35.00	gemäss SBB
Betriebskosten Lokomotive				
Laufleistungsspezifische Investitionskosten	CHF/ km	1.00	1.30	Frensch, M. (2005). Ermittlung von wirtschaftlich und betrieblich optimalen Fahrzeugkonzepten. Darmstadt: Technische Universität

© IDT-HSG

				(http://www.tu-darm-stadt.de/fb/bi/ifv/bs/publik/schrift/SR_B7.pdf) sowie Angaben SBB
Unterhalt	CHF/ km	1.00	0.45	ETHZ (1999). IMPULSE, Kap. 4; refenziert in RECORDIT - Deliverable 3, p. 130
Energie LKW				
Minimalverbrauch	Liter Diesel/ 100 km	30.00		DIW
Maximalverbrauch	Liter Diesel/ 100 km	40.00		DIW
Diesel Treibstoff	CHF/ l	1.00	1.73	astag.ch
Trassenpreis WLV				
Energie (Strom)	CHF/ Btkm	1.00	0.0027	Leistungskatalog SBB
Unterhalt	CHF/ Btkm	1.00	0.0025	Leistungskatalog SBB
Fahrdienst	CHF/ Zkm	1.00	0.4000	Leistungskatalog SBB
Deckungsbeitrag	CHF/ Btkm	1.00	0.0035	Leistungskatalog SBB; Rate BLS
SIM Zuschlag	CHF/ Zug	1.00	0.0000	Leistungskatalog SBB; Rate BLS
Personal LKW				
Bruttolohn Fahrer Minimum	EUR/ Monat	1.00	2'200.00	http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Bruttolohn Fahrer Maximum	EUR/ Monat	1.00	3'000.00	http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Lohnnebenkosten Deutschland	% des Bruttolohns	42.00		http://de.wikipedia.org/wiki/Lohnnebenkosten
Mittlere Produktiviät	Tage/ Monat	22.00		http://www.zdf.de/ZDFde/inhalt/1/0,1872,2337313,00.html
Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	min	600.00		EU Verordnung 3020/85

© IDT-HSG

Personal WLV				
Bruttolohnkosten Lokomotivführer Minimum	CHF/ Jahr	1.00	120'000.00	eigene Annahmen, basierend auf DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Bruttolohnkosten Lokomotivführer Maximum	CHF/ Jahr	1.00	140'000.00	eigene Annahmen, basierend auf DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff., gemäss SBB
Mittlere Produktivität (5 Tagewoche; 6 Wochen Ausfall pro Jahr)	Tage/ Jahr	228.00		eigene Annahmen
Gesetzliche Vorschriften Operations Lokomotive				
Späteste Lenkzeitunterbrechung nach Fahrtzeit	min	270.00		
Minimale Dauer der Lenkzeitunterbrechung	min	45.00		
Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	min	600.00		
Umschlag (Teambahnhof und/ oder Produktionsplattform)				
Zahl der LKW pro WLV	LKW/ WLV	2.00		eigene Annahmen
Bruttolohnkosten Umschlag Verlad (LKW - Wagen)	CHF/ h	1.00	35.00	DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Bruttolohnkosten Rangierung	CHF/ h	1.00	45.00	DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Dauer Umschlag LKW - Wagen	h/ Wagen	0.75		NZZ Format vom 03.09.2007
Rangierung pro Knoten (Umschlag oder Zugzusammenstellung)	h/ Wagen	0.20		DGTren (2002). Resource cost calculation for selected corridors. Deliverable 3 of the RECORDIT project, pp. 130ff.
Zahl der Knoten	Knoten	4.00		

© IDT-HSG

© IDT-HSG

7.2 Resultate bzgl. der Sensitivitäten

Die Einzelresultate bzgl. der Senstivitäten sind im beiliegenden File Kostenvergleich& Sensitvitäten(Modell).xls einsehbar. Nachstehende Tabellen geben ein Abbild dieser Files.

