

Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (<http://www.ub.tuwien.ac.at>).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (<http://www.ub.tuwien.ac.at/eng/web/>).

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Diplomarbeit

Master`s Thesis

Eignung des unbegleiteten kombinierten Güterverkehrs in Hinblick auf eine umweltschonende Logistik

Gegenüberstellung von Energieverbräuchen und Emissionen des Transportmittels
LKW und dessen Kombination mit der Bahn anhand diverser Transportgüter auf
ausgewählten Routen

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Bardo Hörl

Fachbereich für Verkehrssystemplanung
E 280 Department für Raumentwicklung, Infrastruktur- und Umweltplanung

Eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Thomas Bauer, BSc

0625023

Dolleschelgasse 6/4, 3001 Mauerbach

Wien, im Dezember 2012

Kurzbeschreibung

In Anbetracht des weltweit ständig wachsenden Güterverkehrsaufkommens und des voranschreitenden globalen Klimawandels mit seinen sich auf die Umwelt negativ auswirkenden Folgen, gibt es im Transportsektor intensive Überlegungen, wie man Transportketten zukünftig ökologisch verträglicher gestalten kann. Eine umweltfreundliche Transportalternative neben dem reinen Straßengüterverkehr wäre es, den unbegleiteten kombinierten Güterverkehr (KV) mit der Bahn im langen Hauptlauf und mit LKW im kurzen Vor- und Nachlauf einzusetzen.

Um zu erfahren, wie umweltfreundlich der KV im direkten Vergleich gegenüber dem Straßenverkehr tatsächlich ist, konzentriert sich der Autor dieser vorliegende Arbeit dabei nicht auf ökonomische, sondern vor allem auf die ökologischen Aspekte des unbegleiteten kombinierten Güterverkehrs mit den beiden Verkehrsträgern Straße und Schiene und dem Transportgefäß Container.

Zu diesem Zweck wurden mit dem wissenschaftlich anerkannten *EcoTransIT*-Modell vom Autor selbst gewählte komplexe Transportketten auf deren CO₂-Ausstoß, Feinstaubbelastung und auf deren Primärenergieverbrauch ökologisch bilanziert. Insgesamt wurden je drei Transportstrecken (Strecke A: Hamburg Hafen → Gumpoldskirchen, Strecke B: Imst → Gumpoldskirchen und Strecke C: Voitsberg → Gumpoldskirchen) mit je drei unterschiedlichen Transportgütern (Weizen für Futterzwecke, frische Tomaten, Steinwolleplatten) und mit einem Leerfahrtenanteil von 0% sowohl für den reinen Straßengüterverkehr mit dem LKW als auch für den unbegleiteten kombinierten Güterverkehr bilanziert. Es wurden somit nur die reinen Transportstrecken zwischen Versender und Empfänger der Güter bilanziert. Der Versender oder Empfänger bekommt somit die Information, ob es aus rein ökologischer Sicht sinnvoller ist, Güter mit dem LKW oder doch in Kombination mit der Güterbahn zu transportieren.

Um einen Überblick über die ökologischen Auswirkungen von Leerfahrten zu bekommen, welche in der Praxis sowohl bei LKW als auch Bahn anfallen, wurde in weiterer Folge die Bilanzierung der Strecke B mit den von *EcoTransIT* vorgeschlagenen Leerfahrtenanteilen durchgeführt. Diese Bilanzen sind vor allem für Frachtunternehmen und Spediteure von großer Relevanz, da diese Leerfahrten neben Emissionen zusätzliche Kosten verursachen, die für den Versender oder Empfänger nicht von Bedeutung oder ersichtlich sind.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass es bei allen fiktiven Transportbeispielen (sowohl mit als auch ohne Leerfahrten) aus ökologischer Perspektive sinnvoller wäre, die Transporte der Güter mit dem unbegleiteten KV durchführen zu lassen. Somit könnte man in der Praxis mit dem Einsatz des KV, den Primärenergieverbrauch und die unmittelbar damit verbundenen Schadstoffemissionen erheblich reduzieren.

Neben den vielen negativen Umweltauswirkungen des allgemeinen Güterverkehrs und der ausführlichen ökologischen Betrachtung von Transportketten mit *EcoTransIT*, welche zentraler Bearbeitungsgegenstand dieser vorliegenden Arbeit sind, werden für diese Arbeit wichtige allgemeine Informationen zum Güterverkehr und insbesondere Grundlagen des bimodalen Güterverkehrs mit Bahn und LKW geliefert. In weiterer Folge werden die spezifischen Stärken und Schwächen der Transportmittel Bahn und LKW sowie des KV herausgearbeitet und gegenübergestellt. Weiters werden die Auswahlkriterien und die Einsatzgebiete für den KV genannt. Gegen Ende dieser Arbeit wird der KV als mögliches Instrument im Sinne einer nachhaltigen Raumplanung betrachtet, wobei vor allem die Bedeutung der „grünen Logistik“ und die Problematik der „letzten Transportmeile“ ausführlich thematisiert werden.

Abstract

In view of the worldwide growth in volume of freight transport and progressive global climate change and its negative consequences on the environment, there are intensive considerations in transport as to how to make ecologically friendly transport chains for the future. An environmentally friendly transportation alternative to road transport would be to use unaccompanied combined transport (CT), transporting by train for the main-run and using the truck in the short pre- and post-run.

To find out how environmentally friendly CT is, when compared directly against road transport, the author of this thesis focuses not on economic but on the ecological aspects of unaccompanied combined transport with the two transport modes road and rail and the transportation vessel container.

For this purpose the author compared chosen complex transport chains with the scientifically approved model *EcoTransIT* on their CO₂ emissions, particulate pollution and their primary energy consumption. A total of three transport routes (Route A: Hamburg harbour → Gumpoldskirchen, Route B: Imst → Gumpoldskirchen and Route C: Voitsberg → Gumpoldskirchen) with three different transport goods (wheat for feed purpose, fresh tomatoes, rock mineral wool boards) and with an empty trip factor of 0% accounted for road transport by truck and for unaccompanied combined transport. Thus only the pure freight routes between consignor and consignee of the goods were taken into account. The consignor or consignee now knows whether it makes more sense from a purely ecological point of view, to transport goods by truck, or at least in combination with the rail freight. To get an overview of the environmental effects of empty trips, which occur in practice by truck and rail, Route B was conducted with the proposed empty trip factors from *EcoTransIT*. These balances are highly relevant especially for cargo companies and freight carriers, as beside emissions these empty trips cause additional costs, which are not obvious for the consignor or consignee.

In summary it can be said, that in respect of all fictional transport examples (with and without empty trips) it makes more sense from an environmental perspective, to carry out the transport of goods with the unaccompanied CT. The primary energy consumption and the associated emissions of pollutants could be reduced substantially in practice with the use of CT.

Besides the many negative environmental effects of general freight transport and detailed environmental analysis of transport chains with *EcoTransIT* which is a central working subject of this present thesis, important general information to the freight industry and especially the basics of the bimodal freight transport by rail and truck will be provided. Subsequently, the specific strengths and weaknesses of rail and road transport as well as the CT are worked out and compared. In addition the selection criteria and the field of use for CT were named. Towards the end of this thesis CT is considered as a possible tool for sustainable spatial planning, and it discusses the importance of "green logistics" and the problem of the "last mile transport" in detail.

Vorwort

Während meines dreijährigen Bachelor-, als auch während dem darauf aufbauenden zweijährigen Masterstudiums der Studienrichtung Raumplanung und Raumordnung an der Technischen Universität Wien, haben mich das Verkehrswesen und die Verkehrssystemplanung besonders interessiert. Deshalb war es naheliegend, dass ich mich im Rahmen meiner Diplomarbeit mit einem verkehrsspezifischen Thema auseinandersetzen wollte.

Die anfängliche persönliche Themenfindung gestaltete sich dabei schwieriger als erwartet, da meine Interessen im Verkehrswesen sehr vielseitig sind. Bei meiner Internetrecherche wurde ich auf der Homepage des Institutes für Verkehrssystemplanung der TU Wien (IVS) in der Rubrik Themenvorschläge auf die „Verlagerung des Straßengüterverkehrs auf die Schiene“ aufmerksam. Da dieses hochaktuelle Thema in Hinblick auf die globale Erwärmung und der Globalisierung des Welthandels, in verschiedenen Medien und in den Verkehrspolitikern vieler Länder laut eigener Beobachtung dauerpräsent ist und viel darüber diskutiert wird, um die Straßen vom steigenden Straßengüterverkehr zu entlasten und Klimavorgaben zu erreichen, war es für mich von großem Interesse, zu dieser Thematik meine Diplomarbeit zu verfassen. Dabei war es mir besonders wichtig, die ökologischen Aspekte, sowie die Vor- und Nachteile des unbegleiteten kombinierten Güterverkehrs mit Containern einzufangen und diese, jenen des reinen Straßengüterverkehrs gegenüberzustellen. Mit Hilfe des *EcoTransIT*-Modells, welches im Internet kostenfrei zugänglich ist, lassen sich komplexe Transportketten individuell und besonders realitätsnah eingeben und auf deren ökologische Verträglichkeit hin überprüfen. Dieses Rechenmodell erachtete ich für diese Arbeit als besonders wertvoll, da es sehr viele Parameter mitberücksichtigt und sich so ein guter direkter Vergleich zwischen Transportketten im Straßengüterverkehr und im unbegleiteten kombinierten Verkehr in Bezug auf Emissionsausstöße und Energieverbräuche herstellen lässt und dadurch letztendlich neue Erkenntnisse gewonnen werden können.

Bei der Suche nach einem Diplomarbeitbetreuer konnte ich am IVS Herrn Prof. Hörl für meinen Themenvorschlag begeistern.

Nach genauer Absprache konnte dann folgendes Thema für die vorliegenden Diplomarbeit fixiert werden: „Eignung des unbegleiteten kombinierten Güterverkehrs in Hinblick auf eine umweltschonende Logistik - Gegenüberstellung von Energieverbräuchen und Emissionen des Transportmittels LKW und dessen Kombination mit der Bahn anhand diverser Transportgüter auf ausgewählten Routen“. Mit dem Verfassen der Arbeit wurde im Mai 2012 begonnen, die Fertigstellung erfolgte nach einigen Unterbrechungen im Dezember 2012. Dazwischen wurden einige Korrekturtermine bei Herrn Prof. Hörl am IVS wahrgenommen, aus denen gemeinsam verschiedene Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet, Hinweise für die weitere Vorgehensweise gegeben und allgemeine Unklarheiten ausgeräumt wurden.