7.2.1 Unimodal LKW

	A	E	F
1	**UNIMODAL LKW** **Bezeichnung**	**Sensitivität** **Gesamtkosten**	**Sensitivität** **Nutzlastkosten**
2			
3	**Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung**		
4	Auslastung Nutzlast	-5.03%	-52.51%
5	Umrechnung: 1 Euro - X CHF	63.59%	63.59%
6			
7	**Allgemeine Grundlagen LKW**		
8	Leergewicht (Tare)	6.03%	6.03%
9	Nutzlast (Payload)	9.05%	-45.48%
10			
11	**Distanz und Zeit (Vorsicht: km und Minuten)**		
12	Upfeeding - Duisburg (km)	3.59%	3.59%
13	Upfeeding - Duisburg (min)	1.05%	1.05%
14	Duisburg - CH Grenze (km)	39.11%	39.11%
15	Duisburg - CH-Grenze (min)	7.07%	7.07%
16	CH-Grenze - I-Grenze (km)	34.10%	34.10%
17	CH-Grenze - I-Grenze (min)	3.79%	3.79%
18	I-Grenze - Novara (km)	5.82%	5.82%
19	I-Grenze - Novara (min)	1.14%	1.14%
20	Novara - Downfeeding (km)	3.28%	3.28%
21	Novara - Downfeeding (min)	1.05%	1.05%
22			
23	**Betriebskosten Fahrzeug**		
24	Abschreibung	13.65%	13.65%
25	Kalkulatorische Zinsen	7.10%	7.10%
26	Steuern	6.55%	6.55%
27	Versicherung	8.19%	8.19%
28	Instandhaltung und Reparaturen	7.64%	7.64%
29	Bereifung	2.18%	2.18%
30			
31	**Maut/ LSVA**		
32	Maut Deutschland	3.68%	3.68%
33	LSVA Schweiz (mittlerer Wert) bei Vollast	15.08%	15.08%
34	Maut Italien	0.50%	0.50%
35			
36	**Energie**		
37	Minimalverbrauch	9.14%	9.14%
38	Maximalverbrauch	12.19%	12.19%
39	Diesel Treibstoff	21.33%	21.33%
40			
41	**Personal**		
42	Bruttolohn Fahrer Minimum	5.96%	5.96%
43	Bruttolohn Fahrer Maximum	8.13%	8.13%
44	Lohnnebenkosten Deutschland	4.17%	4.17%
45	Mittlere maxmimal mögliche Arbeitszeit	-7.05%	-7.05%
46			
47			
48	**Gesetzliche Vorschriften Operations**		
49	Späteste Lenkzeitunterbrechung nach Fahrtzeit	-1.01%	-1.01%
50	Minimale Dauer der Lenkzeitunterbrechung	2.01%	2.01%
51	Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	-7.05%	-7.05%

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modellparameter (Kostenvergleich&Sensitivitäten(Modell)_default.xls)