Danksagung

Besonderen Dank möchte ich meinem wissenschaftlichen Diplomarbeitsbetreuer Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Bardo Hörl aussprechen, der mich während des Verfassens der Arbeit von Anfang an mit konstruktiver Kritik und Ratschlägen unterstützt, sowie mir jederzeit bei Fragen und Anliegen zur Verfügung gestanden hat. Besonders an ihn geschätzt habe ich, dass er mir beim Schreiben meiner Arbeit möglichst viel gedanklichen Freiraum gab und er mir keine klar definierten Vorgaben, sondern lediglich Hinweise, in welche Richtung sich die Arbeit entwickeln sollte gab. Dadurch konnte ich im Rahmen der Korrekturtermine immer wieder problemlos meine Diplomarbeit adaptieren, Kapitel kürzen und wichtige fehlende Informationen ergänzen, sowie meinen persönlichen Schreibstil bewahren.

Großen Dank gebührt auch meinen Eltern Michaela und Peter Bauer für die intensive Unterstützung während meines Diplomarbeitsprozesses und dass sie mir während meiner gesamten Studienzzeit sowohl beachtlichen finanziellen, als auch emotionalen Beistand geleistet und mich immer wieder motiviert haben. Weiters möchte ich ihnen dafür danken, dass sie mir das Studium finanziell überhaupt erst ermöglicht und mir auch im Februar 2007 großes Verständnis für das kurzfristige Wechseln meiner Studienrichtung von Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau auf Raumordnung und Raumplanung an der TU Wien entgegengebracht haben.

Meinen Großeltern Louise und Gerhard Nowotny möchte ich ebenfalls meinen großen Dank aussprechen, da sie mir auch während der gesamten Studiendauer mit Rat und Tat zur Verfügung standen und mich finanziell und mental unterstützt haben, was die Studienzzeit wesentlich erleichtert hat.

Ferner danke ich noch einigen meiner engsten Studienfreunde, mit denen ich diverse Projektarbeiten im Rahmen meines Studiums positiv absolviert habe und ebenso für das gegenseitige Unterstützen, Aushelfen und Motivieren während der gesamten Zeit. Mit dem Wissen, nicht ganz alleine an der TU zu sein, hat mir das Studieren erst so richtig Spaß und Freude bereitet.

Ganz herzlicher Dank gilt auch meinem privaten Freundeskreis, welcher mich in allen Lebenslagen unterstützt hat und welcher für mich immer ein offenes Ohr hatte. Als ich vor allem stressige und schwierige Zeiten an der TU hatte, bekam ich stets Rückhalt und Ablenkung, was mir wiederum die Studienzzeit um einiges erleichtert hat.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	13
1.1. Problemstellung	13
1.2. Zielsetzung	14
1.3. Methodische Vorgehensweise.....	15
1.4. Begriffsdefinitionen	16
2. Allgemeine Informationen zum Güterverkehr.....	17
2.1. Klassifikation von Gütern	17
2.2. Transportketten im Güterverkehr.....	20
2.2.1. Der Begriff der Transportkette	20
2.2.2. Arten von Transportketten im Schienengüterverkehr	23
2.2.2.1. Monomodale Transportkette mit Ganzzügen.....	23
2.2.2.2. Monomodale Transportkette mit Einzelwagen und/oder Wagengruppen	24
2.2.2.3. Multimodale Transportkette des Schienengüterverkehrs	25
2.2.2.4. Intermodale Transportkette des Schienengüterverkehrs	26
2.3. Güterverkehrsarten	27
2.3.1. Inlandverkehr	27
2.3.2. Grenzüberschreitender Versand	27
2.3.3. Grenzüberschreitender Empfang	27
2.3.4. Transitverkehr	27

2.3.5. sonstiger Auslandsverkehr	28
----------------------------------------	----

3. Grundlagen des bimodalen kombinierten Güterverkehrs mit Bahn und LKW.....28

3.1. Aufbau und Funktionsweise der Transportkette im KV 28

3.1.1. Abschnitt 1: Transportauftrag und Verladung	30
----------------------------------------------------------	----

3.1.2. Abschnitt 2: Straßenvorlauf.....	30
-----------------------------------------	----

3.1.3. Abschnitt 3: Versandabfertigung im Terminal.....	31
---------------------------------------------------------	----

3.1.4. Abschnitt 4: Schienentransport.....	31
--------------------------------------------	----

3.1.5. Abschnitt 5: Empfangsabfertigung im Terminal.....	31
----------------------------------------------------------	----

3.1.6. Abschnitt 6: Straßennachlauf	31
-------------------------------------------	----

3.1.7. Abschnitt 7: Zustellung	32
--------------------------------------	----

3.2. Techniken des bimodalen Güterverkehrs 33

3.2.1. Containerverkehr	33
-------------------------------	----

3.2.2. Huckepack mit Wechselaufbauten	34
---------------------------------------------	----

3.2.3. Huckepack mit kranbaren Sattelaufliegern	34
-------------------------------------------------------	----

3.2.4. Trailerzug.....	35
------------------------	----

3.2.5. „Rollende Landstraße (RoLa)“	35
-------------------------------------------	----

3.2.6. Straßenrollerverkehr	36
-----------------------------------	----

3.3. Transportbehältnisse für den bimodalen Güterverkehr 36

3.3.1. Wechselaufbauten	37
-------------------------------	----

3.3.2. Container	39
------------------------	----

3.3.3. Sattelaufliieger	42
-------------------------------	----

3.3.4. Fazit.....	44
3.4. Umschlagsmöglichkeiten von Ladeeinheiten	45
3.4.1. Vertikaler Umschlag	45
3.4.2. Horizontaler Umschlag	47
3.4.3. Fazit.....	49
3.5. Umschlagterminals als Basis für den funktionsfähigen KV	50
3.5.1. Aufgaben und Funktionen eines Umschlagterminals	50
3.5.2. Bauliche Voraussetzungen eines Umschlagterminals.....	51
3.5.3. Terminalstandorte in Österreich	53
3.6. Akteure im kombinierten Verkehr	54
3.6.1. Akteure und Organisationen in Österreich.....	57
4. Bedeutung des Güterverkehrs in Österreich	60
4.1. Modal Split im österreichischen Güterverkehr.....	60
4.2. Modal Split Vergleich mit der Europäischen Union	66
4.3. Österreichischer Außenhandel.....	67
4.4. Hauptgüterverkehrskorridore in Österreich	69
4.5. LKW-Belastung auf Österreichs Bundesstraßen	70
4.6. Güterverkehrsbelastung am höherrangigen Schienennetz.....	71
5. Stärken u. Schwächen des komb. Verkehrs mit Bahn und Lkw	72
5.1. Straßengüterverkehr	72

5.1.1. Stärken des LKW.....	72
5.1.2. Schwächen des LKW	73
5.2. Schienengüterverkehr	74
5.2.1. Stärken der Güterbahn.....	74
5.2.2. Schwächen der Güterbahn	75
5.3. Kombination der beiden Verkehrsträger	75
5.3.1. Stärken des kombinierten Verkehrs	76
5.3.2. Schwächen des kombinierten Verkehrs	77
5.4. Auswahlkriterien für die Wahl der Transportart.....	78
5.5. Einsatzgebiete des kombinierten Verkehrs	81
6. Ökologische Betrachtung von Emissionen und Energieverbräuchen im bimodalen kombinierten Verkehr	82
6.1. Umweltauswirkungen des Güterverkehrs.....	82
6.1.1. Regionale Klimaveränderungen.....	82
6.1.2. Beeinflussung von Flora und Fauna	83
6.1.3. Flächeninanspruchnahme.....	84
6.1.4. Schadstoffemissionen.....	84
6.1.5. Lärmemissionen	85
6.1.6. Energieverbrauch	86
6.2. Ökobilanzierung am Beispiel von fiktiven Transportketten	87
6.2.1. <i>EcoTransIT</i> -Rechenmodell.....	87

6.2.2. Transportketten im <i>EcoTransIT</i> -Modell	88
6.2.3. Modell-Inputfaktoren für die Ermittlung der LKW-Emissionen	88
6.2.3.1. Fahrzeugklasse	88
6.2.3.2. Schadstoffklasse	89
6.2.3.3. Beladungsgrad	89
6.2.3.4. Leerfahrtenanteil	89
6.2.4. Modell-Inputfaktoren für die Ermittlung der Güterzug-Emissionen	90
6.2.4.1. Zuggewicht	90
6.2.4.2. Schadstoffklasse	90
6.2.4.3. Beladungsgrad	91
6.2.4.4. Leerfahrtenanteil	91
6.2.5. Weitere Faktoren für Gesamtemissionen des Transportes	91
6.2.5.1. Transportdistanzen u. -geschwindigkeiten	91
6.2.5.2. Topographische Gegebenheiten	92
6.2.5.3. Umschlagvorgänge	92
6.2.5.4. Energiebereitstellung	92
6.2.6. Modelloutput	92
6.2.6.1. Primärenergiebedarf	93
6.2.6.2. Dieseläquivalent	93
6.2.6.3. Ökologische Auswirkungen – Schadstoffe	93
6.2.7. Ausgewählte Transportstrecken	94
6.2.7.1. Strecke A: Hamburg – Gumpoldskirchen	94
6.2.7.2. Strecke B: Imst – Gumpoldskirchen	95
6.2.7.3. Strecke C: Voitsberg – Gumpoldskirchen	95
6.2.8. Ausgewähltes Fahrzeugmaterial	95
6.2.9. Ausgewählte Transportbehältnisse	96
6.2.10. Ausgewählte Transportgüter	97
6.2.10.1. Massengut: Weizen für Futterzwecke	97
6.2.10.2. Durchschnittsgut: frische Tomaten	97

6.2.10.3. Volumengut: Steinwolleplatten	98
6.3. Gegenüberstellung von Transportketten UKV und LKW	98
6.3.1. Ökobilanzierung der Strecken ohne Leerfahrten.....	98
6.3.1.1. Bilanzierung: Strecke A	99
6.3.1.2. Bilanzierung: Strecke B	100
6.3.1.3. Bilanzierung: Strecke C	101
6.3.2. Ökobilanzierung mit güterspezifischen Leerfahrtenanteilen	102
6.4. Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der Bilanzierung	103
7. Der KV als Instrument einer nachhaltigen Raumplanung	105
7.1. Ziele der nachhaltigen Verkehrspolitik.....	106
7.2. Bedeutungszunahme der „grünen Logistik“	109
7.2.1. Optimierungsbereiche der „grünen Logistik“	110
7.2.2. Einsatz des <i>EuroCombis</i> im Vor-/Nachlauf.....	112
7.2.3. Technische Innovationen und Forschung im Bereich des KV.....	113
7.3. Die Problematik der „ersten/letzten Transportmeile“	114
7.4. Ausblick für die Zukunft des KV in Österreich	117
7.4.1. Prognosen der Güterverkehrsleistungen	117
7.4.2. Geplante Infrastrukturprojekte 2011-2016	118
7.4.3. Ausbau von Terminals und Anschlussbahnen.....	120
7.4.4. Umsetzungsstrategien für die Verlagerung des Güterverkehrs.....	121
7.4.5. Förderungen des kombinierten Verkehrs in Österreich	122

8. Schlussfolgerungen und Empfehlungen	129
9. Résumé	131
10. Abbildungsverzeichnis.....	132
11. Tabellenverzeichnis.....	134
12. Literaturverzeichnis.....	135

1. Einleitung

Das Kapitel 1 gibt einen Überblick über die Problemstellung, die Zielsetzung und die methodische Vorgehensweise der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit. Weiters werden zum besseren Verständnis die wichtigsten Fachbegriffe kurz erläutert, welche dann in weiterer Folge regelmäßig in der Arbeit verwendet werden.

1.1. Problemstellung

Der **globale Klimawandel** ist eines der **bedrohlichsten Umweltprobleme** der Menschheit. Fast täglich finden sich weltweit in diversen Medien Beiträge oder Artikel zu diesem Thema. Der durch menschliches Handeln erzeugte **Treibhauseffekt** ist mitunter daran schuld, dass sich das Weltklima langsam, aber dennoch kontinuierlich aufheizt. Für die Veränderung des Klimawandels wird primär das **Treibhausgas CO₂** verantwortlich gemacht. Dieses Gas entsteht bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern wie z.B. Öl, Benzin, Diesel oder Kohle. Vor allem der **Verkehrssektor gehört global betrachtet zu den zentralen CO₂-Verursachern**.¹ Betrachtet man darin nur den Güterverkehr, so erkennt man, dass in erster Linie nicht die Gesamtmenge der zu transportierenden Güter jährlich ansteigt, sondern die Länge der einzelnen Wegstrecken. Schuld daran sind vor allem die niedrigen Transportpreise, denn aufgrund dieser werden **jeden Tag enorme Gütermengen mehrere tausende Kilometer, auf oft nicht nachvollziehbare Weise, transportiert**. Um nur eines von unzähligen Beispielen zu nennen: Nordseekrabben. Das Schälen von Krabben erweist sich als eine sehr unangenehme und anstrengende Arbeit und kann nicht maschinell erfolgen. Es hat sich gezeigt, dass es sich lohnt, diese Krabben mit dem LKW von Deutschland nach Marokko und nach dem Schälen wieder zurück nach Deutschland zu transportieren. 40 LKW sind ständig unterwegs – eine Streckenlänge beträgt 6.000km und die Kühlkette darf dabei nicht unterbrochen werden. Ökologisch sinnvoller wäre es, die Krabben gleich vor Ort in Deutschland zu verarbeiten oder wenn nicht wirtschaftlich tragbar, diese zumindest per Bahn nach Marokko zu transportieren. So werden allerdings aus reinen Kostengründen die Krabben tausende Kilometer quer durch Europa bis nach Afrika transportiert, was sich in einem erhöhten Energie- und Emissionsausstoß widerspiegelt.^{2 3}

Ein großes Problem im europäischen Verkehrssektor stellt dar, dass in allen Mitgliedsstaaten trotz der wirtschaftlichen und geographischen Unterschiede, **von Jahr zu Jahr vor allem der Güterverkehr auf der Straße zunimmt**. Die gesamte Güterverkehrsleistung (Straße und Schiene) in der Europäischen Union könnte gemäß Prognosestudien um 2,4% bis 3,1% pro Jahr wachsen.⁴ Die Ursachen dahinter sind, neben den neuen Produktionsweisen (moderne „Just-in-time“-Produktion ohne Lagerung der Güter) und der Verlagerung von Produktionsstandorten in Niedriglohnländer, vor allem die **einseitigen Nachfrage am Markt bzgl. LKW-Transporte**. Denn man erkennt die

¹ Vgl. Global 2000, 05.05.2012

² Vgl. Totoweise, 27.11.2012

³ Vgl. UNTERREINER, Welt-Zeitung: Zeitungsartikel, 2007

⁴ Vgl. Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2002, S.14, 36

Tendenz, dass man den **Transporten auf der Straße gegenüber denen auf der Schiene** aufgrund der höheren Flexibilität **den Vorrang gibt**. Die Umweltauswirkungen und die Emissionen spielen bei Überlegungen meist eher eine untergeordnete Rolle. Trotzdem zeigt sich, dass durch die sichtbaren globalen Auswirkungen und durch persönliche Betroffenheit allmählich ein langsames Umdenken in Richtung einer ökologischen Logistik erfolgt – Stichwort: Green Logistics oder „Grüne Logistik“.^{5 6}

Dennoch hat die **Umwelt in den vergangenen Jahren stark unter dem wachsenden Güterverkehr gelitten und Schaden genommen**. Neben dem Klimawandel gewinnen vor allem Faktoren wie Lärm, Abgase, Flächenverbrauch, Feinstaub und der Energiebedarf zunehmend an Bedeutung, insbesondere in Umwelt- und Verkehrspolitik.

In den letzten Jahren konnte man darüber hinaus vermehrt beobachten, dass sowohl im **Personen- als auch im Güterverkehr versucht wird, die Bahn als umweltfreundliches Transportmittel zu vermarkten und zu positionieren**. Die Bahn produziert zwar ebenso Lärm und Abgase und emittiert genauso CO₂, allerdings mit dem Unterschied, dass bei voller Auslastung der Züge, bezogen auf eine transportierte Tonne, nur ein Bruchteil der Emissionen ausgestoßen wird, die ein herkömmlicher LKW ausstößt.⁷

Aufgrund der starken **globalen Containerisierung und der Individualisierung der Gütertransporte** in den letzten Jahren versucht man weiterhin, den **bimodalen kombinierten Verkehr mit den Verkehrsträgern Schiene und Straße global, als auch im europäischen Raum, zu stärken**. Der LKW spielt in der Transportkette des kombinierten Güterverkehrs nur eine untergeordnete Rolle und bringt die Ladeeinheiten vom Versender zum Versandterminal bzw. vom Empfangsterminal zum Empfänger. Die **Güterbahn** wird in den Medien, aber auch durch **Vermarktungsstrategien, immer wieder als besonders ökologisch oder energieeffizient bezeichnet**. Fakt ist, dass die Bahn wesentlich unabhängiger von fossilen Energieträgern als der LKW ist - ein unbestrittenes und schlagkräftiges Argument, mit dem die Bahn auf alle Fälle punkten kann. Ebenso gilt, dass man bei der Stromerzeugung für die elektrifizierte Bahn auf regenerative und heimische Energiequellen zurückgreifen kann (Wasserkraftwerke,...). Es zeigt sich somit, dass **die Bahn auf den ersten Blick viele Vorteile gegenüber dem LKW aufweist**. Viele umweltbewusste Unternehmen und Betriebe setzen heute bereits aus verschiedenen Gründen (Beschaffenheit der Transportgefäße, Kostengründe, techn. Gründe, Prestige, Werbung,...) auf den bimodalen kombinierten Verkehr. Es bleibt also **spannend, wie sich der Trend des kombinierten Verkehrs in Zukunft fortsetzen**, inwieweit ein Umdenken in Richtung eines ökologischen Transportes erfolgen und welche technischen Innovationen es in diesem Bereich noch geben wird.

1.2. Zielsetzung

Diese Diplomarbeit hat sich zum Ziel gesetzt, sich mit dem unbegleiteten bimodalen kombinierten Güterverkehr (Straße u. Schiene) zu befassen und dem Leser nicht die ökonomischen, sondern vor allem die **ökologischen Aspekte** des kombinierten Güterverkehrs verständlicher zu machen. Der kombinierte Verkehr gilt, wie schon zuvor in der Problemstellung beschrieben, gegenüber den reinen LKW-Transporten als besonders umweltschonend und effizient. Mit Hilfe **des komplexen Rechenmodells EcoTransIT**

⁵ Vgl. VDV - Verband Deutscher Unternehmen, 2002, S.180-182

⁶ Vgl. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), 2006, S.2-3

⁷ Vgl. Ebenda

(Erläuterungen dazu unter 6.2.1.), welches viele verschiedene Faktoren (z.B. Streckenbeschaffenheit, Abgasnormen der LKW-Motoren, Gewicht der Ladung und des Fahrzeugmaterials, uvm.) mitberücksichtigt und daher als besonders realitätsnah gilt, sollen **Umweltwirkungen von Transporten für verschiedene Verkehrsträger** errechnet und **gegenübergestellt** werden. Genauer, sollen dabei Schadstoff- und allen voran die klimaschädigenden CO₂-Emissionen, sowie Energieverbräuche anhand unterschiedlich schwerer Güter auf unterschiedlich langen Transport-strecken gegenübergestellt werden. So erhält man Erkenntnisse darüber, **ob der LKW alleine oder in Kombination mit der Güterbahn**, bezogen auf die jeweilige Strecke und das jeweilige Transportgut, in Hinblick auf einen **umweltfreundlichen Transport besser geeignet ist**. Erst nach der komplexen Berechnung und Analyse der Ergebnisse können Empfehlungen getroffen werden und es wird sich zeigen, ob der Aussage, dass der kombinierte Verkehr in jedem Fall umweltschonender als der reine LKW-Verkehr ist, Recht gegeben werden kann oder ob andere Aussagen, Ausnahmen oder Differenzierungen getroffen werden müssen.