© IDT-HSG

7.2.2 Kombi RoLa

	A	E	F
1	**ROLA Bezeichnung**	**Sensitivität Gesamtkosten**	**Sensitivität Nutzlastkosten**
2			
3	**Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung**		
4	Auslastung LKW Nutzlast	3.04%	-48.48%
5	Kapazität (LKW) pro Tragwagen	0.00%	0.00%
6	Kapazität Tragwagen pro Zug	13.19%	-41.88%
7	Auslastung Tragwagen	6.45%	-45.34%
8	Umrechnung: 1 Euro - X CHF	55.87%	55.87%
9			
10	**Allgemeine Grundlagen LKW**		
11	Leergewicht (Tare)	2.90%	2.90%
12	Nutzlast (payload)	3.04%	-48.48%
13	Preis Rola Freiburg - Novara (max. 44 t)	0.00%	0.00%
14			
15	**Allgemeine Grundlagen RoLa Rollmaterial und Zug**		
16	Leergewicht Wagen	3.94%	3.94%
17	Leergewicht Lokomotive	1.53%	1.53%
18	Maximalgewicht Zug	0.00%	0.00%
19	Anzahl Lokomotiven Schweiz	5.36%	5.36%
20			
21	**Distanz und Zeit LKW (Vorsicht: km und Minuten)**		
22	Upfeeding - Duisburg (km)	5.06%	5.06%
23	Upfeeding - Duisburg (min)	1.48%	1.48%
24	Duisburg - Freiburg RoLa Terminal (km)	49.57%	49.57%
25	Duisburg - Freiburg Rola Terminal (min)	12.06%	12.06%
26	Novara Terminal - Downfeeding (km)	4.62%	4.62%
27	Novara Terminal - Downfeeding (min)	0.53%	0.53%
28			
29	**Distanz und Zeit Schiene (RoLa)**		
30	Freiburg Terminal - Novara Terminal (km)	6.49%	6.49%
31	Freiburg Terminal - Novara Terminal (min)	1.71%	1.71%
32	Verladezeit RoLa Freiburg Terminal (Vorarbeit)	0.38%	0.38%
33	Entladezeit RoLa Novara Terminal (Nacharbeit)	0.38%	0.38%
34			
35	**Betriebskosten Fahrzeug LKW**		
36	Abschreibung	11.17%	11.17%
37	Kalkulatorische Zinsen	5.81%	5.81%
38	Steuern	5.36%	5.36%
39	Versicherung	6.70%	6.70%
40	Instandhaltung und Reparaturen	6.26%	6.26%
41	Bereifung	1.79%	1.79%
42			
43	**Betriebskosten Rollmaterial RoLa**		
44	Abschreibung und kalkulatorische Zinsen	4.53%	4.53%
45	Unterhalt	2.65%	2.65%
46			
47	**Betriebskosten Lokomotive RoLa**		
48	Laufleistungsspezifische Investitionskosten	2.85%	2.85%
49	Unterhalt	0.99%	0.99%
50			
51	**Energie LKW**		
52	Minimalverbrauch	7.48%	7.48%
53	Maximalverbrauch	9.97%	9.97%
54	Diesel Treibstoff	17.46%	17.46%
55			
56	**Trassenpreis RoLa**		
57	Energie (Strom)	3.54%	3.54%
58	Unterhalt	3.28%	3.28%
59	Fahrdienst	0.44%	0.44%
60	Deckungsbeitrag	4.59%	4.59%
61	SIM Zuschlag	0.77%	0.77%
62			
63	**Maut/ LSVA LKW**		
64	Maut Deutschland	4.70%	4.70%
65			
66	**Personal LKW**		
67	Bruttolohn Fahrer Minimum	14.07%	14.07%
68	Bruttolohn Fahrer Maximum	14.07%	14.07%
69	Lohnnebenkosten Deutschland	4.16%	4.16%
70	Mittlere Produktiviät	-7.04%	-7.04%
71			
72	**Personal RoLa**		

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modellparameter (Kostenvergleich&Sensitivitäten(Modell)_default.xls)