1.3. Methodische Vorgehensweise

Diese Arbeit gliedert sich grundsätzlich in **fünf Hauptbereiche**. Während sich **Kapitel 2** mit allgemeinen Grundlagen und Informationen zum Güterverkehr und der Logistik auseinandersetzt, befassen sich die **Kapitel 3, 4 und 5** primär mit dem bimodalen kombinierten Güterverkehr (KV) mit den Verkehrsträgern Straße und Schiene. In diesen drei eben genannten Kapiteln erfolgt dann eine weitere Spezifizierung des KV, da nur der **unbegleitete kombinierte Güterverkehr mit Containern und Wechselaufbauten für diese Arbeit von Relevanz** ist. Auf diesem wird im weiteren Verlauf besonders eingegangen, es werden aber der Vollständigkeit halber auch immer die anderen Möglichkeiten im bimodalen KV mit LKW und Bahn genannt (z.B. Rollende Landstraße „RoLa“), diese aber nicht weiter ausgeführt. Der dritte Hauptbereich umfasst das **Kapitel 6**. In diesem Kapitel werden fiktive, vom Autor selbst ausgewählte, komplexe Transportketten sowohl für den Straßengüterverkehr, als auch für den KV mit dem wissenschaftlich anerkannten *EcoTransIT*-Rechenmodell ökologisch bilanziert und im Anschluss gegenübergestellt, um so Erkenntnisse über die ökologische Verträglichkeit der einzelnen Transporte zu erhalten. **Kapitel 7** befasst sich hingegen mit dem KV in Bezug auf eine nachhaltige Raumplanung und thematisiert vor allem die in dicht besiedelten Ballungsgebieten problematische „erste/letzte Transportmeile“ des KV. Der fünfte und letzte Hauptbereich dieser Arbeit umfasst **Kapitel 8 und 9** und beinhaltet neben den wichtigsten durch die Arbeit gewonnen Schlussfolgerungen auch ein kurzes Résumé der gesamten Diplomarbeit. Weiters werden noch Empfehlungen in Bezug auf den KV ausgesprochen. Das Abbildungs-, Tabellen und Literaturverzeichnis befindet sich am Ende dieser Arbeit. Informationen zu der Handhabung und Angabe der verwendeten Quellen findet man im Literaturverzeichnis.

1.4. Begriffsdefinitionen

Tonnenkilometer tkm:

Errechnet sich durch Multiplikation der beförderten Gütermenge (in Tonnen) mit der zurückgelegten Distanz. Wenn z.B. ein LKW eine Ladung 20 Tonnen 100km weit transportiert, so erhält man (20x100) 200tkm.

Transport- od. Güter(verkehrs)leistung = (Nutzlast-)Tonnenkilometer/Zeiteinheit [tkm/T]⁸. Meistens bezieht sich diese Größe auf eine Zeiteinheit von einem Jahr.

Transport- od. Güter(verkehrs)aufkommen = (Nutzlast-)Tonnen/Zeiteinheit [t/T]⁹

Fahrzeugaufkommen = Fahrzeugfahrten/Zeiteinheit [Fz/T]¹⁰

Verlader/Absender/Versender:

Es handelt sich dabei um jene Personen, welche die Güter in die Obhut anderer (Spediteure oder Frachtführer) geben, um diese dann an den Empfänger der Güter auszuliefern.¹¹

Spediteur:

Ist jene Person in der Transportkette, die als Vermittler im Auftrag des Versenders den gesamten Gütertransport organisiert und zusätzliche Dienstleistungen erbringt.¹²

Frächter/Frachtführer/Transporteur:

Ist jene Person, die für den Transport verantwortlich und mit Fahrzeugen tätig ist und diesen entweder selbst durchführt oder durchführen lässt. Nicht selten kommt es vor, dass der Spediteur als Frachtführer mit eigenen Fahrzeugen fungiert.¹³

Sattelaufleger:

Ist ein motorloses Fahrzeug für den Güterverkehr, welches auf ein Sattelzugfahrzeug angekuppelt werden kann.¹⁴

Binnencontainer:

Sind jene Container, welche primär für den kombinierten Verkehr Straße/Schiene verwendet werden und den Bedingungen des Internationalen Eisenbahnverbandes (UIC) entsprechen.¹⁵

TEU (Twenty-foot Equivalent Unit):

Es handelt sich dabei um eine statistische Hilfsgröße für die Messung von Güterströmen und -kapazitäten. Ein TEU entspricht einem 20-Fuß-ISO-Container mit 6,10m Länge.¹⁶

Palette:

Ist eine genormte Plattform, welche meist aus Holz ausgeführt ist und welche man mit Gütern beladen kann. In Europa wird am häufigsten die Europalette (oder CEN-Palette) mit einer Grundfläche von 120x80cm, aber auch die ISO-Palette mit 120x100cm, verwendet.¹⁷

⁸ Vgl. CERWENKA et al., 2004, S.11

⁹ Vgl. Ebenda

¹⁰ Vgl. Ebenda

¹¹ Vgl. Economic Commission for Europe (UN/ECE), 2001, S.31

¹² Vgl. Ebenda, S.32

¹³ Vgl. Ebenda, S.33

¹⁴ Vgl. Ebenda, S.37

¹⁵ Vgl. Ebenda, S.44

¹⁶ Vgl. Ebenda, S.48

¹⁷ Vgl. Ebenda, S.55

2. Allgemeine Informationen zum Güterverkehr

Kapitel 2 behandelt **wichtige Aspekte und Begriffe aus dem Bereich der Güterlogistik**, auf die im weiteren Verlauf dieser Arbeit in Bezug auf den kombinierten Verkehr (KV) immer wieder eingegangen wird. Zum besseren Verständnis wird zunächst die **Klassifikation von Gütern** kurz erklärt und in weiterer Folge wird der wichtige **Begriff der Transportkette** mitsamt ihren wichtigsten Elementen näher beschrieben. Der Aufbau bzw. die Zusammensetzung von Transportketten ist für den **kombinierten Verkehr** von großer Bedeutung. Diese Transportketten werden dann aber speziell, bezogen auf den unbegleiteten bimodalen KV (mit Bahn und LKW), **welcher Gegenstand dieser Arbeit** ist, im Kapitel 3 ausführlicher erläutert. Zum besseren Verständnis und als wichtige Ergänzung dienend, werden im Kapitel 2 noch die **Güterverkehrsarten**, welche für die Statistik einen hohen Stellenwert haben, kurz erklärt.

2.1. Klassifikation von Gütern

Alle wissenschaftlich korrekt durchgeführten **Verkehrsstatistiken basieren stets auf Güterverzeichnissen**, welche eine strenge Klassifizierung der Transportgüter vornehmen und das zu transportierende Gut **verschiedenen Güterhauptgruppen/-untergruppen** zuordnen. Es gibt eine Vielzahl an unterschiedlichen Klassifikationen von Gütern, beispielsweise kann man Güter nach deren Verfügbarkeit, deren Aggregatzustand, deren Gegenständlichkeit (materielle oder immaterielle Güter), deren Wert, deren Größe, deren Produktionseigenschaft, deren Verwendungszweck, deren Nachfrageverhalten oder deren Transport unterscheiden.

Eine der **wichtigsten Klassifikationen** stellt mit Sicherheit die **Nomenclature Uniforme de Marchandises pour les Statistiques de Transport (abgekürzt: NST 2007)-Klassifikation** dar. Seit dem 1. Jänner 2008 ist in der Europäischen Union (EU) diese Güternomenklatur für Verkehrsstatistiken anzuwenden und alle europäischen statistischen Ämter sind verpflichtet, Daten in der neuen **Güterklassifikation NST 2007 an EUROSTAT zu liefern**. Diese neue Klassifikation löste die alte, seit dem Jahr 1967 gültige *Nomenclature uniforme de marchandise pour les statistiques de transport, révisée* (abgekürzt: NST/R)-Klassifikation, ab. Die **NST 2007 dient als Grundlage für die Gliederung der gemeinschaftlichen Verkehrsstatistiken** und basiert nicht mehr auf der physischen Beschaffenheit der Güter, sondern auf den Wirtschaftsaktivitäten, aus welchen diese Güter hervorgegangen sind, der **Classification of Products by Activity** (abgekürzt: CPA). Damit wurde sichergestellt, dass Statistiken aus dem Verkehrsbereich mit anderen Statistikbereichen, die sich ebenfalls an der CPA orientieren, vergleichbar sind (z.B. Produktionsstatistiken).^{18 19 20 21 22 23}

¹⁸ Vgl. EZV - Eidgenössische Zollverwaltung, 02.05.2012

¹⁹ Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon, 02.05.2012

²⁰ Vgl. Statistisches Bundesamt (1), 31.08.2008, S.3-4

²¹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2), 10.05.2011, S.4

²² Vgl. STATISTIK AUSTRIA (1), 02.05.2012

²³ Vgl. STATISTIK AUSTRIA (2), 02.05.2012

Die NST 2007 umfasst 2 Gliederungsebenen:

- **Abteilungen:** insgesamt gibt es 20 Abteilungen
- **Gruppen:** insgesamt gibt es 81 Gruppen

Die **NST 2007** besitzt gegenüber der NST/R **nur mehr zwei Gliederungsebenen**, wohingegen die alte NST/R zusätzlich eine dritte Ebene aufweist. Die NST/R basiert auf einem Verzeichnis von 176 Güterpositionen, welche die Güter vor allem nach ihrer Art, dem Verarbeitungsgrad, ihren Transportbedingungen und den beförderten Mengen gliedert.²⁴

Um die Unterschiede zwischen NST/R und NST 2007 besser verstehen zu können, folgt nun eine Übersichtstabelle:

NST/R	NST2007
Ebene 1: 10 Kapitel	Ebene 1: 20 Abteilungen
Ebene 2: 52 Gruppen	Ebene 2: 81 Gruppen
Ebene 3: 176 Güterpositionen	

Tabelle 1: Unterschied zwischen NST/R und NST 2007
(EZV - Eidgenössische Zollverwaltung, 02.05.2012)

„Da gemäß nationaler Verordnung im Straßen- und Schienengüterverkehr (BGBl. Nr. 393/1995, Verordnung des Bundesministers für öffentliche Wirtschaft und Verkehr über statistische Erhebungen im Bereich des Straßen- und Schienengüterverkehrs (Straßen- und Schienengüterstatistikverordnung) idF: BGBl. II Nr. 119/2005) die Güter für österreichische Unternehmen weiterhin auf Basis der Nomenklatur NST/R erhoben werden müssen, erfolgt seitens der STATISTIK AUSTRIA eine automatische Umcodierung der gemeldeten NST/R Daten auf die NST 2007.“²⁵

Diese Umcodierung auf die NST 2007 erfolgt mit Hilfe einer Korrespondenztabelle, welche auf der STATISTIK AUSTRIA-Homepage betrachtet und heruntergeladen werden kann.²⁶

Tabelle 2 auf der nächsten Seite zeigt die **20 erwähnten Abteilungen der aktuell gültigen NST 2007-Klassifikation**.

²⁴ Vgl. EZV - Eidgenössische Zollverwaltung, 02.05.2012

²⁵ STATISTIK AUSTRIA (2), 02.05.2012

²⁶ Vgl. Ebenda, 02.05.2012

Abteilung	Bezeichnung
01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Forstwirtschaft; Fische und Fischereierzeugnisse
02	Kohle; rohes Erdöl und Erdgas
03	Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse; Torf; Uran- und Thoriumerze
04	Nahrungs- und Genussmittel
05	Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren
06	Holz sowie Holz-, Kork- und Flechtwaren (ohne Rohholz und Möbel); Papier, Pappe und Waren daraus; Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger
07	Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse
08	Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren; Spalt- und Brutstoffe
09	Sonstige Mineralerzeugnisse
10	Metalle und Halbzeug daraus; Metallerzeugnisse, ohne Maschinen und Geräte
11	Maschinen und Ausrüstungen a.n.g.; Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen; Geräte der Elektrizitätserzeugung und -verteilung u. Ä.; Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehgeräte sowie elektronische Bauelemente; Medizin-, Mess-, steuerungs- und regelungstechnische Erzeugnisse; optische Erzeugnisse; Uhren
12	Fahrzeuge
13	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren und sonstige Erzeugnisse
14	Sekundärrohstoffe; kommunale Abfälle und sonstige Abfälle
15	Post, Pakete
16	Geräte und Material für die Güterbeförderung
17	Im Rahmen von privaten und gewerblichen Umzügen beförderte Güter; von den Fahrgästen getrennt befördertes Gepäck; zum Zwecke der Reparatur bewegte Fahrzeuge; sonstige nichtmarktbestimmte Güter a.n.g.
18	Sammelgut: eine Mischung verschiedener Arten von Gütern, die zusammen befördert werden
19	Nicht identifizierbare Güter: Güter, die sich aus irgendeinem Grund nicht genau bestimmen lassen und daher nicht den Gruppen 01-16 zugeordnet werden können
20	Sonstige Güter a.n.g.

Tabelle 2: NST 2007-Klassifikation

(Statistisches Bundesamt (1), 31.08.2008, S.6)

2.2. Transportketten im Güterverkehr

Unterkapitel 2.2. behandelt ganz allgemein den **Begriff der Transportkette** mit all ihren Elementen bzw. Bausteinen. Dabei werden Transportketten nach diversen Kriterien aufgegliedert und in weiterer Folge die verschiedenen möglichen Transportketten im Schienengüterverkehr kurz beschrieben, wobei das **größte Augenmerk stets auf den kombinierten Verkehr (Straße/Schiene)** gelegt wird.

2.2.1. Der Begriff der Transportkette

Der Begriff der **Transportkette** ist nach **DIN 30781** eine „*Folge von technisch und organisatorisch miteinander verknüpften Vorgängen, bei denen Personen oder Güter von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden*“.²⁷

Im Allgemeinen umfasst eine Transportkette folgende Komponenten:

- **Transportieren**
- **Umschlagen**
- **Lagern**
- ständiger **Informationsfluss**²⁸

Zusätzlich unterscheidet man zwischen dem:

- **Vorlauf** (Transport von Gütern eines Versenders zu einem Versendeumschlagplatz, in der Regel: Terminal, Lager, div. andere Umschlaganlagen und -einrichtungen)²⁹
- **Hauptlauf** (Transport von Gütern zwischen Versendeumschlagplatz und Empfangsumschlagplatz)³⁰
- **Nachlauf** (Transport von Gütern vom Empfangsumschlagplatz zu einem weiteren Umschlagplatz/Lager oder direkt zum Endempfänger)³¹

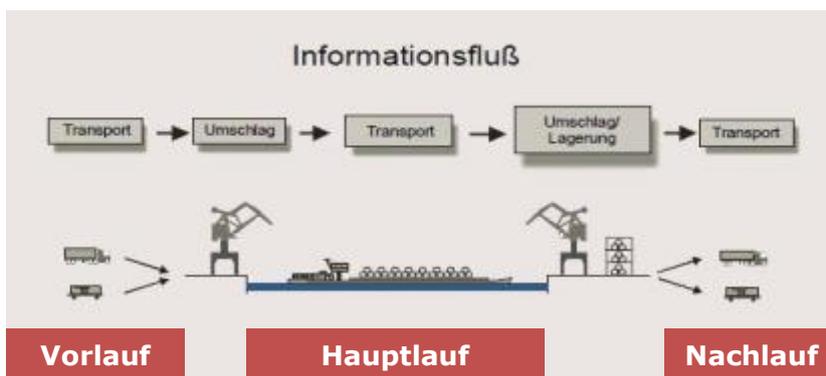


Abbildung 1 zeigt die allgemeine Funktionsweise der einzelnen Komponenten einer Transportkette auf, wobei der Hauptlauf hier mit dem Schiff erfolgt, während die Vor- und Nachläufe mit der Bahn bzw. mit dem LKW durchgeführt werden.

Abbildung 1: Transportkette

(Binnenhafen, 03.05.2012, S.14; eigene Darstellung)

²⁷ Binnenhafen, 03.05.2012, S.13

²⁸ Vgl. Ebenda

²⁹ Vgl. VNL Österreich - Verein Netzwerk Logistik (1), 04.05.2012

³⁰ Vgl. VNL Österreich - Verein Netzwerk Logistik (2), 04.05.2012

³¹ Vgl. VNL Österreich - Verein Netzwerk Logistik (3), 04.05.2012

Die **Bewegung eines Transportgutes** zwischen einer **Quelle** (Versender) und einem **Ziel** (auch Senke oder Empfänger genannt) kann ein sehr einfaches, aber auch ein sehr kompliziertes Unterfangen mit hohem Organisationsaufwand sein. Im einfachsten Fall wird das Transportgut am Quellort umgeschlagen, dann zum Zielort transportiert und dort wieder umgeschlagen. Man spricht dabei von **eingliedrigen Transportketten**, ungebrochenen Gütertransporten oder von Direktverkehren. Wird hingegen aufgrund verschiedener Gründe, zwischen Quelle und Ziel das Transportgut mehrfach umgeschlagen, dann spricht man von einer **mehrgliedrigen Transportkette** oder gebrochenem Gütertransport. Bestes Beispiel dafür ist, wenn der Verkehrsträger gewechselt werden muss, z.B. von Wasser → auf Schiene und/oder von Schiene → auf Straße. Bei der mehrgliedrigen Transportkette kann man besonders die Elemente des Vorlaufs, des Hauptlaufs und des Nachlaufs klar voneinander abgrenzen. Abgestimmt auf Nachfrageveränderungen von Transporten, unterschiedlichen Anforderungen an den Transport, unterschiedlichen Gütereigenschaften und der verfügbaren lokalen bzw. regionalen Verkehrsinfrastrukturausstattung können sowohl eingliedrige als auch mehrgliedrige Transportketten zusammengestellt werden.³²

Abbildung 2 zeigt den Unterschied zwischen einer eingliedrigen und einer mehrgliedrigen Transportkette graphisch auf. Bei einer mehrgliedrigen Transportkette können beliebig viele Umschlag- bzw. Lagervorgänge zwischen Quelle und Senke zwischengeschaltet werden.

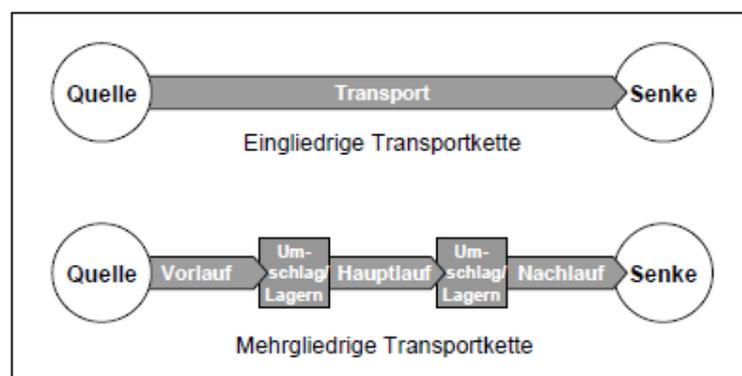


Abbildung 2: Unterscheidung von Transportketten
(FISCHER, 2008, S.142)

Weiters ist eine wichtige Unterscheidung vorzunehmen:

Wird bei einem Transportvorgang nur ein Verkehrsträger verwendet, spricht man von einer uni- oder **monomodalen Transportkette**. Je nachdem, ob und wie oft das Transportgut umgeschlagen wird, handelt es sich dabei um eingliedrige oder mehrgliedrige monomodale Transportketten. Ein klassisches Beispiel ist der Transport von Gütern mittels Bahn, ausgehend von einem Hafen bis zu einem Großbetrieb, welcher ein eigenes Anschlussgleis aufweist. Der Transport der Güter erfolgt dabei ausschließlich auf Schiene.³³