© IDT-HSG

7.2.3 Kombi UKV

	A	E	F
1	**UKV Bezeichnung**	**Sensitivität Gesamtkosten**	**Sensitivität Nutzlastkosten**
2			
3	**Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung**		
4	Auslastung Container	16.67%	-41.66%
5	Auslastung Tragwagen	44.36%	-27.82%
6	Kapazität (Container TEU) pro Wagen	44.36%	-27.82%
7	Kapazität Wagen/ Zug	78.94%	-10.53%
8	Umrechnung: 1 Euro - X CHF	33.95%	33.95%
9			
10	**Allgemeine Grundlagen Container (TEU)**		
11	Leergewicht (Tare)	2.00%	2.00%
12	Nutzlast (Payload)	16.67%	-41.66%
13			
14	**Allgemeine Grundlagen UKV Rollmaterial und Zug**		
15	Leergewicht Wagen	16.65%	16.65%
16	Leergewicht Lokomotive	6.34%	6.34%
17	Maximalgewicht Zug	0.00%	0.00%
18	Anzahl Lokomotiven Deutschland und Italien	6.38%	6.38%
19	Anzahl Lokomotiven Schweiz	6.34%	6.34%
20			
21	**Distanz und Zeit LKW (Vorsicht: km und Minuten)**		
22	Upfeeding - Duisburg (km)	5.37%	5.37%
23	Upfeeding - Duisburg (min)	0.10%	0.10%
24	Novara Terminal - Downfeeding (km)	5.37%	5.37%
25	Novara Terminal - Downfeeding (min)	0.10%	0.10%
26			
27	**Distanz und Zeit UKV Hauptlauf (Vorsicht: km und Minuten)**		
28	Duisburg - CH Grenze (km)	37.60%	37.60%
29	Duisburg - CH-Grenze (min)	3.00%	3.00%
30	CH-Grenze - I-Grenze (km)	15.90%	15.90%
31	CH-Grenze - I-Grenze (min)	1.27%	1.27%
32	I-Grenze - Novara (km)	7.32%	7.32%
33	I-Grenze - Novara (min)	0.58%	0.58%
34	Vorarbeit Duisburg (min)	0.35%	0.35%
35	Nacharbeit Novara (min)	0.35%	0.35%
36	Umaufzeit	6.62%	6.62%
37			
38	**Betriebskosten Fahrzeug LKW**		
39	Abschreibung	2.20%	2.20%
40	Kalkulatorische Zinsen	1.14%	1.14%
41	Steuern	1.06%	1.06%
42	Versicherung	1.32%	1.32%
43	Instandhaltung und Reparaturen	1.23%	1.23%
44	Bereifung	0.35%	0.35%
45			
46	**Betriebskosten Rollmaterial UKV**		
47	Abschreibung und kalkulatorische Zinsen	7.06%	7.06%
48	Unterhalt	4.24%	4.24%
49	Kosten Umlauf	6.62%	6.62%
50			
51	**Betriebskosten Lokomotive**		
52	Laufleistungsspezifische Investitionskosten	4.74%	4.74%
53	Unterhalt	1.64%	1.64%
54			
55	**Energie LKW**		
56	Minimalverbrauch	1.47%	1.47%
57	Maximalverbrauch	1.96%	1.96%
58	Diesel Treibstoff	3.44%	3.44%
59			
60	**Trassenpreis UKV**		
61	Energie (Strom)	12.93%	12.93%
62	Unterhalt	11.97%	11.97%
63	Fahrdienst	1.46%	1.46%
64	Deckungsbeitrag	16.76%	16.76%
65	SIM Zuschlag	1.13%	1.13%
66			
67	**Personal LKW**		
68	Bruttolohn Fahrer Minimum	0.39%	0.39%
69	Bruttolohn Fahrer Maximum	0.39%	0.39%
70	Lohnnebenkosten Deutschland	0.12%	0.12%
71	Mittlere Produktiviät	-0.20%	-0.20%
72	Täglich durchschnittlich mögliche Lenkzeit	-0.20%	-0.20%

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modellparameter (Kostenvergleich&Sensitivitäten(Modell)_default.xls)