Wird bei der mehrgliedrigen Transportkette nicht nur das Transportmittel gewechselt, sondern auch noch der Verkehrsträger (Straße, Schiene, Wasserstraße...), so spricht man von **multimodalem Güterverkehr**. Die europäische Union, die europäische Konferenz der Verkehrsminister (CEMT - Conférence Européenne des Ministres des Transports) und die UN-Wirtschaftskommission für Europa (UN/ECE) definieren den multimodalen Verkehr als³⁴ „Transport von Gütern mit zwei oder mehreren verschiedenen Verkehrsträgern“.³⁵

³² Vgl. GRASSINGER, 2009, S.6-7

³³ Vgl. FISCHER, 2008, S.145-146

³⁴ Vgl. LAMPE, 2005, S.2

³⁵ Economic Commission for Europe (UN/ECE), 2001, S.16

Der **intermodale Güterverkehr** ist hingegen ein Teilbereich des multimodalen Güterverkehrs, der laut CEMT als „Transport von Gütern in ein und derselben Ladeeinheit oder demselben Straßeneinsatzfahrzeug³⁶ mit zwei oder mehreren Verkehrsträgern, wobei ein Wechsel der Ladeeinheit, aber kein Umschlag der transportierten Güter selbst erfolgt.“³⁷

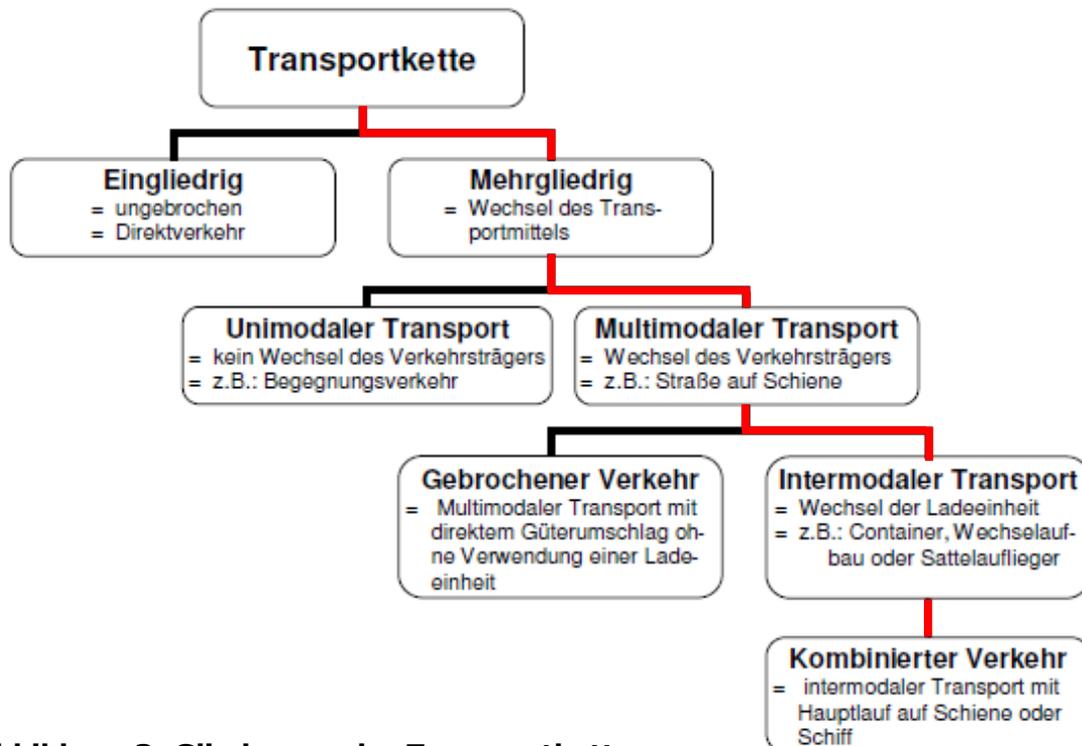


Abbildung 3: Gliederung der Transportketten
(GRASSINGER, 2009, S.7; eigene Darstellung)

Abbildung 3 stellt den oben beschriebenen Sachverhalt mitsamt kurzen Erklärungen übersichtlich dar. **Für diese wissenschaftliche Arbeit** ist allerdings **nur** der intermodale Transport, bzw. der **kombinierte Verkehr (KV) von Relevanz** (Definition KV: siehe 2.2.2.4. und 3.1.). Der entsprechende Pfad ist in der Abbildung 3 zum besseren Verständnis rot eingezeichnet. Die anderen Möglichkeiten an Transportketten sollten dennoch an dieser Stelle erwähnt bleiben.

Alle Transportvorgänge, bei denen der Hauptlauf ausschließlich mit der Eisenbahn, mit dem Binnen- oder Überseeschiff oder dem Flugzeug zurückgelegt wird und die Ladeeinheit (Container, Wechselaufbau) während der gesamten Transportstrecke nicht verändert wird, fallen unter die Bezeichnung kombinierter Güterverkehr. Dem Transport mit dem LKW wird dabei nur geringer Stellenwert beigemessen. Er erledigt in den meisten Fällen die Transportvorgänge im Vor- und Hauptlauf, wobei diese möglichst kurz zu halten sind.³⁸

In der Logistik sind **alle Transportvorgänge** im Wesentlichen durch die **Beschaffenheit des Transportguts**, durch die **Erreichbarkeit des Liefergebietes** und durch die **Standorte der Versender- und Empfangsumschlagplätze** gekennzeichnet. Die Elemente einer **Transportkette verstehen sich als modulare Bausteine**, mit denen jedes Unternehmen für sich, unter den gegebenen Umständen und Bedingungen, die beste und vor allem die ökonomisch sinnvollste Transportkette, mitsamt ihren entsprechenden Transportmitteln und Umschlagplätzen auf der dementsprechenden Route, auswählen kann.

³⁶ Anmerkung: Straßenfahrzeug

³⁷ Economic Commission for Europe (UN/ECE), 2001, S.17

³⁸ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.6-8

Jedes Unternehmen wird stets bemüht sein, vor allem die Kosten, aber auch andere Faktoren wie z.B. Treibstoff, Emissionen oder die Zeitdauer für den Transport ihrer Güter bei gegebenen Möglichkeiten, senken zu wollen. Dementsprechend werden die **Transportketten laufend Veränderungen bzw. Optimierungsvorgängen unterzogen**.³⁹

2.2.2. Arten von Transportketten im Schienengüterverkehr

Im Schienengüterverkehr gibt es eine Bandbreite an unterschiedlichen Transportkettenarten. FISCHER unterscheidet hierbei folgende Transportketten:

2.2.2.1. Monomodale Transportkette mit Ganzzügen

Bei der unimodalen oder monomodalen Transportkette mit Ganzzügen erfolgt der Transport der Güter **ohne Zwischenhalte und ohne Umschlagvorgänge zwischen Quelle und Senke**, wodurch der Ganzzug gegenüber dem Zug mit Einzelwagen kostengünstiger und auch schneller ist. Ganzzüge, oder in der Literatur auch Blockzüge genannt, werden meist nur von einem Kunden und vor allem **bei hohem Güteraufkommen** (von schweren oder **sperrigen, großvolumigen Massengütern**, wie z.B. Eisenerzen, Kohlen, Mineralölen, Baustoffen, aber auch Getreidesorten und Düngemitteln) eingesetzt. **Im Durchschnitt wird mit mehr als 15 Waggons und einer Nutzlast zwischen 750 und 1600 Tonnen** gefahren, wobei man 500 Kilometer als Mindestdistanz ansieht, damit ein Güterzug solcher Klasse als wirtschaftlich angesehen wird. Geringe Distanzen mit weniger Waggons sind aber ebenso möglich. Der Vorteil des Ganzzugsystems ist, dass aufwendige und kosten- sowie zeitintensive Rangiervorgänge komplett entfallen. Optisch erkennt man solche Züge meist daran, dass sie grundsätzlich aus gleichen Waggontypen (z.B. Tankwaggons) zusammengestellt sind. Anmerkung: Im **kombinierten Verkehr finden Ganzzüge oft Verwendung**, vor allem im Containerverkehr, wo ein mit ausschließlich Containern beladener Zug **von einem Terminal zu einem anderen Terminal** fährt. Der Vor- und Nachlauf erfolgt aber meist mit dem LKW, daher nicht monomodal.^{40 41}

Abbildung 4 zeigt einen mit Wechsellaufbauten beladenen Ganzzug. Diese werden soeben in einem Terminal mit einem Kran auf die einzelnen Waggons geladen.



Abbildung 4: Mit Wechsellaufbauten beladener Ganzzug
(Media7, 27.11.2012)

³⁹ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.10

⁴⁰ Vgl. BUKOLD, 1996, S.24

⁴¹ Vgl. FISCHER, 2008, S.146-147

2.2.2.2. Monomodale Transportkette mit Einzelwagen und/oder Wagengruppen

Bei dieser Art der Transportkette verkehren die Güterwaggons nicht, so wie bei einem Ganzzug, in einem festen Zugverband, sondern es wird erst **durch mehrmaliges Rangieren der Zug aus Einzelwagen oder verschiedenen Wagengruppen zusammengestellt**. Einzelwagenverkehr oder Wagenladungsverkehr ist der Transport einzelner Güterwaggons mit der Bahn, bei dem Waggons mit verschiedenen Versendern und Empfängern in einem Zugverband zusammengestellt werden. Die Einzelwagen oder die Wagengruppen werden auf Rangierbahnhöfen oder in Terminals abgestellt, gebündelt und je nach Empfängerort zusammengestellt. Das bedeutet, dass Waggons, die früher vom Zugverband wieder abgekuppelt werden, am Ende des Zuges angehängt werden und jene Waggons, die erst später von der Lok abgekuppelt werden, näher an die Lok angekuppelt werden. Ein **hoher logistischer und organisatorischer Aufwand** ist hierbei erforderlich. Für den Nachlauf wird in der Regel der gesamte Zug mit den Einzelwagen und/oder Wagengruppen wieder aufgelöst. Der Nachlauf zu den jeweiligen Empfängern erfolgt dann mittels Kurzzügen, wobei es durchaus vorkommen kann, dass oft nur wenige Waggons an eine Lok angekuppelt werden. Voraussetzung dafür ist, dass die Empfänger zumindest ein Anschlussgleis zu ihren Betrieben verlegt haben müssen. Beim Einzelwagenzugsystem werden einzelne, oft unterschiedliche Waggons an konventionellen Zügen angehängt. Beim **Gruppenzugsystem besteht ein Zug in der Regel aus zwei oder drei Wagengruppen**. Die durchschnittliche **Transportdistanz** liegt bei monomodalen Transportketten mit Einzelwagen und/oder Wagengruppen **in etwa bei 300 Kilometern**, wobei das **Mindesttransportaufkommen bei Wagengruppen** eines solchen Zugsystems **bei 50 bis 300 Tonnen** liegen sollte. **Dieser Typ an Transportkette** im Schienengüterverkehr gilt als **äußerst rangieraufwendig** und daher als **sehr zeit- und kostenintensiv** und wie schon erwähnt, muss der Versender sowie der Empfänger der z.B. Wechsellaufbauten oder Container, die auf den Waggons aufgeladen werden, ein Gleis in Betriebsnähe zur Verfügung haben.^{42 43}

Anmerkung: Züge mit Einzelwagen und/oder Wagengruppen kommen analog zur Transportkette mit dem Ganzzug im **kombinierten Verkehr oft zum Einsatz, der Vor- und Nachlauf erfolgt aber meist mit dem LKW**, daher erfolgt der Transport nicht monomodal.



Abbildung 5: Wagenladungsverkehr

(Tinypic, 05.05.2012; eigene Darstellung)

Abbildung 5 zeigt einen Güterzug mit unterschiedlichen Waggontypen bzw. Wagengruppen. Diese Waggons werden für den Nachlauf wieder abgekuppelt, gebündelt und dementsprechend mit separaten Lokomotiven auf Anschlussgleisen zu ihren Bestimmungsorten gebracht.

⁴² Vgl. BUKOLD, 1996, S.24

⁴³ Vgl. FISCHER, 2008, S.148-149

2.2.2.3. Multimodale Transportkette des Schienengüterverkehrs

Multimodale Transportketten im Schienengüterverkehr zeichnen sich im Allgemeinen dadurch aus, dass **der Verkehrsträger gewechselt wird. Zusätzlich kann das Transportgefäß**, mit dem das eigentliche Transportgut befördert wird, **gewechselt** werden. Die Transportgefäße wie z.B. Container oder z.B. mit Schüttgut beladene Waggons werden mit der Bahn in Umschlagterminals gebracht und dort entladen. Das **Transportgut wird entweder zwischengelagert oder in ein anderes Transportgefäß umgeladen**. Ein Beispiel für letzteres ist der Umladevorgang von chemischen Erzeugnissen aus Tankwaggons in Tanklastwagen. Auch hier wird das Transportgut direkt umgeschlagen, da eine Zwischenlagerung vor allem für flüssige Güter teuer und aufwendig wäre bzw. oft aufgrund fehlender Möglichkeiten vor Ort nicht erfolgen kann. Nach dem Transport der Güter mit der Bahn und nach dem Umladevorgang, erfolgt **in jedem Fall der weitere Transport mit einem oder mehreren anderen Verkehrsträgern** (Straße, Wasserweg, Luftweg, Rohrleitungen). Multimodale Transportketten werden in der Praxis sowohl mit Güterzügen mit Einzelwagen und/oder Wagengruppen sowie auch mit Ganzzügen durchgeführt.⁴⁴

Abbildung 6 zeigt ein mögliches **Beispiel für einen multimodalen Gütertransport**. Zu sehen ist ein Güterzug, welcher unter anderem zwei mit Neuwagen beladene Waggons mitführt. Diese **beiden Waggons werden voraussichtlich abgekuppelt und mit einer Lok in einen Umschlagterminal** oder zumindest auf ein Abstellgleis, welches eine Laderampe besitzt, geführt. Dann erfolgt der **Entladevorgang**. Die PKW werden mittels Rampe auf einem Parkplatz zwischengelagert oder direkt auf einen Autotransporter umgeladen. Dieser bringt die Neuwagen dann zu den jeweiligen Autohändlern. Da Neuwagen, wie in diesem konkreten Fall in keinem Transportgefäß transportiert werden, entfällt der Umladevorgang in ein anderes Gefäß. Lediglich der **Verkehrsträger wird gewechselt**, man spricht von einem multimodalen Gütertransport.



Abbildung 6: Multimodaler Transport
(Geocaching, 05.05.2012)

⁴⁴ Vgl. FISCHER, 2008, S.150-151

2.2.2.4. Intermodale Transportkette des Schienengüterverkehrs

Bei intermodalen Transportketten wird das zu **transportierende Gut**, anders als bei der multimodalen Transportkette, diesmal **ohne Wechsel des Transportgefäßes** aber genauso mit mindestens zwei oder **mehreren Verkehrsträgern** durchgeführt. Die Funktionsweise der intermodalen Transportkette entspricht somit weitgehend der multimodalen Transportkette mit dem großen Unterschied, dass die Transportkette **zusätzliche Akteure berücksichtigen** muss, z.B. einen **Terminalbetreiber**, welcher Umschlag- und Lagerleistungen durchführt. Die Güter werden in Transportgefäßen z.B. in Containern, Wechselbehältern, in Sattelaufliegern oder Anhängern von Straßengüterfahrzeugen verstaut. Diese bleiben während des gesamten Transportvorganges in diesen Gefäßen oder Behältern, es wird daher nicht aus-, oder in andere Transportgefäße umgeladen. Man spricht in der Logistik vom **kombinierten Güterverkehr**. Dieser gilt als besonders flexibel und lässt sich so gut wie überall anwenden, d.h. er eignet sich sowohl für den **Stückgut-, Volumen- als auch für den Massenguttransport**. Es ist allerdings anzumerken, dass für die Umladung der Transportgefäße auf andere Verkehrsträger spezielle **Umschlagtechniken** von Nöten sind. Auch hier gibt es eine breite Auswahl an technischen Hilfsmitteln, angefangen vom Portalkran bis hin zu diversen Umladeeinrichtungen und -systemen an Waggon und LKW. Schienengüterverkehre im kombinierten Verkehr werden in der Regel als Ganzzüge gefahren, meist von Containerterminal zu Containerterminal. Nur selten werde Einzelwagen oder Wagengruppen den einzelnen Empfängern mittels Anschlussgleis zugestellt. **Intermodale Transportketten** weisen im Durchschnitt eine **Transportweite von mehr als 500 Kilometern** auf. Aufgrund der globalen Containerisierung des Güterverkehrs, welche sich u.a. auf die günstigen Transportkosten und auf den universellen Einsatz der Container zurückführen (z.B. Normung der Transportgefäße) lässt, gewinnt der kombinierte Verkehr global zunehmend an Bedeutung.⁴⁵

Gemäß Abbildung 3 ist ersichtlich, dass der **kombinierte Güterverkehr eine Spezifizierung eines intermodalen Transportes** ist. Wichtig dabei ist, dass der Großteil der Transportstrecke (somit der Hauptlauf) mit der Bahn oder mit dem Schiff zurückgelegt wird und dass die Ladung in ein und demselben Transportgefäß (Container, Wechselaufbauten, Sattelaufleger) während der gesamten Transportkette bleibt. Das Transportgefäß mitsamt Ladung wird auf andere Transportmittel (LKW, Bahn, Schiff, etc.) umgeschlagen (siehe auch Unterkapitel 3.1.).

Der kombinierte Verkehr bezogen auf den europäischen Raum definiert sich als:

„Intermodaler Transport in Europa, bei dem der überwiegende Teil der zurückgelegten Strecke mit der Eisenbahn, mit dem Binnen- oder Seeschiff bewältigt wird und der Vor- und Nachlauf auf der Straße so kurz wie möglich gehalten wird.“⁴⁶

⁴⁵ Vgl. FISCHER, 2008, S.152-153

⁴⁶ BUKOLD, 1996, S.22

2.3. Güterverkehrsarten

In der Logistik unterscheidet man u.a. neben den im Unterkapitel 2.2. aufgezählten Arten an Transportketten im Schienengüterverkehr auch verschiedene Güterverkehrsarten, welche in späterer Folge der Arbeit auch für den kombinierten Verkehr wichtig sind. Diese sind für statistische Erhebungen, Auswertungen und Prognosen von hoher Relevanz. Die **STATISTIK AUSTRIA unterscheidet** für ihre Analysen im Gütersektor folgende **fünf Güterverkehrsarten**:^{47 48}

2.3.1. Inlandverkehr

Der Inlandverkehr oder auch Binnenverkehr genannt, bezieht sich auf all jene Transporte, die **im Inland** (Österreich) **begonnen** und **im Inland** (Österreich) auch **beendet** werden, wobei auch der Be- und Entladevorgang im Inland erfolgt.

2.3.2. Grenzüberschreitender Versand

Der grenzüberschreitende Versand bezieht sich auf all jene Gütertransporte, die **im Inland** (Österreich) **begonnen**, jedoch im **Ausland beendet** werden. Das bedeutet, die Beladung erfolgt im Inland, die Entladung im Ausland.

2.3.3. Grenzüberschreitender Empfang

Der grenzüberschreitende Empfang bezieht sich auf all jene Gütertransporte, die **im Ausland begonnen** und **im Inland** (Österreich) **beendet** werden. Die Beladung der Güter erfolgt im Ausland, die Entladung im Inland.

2.3.4. Transitverkehr

Bei dem vor allem in Österreich häufig thematisierten Transitverkehr **beginnt** der Gütertransport **im Ausland**, die Fahrt führt durchs Inland (Österreich) und **endet im Ausland**. Der Be- und Entladevorgang erfolgt ausschließlich im Ausland.

⁴⁷ Vgl. CERWENKA et al., 2004, S. 191

⁴⁸ Vgl. STATISTIK AUSTRIA (1), 02.05.2012

2.3.5. sonstiger Auslandsverkehr

Beim sonstigen Auslandsverkehr, oder auch unter dem Begriff Karbotageverkehr bekannt, erfolgen die Gütertransporte mit in Österreich zugelassenen Fahrzeugen (z.B. E-Lok), welche **im Ausland begonnen** und **im Ausland auch beendet** werden. Die **Transportroute verläuft dabei nicht durch das Inland** (Österreich). Hier erfolgt die Be- und Entladung der Güter im Ausland.