© IDT-HSG

7.2.4 WLV (konv.)

	A	E	F
1	**WLV Bezeichnung**	**Sensitivität Gesamtkosten**	**Sensitivität Nutzlastkosten**
2			
3	**Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung**		
4	Auslastung Wagen	47.59%	-26.21%
5	Kapazität Wagen/ Zug	78.23%	-10.89%
6	Umrechnung: 1 Euro - X CHF	12.16%	12.16%
7			
8	**Allgemeine Grundlagen WLV Rollmaterial und Zug**		
9	Leergewicht Wagen (Tare)	15.47%	15.47%
10	Nutzlast Wagen (Payload)	21.15%	-39.42%
11	Leergewicht Lokomotive	6.73%	6.73%
12	Maximalgewicht Zug	0.00%	0.00%
13	Anzahl Lokomotiven Deutschland und Italien	4.93%	4.93%
14	Anzahl Lokomotiven Schweiz	6.73%	6.73%
15			
16	**Distanz und Zeit LKW (Vorsicht: km und Minuten)**		
17	Upfeeding - Duisburg (km) in den Teambahnhof	0.00%	0.00%
18	Upfeeding - Duisburg (min) in den Teambahnhof	0.00%	0.00%
19	Novara Terminal - Downfeeding (km) aus dem Teambahnhof	14.26%	14.26%
20	Novara Terminal - Downfeeding (min) aus dem Teambahnhof	5.17%	5.17%
21			
22	**Konfiguration WLV Teambahnhof - Produktionsplattform**		
23	Upfeeding/ Downfeeding (km) Teambahnhof - Produktionsplattform	12.51%	12.51%
24	Upfeeding/ Downfeeding (min) Teambahnhof - Produktionsplattform	0.67%	0.67%
25	Vorarbeit pro Traktionsvorgang	0.67%	0.67%
26	Nacharbeit pro Traktionsvorgang	0.67%	0.67%
27	Zahl der Flügelzüge Teambhf - Prod'plattform et vice versa Start/ Ziel)	16.61%	16.61%
28	Zahl der Wagen pro Flügelzug T'bahnhof - Produktionsplattform	14.00%	14.00%
29			
30	**Distanz und Zeit WLV Hauptlauf (Vorsicht: km und Minuten)**		
31	Duisburg - CH Grenze (km)	27.60%	27.60%
32	Duisburg - CH-Grenze (min)	2.32%	2.32%
33	CH-Grenze - I-Grenze (km)	11.67%	11.67%
34	CH-Grenze - I-Grenze (min)	0.98%	0.98%
35	I-Grenze - Novara (km)	5.37%	5.37%
36	I-Grenze - Novara (min)	0.45%	0.45%
37	Vorarbeit Duisburg (min)	0.19%	0.19%
38	Nacharbeit Novara (min)	0.19%	0.19%
39	Umaufzeit	8.18%	8.18%
40			
41	**Betriebskosten Fahrzeug LKW**		
42	Abschreibung	2.48%	2.48%
43	Kalkulatorische Zinsen	1.29%	1.29%
44	Steuern	1.19%	1.19%
45	Versicherung	1.49%	1.49%
46	Instandhaltung und Reparaturen	1.39%	1.39%
47	Bereifung	0.40%	0.40%
48			
49	**Betriebskosten Rollmaterial WLV**		
50	Abschreibung und kalkulatorische Zinsen	4.45%	4.45%
51	Unterhalt	2.67%	2.67%
52	Kosten Umlauf	8.18%	8.18%
53			
54	**Betriebskosten Lokomotive**		
55	Laufleistungsspezifische Investitionskosten	4.12%	4.12%
56	Unterhalt	1.43%	1.43%
57			
58	**Energie LKW**		
59	Minimalverbrauch	2.58%	2.58%
60	Maximalverbrauch	3.44%	3.44%
61	Diesel Treibstoff	6.02%	6.02%
62			
63	**Trassenpreis WLV**		
64	Energie (Strom)	15.91%	15.91%
65	Unterhalt	14.73%	14.73%
66	Fahrdienst	1.13%	1.13%
67	Deckungsbeitrag	12.71%	12.71%
68	SIM Zuschlag	0.00%	0.00%
69			
70	**Personal LKW**		
71	Bruttolohn Fahrer Minimum	5.17%	5.17%
72	Bruttolohn Fahrer Maximum	5.17%	5.17%

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modellparameter (Kostenvergleich&Sensitivitäten(Modell)_default.xls)

© IDT-HSG

7.2.5 WLV (Ganzzug)

	A	E	F
1	**WLV Bezeichnung**	**Sensitivität Gesamtkosten**	**Sensitivität Nutzlastkosten**
2			
3	**Grundannahmen Auslastung, Kapazität, Währung**		
4	Auslastung Wagen	32.66%	-33.67%
5	Kapazität Wagen/ Zug	77.66%	-11.17%
6	Umrechnung: 1 Euro - X CHF	11.89%	11.89%
7			
8	**Allgemeine Grundlagen WLV Rollmaterial und Zug**		
9	Leergewicht Wagen (Tare)	19.19%	19.19%
10	Nutzlast Wagen (Payload)	30.87%	-34.57%
11	Leergewicht Lokomotive	7.25%	7.25%
12	Maximalgewicht Zug	0.00%	0.00%
13	Anzahl Lokomotiven Deutschland und Italien	7.30%	7.30%
14	Anzahl Lokomotiven Schweiz	7.25%	7.25%
15			
16	**Distanz und Zeit LKW (Vorsicht: km und Minuten)**		
17	Upfeeding - Duisburg (km) in den Teambahnhof	0.00%	0.00%
18	Upfeeding - Duisburg (min) in den Teambahnhof	0.00%	0.00%
19	Novara Terminal - Downfeeding (km) aus dem Teambahnhof	0.00%	0.00%
20	Novara Terminal - Downfeeding (min) aus dem Teambahnhof	0.00%	0.00%
21			
22	**Konfiguration WLV Teambahnhof - Produktionsplattform**		
23	Upfeeding/ Downfeeding (km) Teambahnhof - Produktionsplattform	0.00%	0.00%
24	Upfeeding/ Downfeeding (min) Teambahnhof - Produktionsplattform	0.00%	0.00%
25	Vorarbeit pro Traktionsvorgang	0.00%	0.00%
26	Nacharbeit pro Traktionsvorgang	0.00%	0.00%
27	Zahl der Flügelzüge Teambhf - Prod'plattform et vice versa Start/ Ziel)	0.00%	0.00%
28	Zahl der Wagen pro Flügelzug T'bahnhof - Produktionsplattform	0.00%	0.00%
29			
30	**Distanz und Zeit WLV Hauptlauf (Vorsicht: km und Minuten)**		
31	Duisburg - CH Grenze (km)	48.33%	48.33%
32	Duisburg - CH-Grenze (min)	3.43%	3.43%
33	CH-Grenze - I-Grenze (km)	20.43%	20.43%
34	CH-Grenze - I-Grenze (min)	1.45%	1.45%
35	I-Grenze - Novara (km)	9.41%	9.41%
36	I-Grenze - Novara (min)	0.67%	0.67%
37	Vorarbeit Duisburg (min)	0.29%	0.29%
38	Nacharbeit Novara (min)	0.29%	0.29%
39	Umaufzeit	13.93%	13.93%
40			
41	**Betriebskosten Fahrzeug LKW**		
42	Abschreibung	0.00%	0.00%
43	Kalkulatorische Zinsen	0.00%	0.00%
44	Steuern	0.00%	0.00%
45	Versicherung	0.00%	0.00%
46	Instandhaltung und Reparaturen	0.00%	0.00%
47	Bereifung	0.00%	0.00%
48			
49	**Betriebskosten Rollmaterial WLV**		
50	Abschreibung und kalkulatorische Zinsen	7.43%	7.43%
51	Unterhalt	4.46%	4.46%
52	Kosten Umlauf	13.93%	13.93%
53			
54	**Betriebskosten Lokomotive**		
55	Laufleistungsspezifische Investitionskosten	5.42%	5.42%
56	Unterhalt	1.88%	1.88%
57			
58	**Energie LKW**		
59	Minimalverbrauch	0.00%	0.00%
60	Maximalverbrauch	0.00%	0.00%
61	Diesel Treibstoff	0.00%	0.00%
62			
63	**Trassenpreis WLV**		
64	Energie (Strom)	17.79%	17.79%
65	Unterhalt	16.47%	16.47%
66	Fahrdienst	1.67%	1.67%
67	Deckungsbeitrag	23.06%	23.06%
68	SIM Zuschlag	0.00%	0.00%
69			
70	**Personal LKW**		
71	Bruttolohn Fahrer Minimum	0.00%	0.00%
72	Bruttolohn Fahrer Maximum	0.00%	0.00%

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis Modellparameter (Kostenvergleich&Sensitivitäten(Modell)_default.xls)

© IDT-HSG