3. Grundlagen des bimodalen kombinierten Güterverkehrs mit Bahn und LKW

Wie schon zu Beginn in der Einleitung erwähnt wurde, behandelt diese wissenschaftliche Arbeit ausschließlich den **unbegleiteten bimodalen Güterverkehr mit den Verkehrsträgern Straße und Schiene** und den **Transportmitteln LKW und Bahn**. Dieser Typ von bimodalem Güterverkehr wird in weiterer Folge dieser Arbeit mit dem Begriff des kombinierten Verkehrs (KV) gleich gesetzt. Während Kapitel 2 sich mit allgemeinen Aspekten und Gliederungen in der Logistik befasste und allgemein wichtige bzw. nützliche Hintergrundinformationen lieferte, die für den gesamten Güterverkehr von Bedeutung sind, spezialisiert sich Kapitel 3 auf den besagten bimodalen kombinierten Güterverkehr. **Besonders hervorzuheben sind die Zusammensetzungen der Transportketten im KV, die Transportbehältnisse für die Güter, die verschiedenen Möglichkeiten von bimodalen Güterverkehren mit Bahn und LKW sowie die Akteure im kombinierten Verkehr.** Weiters wird auf die für den kombinierten Verkehr besonders **wichtigen Umschlagterminals** näher eingegangen und es werden die wichtigsten technischen Umschlagmöglichkeiten beschrieben.

3.1. Aufbau und Funktionsweise der Transportkette im KV

Es gibt **keine allgemein gültige alleinstehende Beschreibung des kombinierten Verkehrs**, da es eine große Anzahl an verschiedenen Definitionen gibt. Je nach Betrachtungsweise und Auslegung fließen technische, juristische und/oder politische Elemente mit ein. Beim kombinierten Verkehr, der schon zuvor in Unterkapitel 2.2.2.4. kurz erwähnt wurde, handelt es sich um eine Ausprägung eines multimodalen Transportes.⁴⁹

Unabhängig davon, nach welchen Aspekten man den kombinierten Verkehr definiert, gelten stets **drei Bedingungen**, die nun folgend genannt werden.

Beim **kombinierten Güterverkehr (KV)** handelt es sich um einen **Transportprozess**, bei dem:

⁴⁹ Vgl. BUKOLD, 1996, S.21

- **mindestens zwei oder mehr verschiedene Verkehrsträger** (Straße, Schiene, Luft, Wasser, Rohrleitung) **zum Einsatz kommen**. Im konkreten Fall dieser vorliegenden Arbeit handelt es sich dabei um die Verkehrsträger Straße und Schiene.
- die **Güter** während des gesamten Transportes **in ein und demselben Transportgefäß oder -behälter** bleiben.
- der **Großteil der Transportstrecke mit der Güterbahn** oder dem Schiff zurückgelegt wird. Der **Vor- und Nachlauf erfolgt in der Regel mit LKW** und diese Strecken sollen so kurz wie möglich gehalten werden.⁵⁰

Anders als bei herkömmlichen Gütertransporten, wie z.B. einem Direkttransport von A nach B, benötigt man beim **kombinierten Verkehr zusätzliche Einrichtungen und speziell dafür vorgesehenes Fahrzeugmaterial**, um einen sicheren und vor allem raschen Gütertransport zu gewährleisten. Die unumgänglichen Zeitverluste bei den Umschlagvorgängen sollen dabei so gering wie möglich gehalten werden.

Die **Transportkette im bimodalen Güterverkehr mit Bahn und LKW gliedert** sich in folgende **sechs zentrale Bausteine**:

- **Verkehrsträger** (Straße, Schiene)
- **Traktionsmittel** (E-Lok, Diesel-Lok, LKW, Zugmaschine)
- **Wagenmaterial** (Güterwaggons, LKW-Chassis)
- **Transportgefäße** (Container, Wechselbehälter, Sattelaufleger, Anhänger)
- **Umschlaggeräte** (Portalkran, mobile Umschlaggeräte, selbstentladende Systeme bei LKW und/oder Waggon)
- **Umschlagterminal** (Terminal, Verladerampe, sonstige baulichen Maßnahmen)⁵¹

Setzt man diese Bausteine dann sinngemäß zu einer bimodalen Transportkette zusammen, unterscheidet man, so wie in Unterkapitel 2.2.1. bereits erwähnt wurde, zwischen **Vorlauf, Hauptlauf und dem Nachlauf**.

Grundsätzlich kann man die Transportkette beim kombinierten Güterverkehr mit Bahn und LKW **in sieben Abschnitte** unterteilen.

Wichtige Anmerkung:

Bei dieser eben beschriebenen Gliederung der Transportkette wird angenommen, dass es je **nur einen Vor- und Nachlauf** gibt. Eine Transportkette kann auch sehr komplex gestaltet sein und aus mehreren Vorläufen bzw. Nachläufen bestehen, solche Transportketten im KV werden allerdings in dieser Arbeit nicht behandelt.

⁵⁰ Vgl. BUKOLD, 1996, S.21

⁵¹ Vgl. Ebenda, S.23

Abbildung 7 zeigt **sieben Abschnitte einer bimodalen Transportkette** mit den Verkehrsträgern Straße und Schiene:

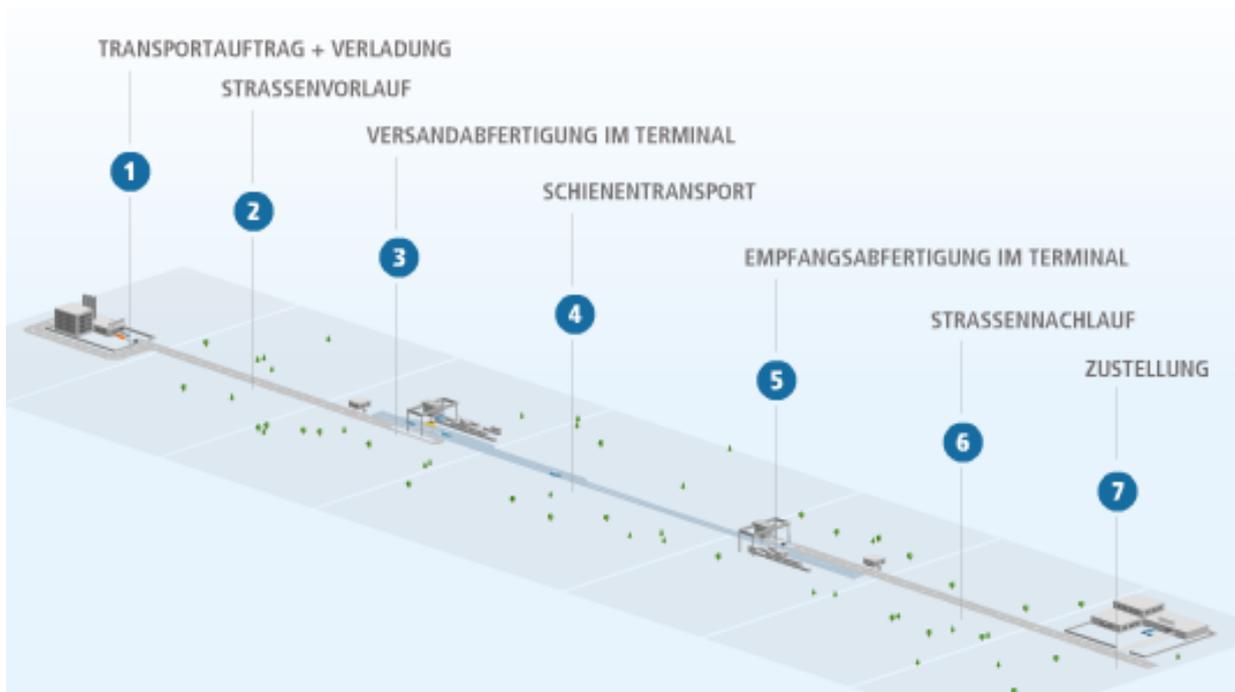


Abbildung 7: Sieben Abschnitte einer bimodalen Transportkette
(Kombiverkehr (1), 09.05.2012)

3.1.1. Abschnitt 1: Transportauftrag und Verladung

Der **Versender** erteilt den Auftrag über den Transport eines Gutes und **übergibt das Transportgut dem Spediteur**. Der Versender kann dabei im Rahmen einer Transportausschreibung einen oder mehrere Verkehrsträger für den Transport auswählen. Zentrale **Aufgabe des Spediteurs** ist es auf Wunsch des Versenders, alle zum Gütertransport **notwendigen Beförderungsmittel möglichst kostengünstig zu organisieren**.⁵²

3.1.2. Abschnitt 2: Straßenvorlauf

Der **Transport vom Versender zum Terminal** erfolgt durch ein eigens dafür bestelltes **Frachtunternehmen** oder durch den **Spediteur** selbst, wenn dieser eigene Fahrzeuge zur Verfügung hat. Man spricht dabei vom Spediteur im Selbsteintritt. Fehlen passende Transportmittel für den kombinierten Verkehr, können diese z.B. angemietet werden.⁵³

⁵² Vgl. Kombiverkehr (1), 09.05.2012

⁵³ Ebenda

3.1.3. Abschnitt 3: Versandabfertigung im Terminal

KV-Operateure entwickeln, organisieren und vermarkten Transporte im KV und werden auch als Architekten des KV bezeichnet. Diese **Operateure stellen das Bindeglied zwischen Versender, Empfänger, Spediteur, Infrastrukturbetreiber, Eisenbahnverkehrsunternehmen, Terminalbetreiber, etc. dar**. Beauftragt werden diese Operateure direkt vom Versender oder vom Spediteur. Die Operateure bestellen Trassen bei der Bahn, bestellen und koordinieren Waggons und arbeiten sehr eng mit den Terminalbetreibern zusammen. Die **Operateure kaufen bei den Bahnen komplette Züge bzw. die Traktion ihrer eigenen Waggons ein und vermarkten die einzelnen zur Verfügung stehenden Waggonstellplätze an ihre Kunden weiter**. KV-Operateure betreiben zum Teil auch eigene Terminals oder sind an diesen beteiligt. Zusätzlich bieten sie meist auch ein Sendungsverfolgungssystem für ihre Kunden an, mit dem man den momentanen Aufenthaltsort des zu transportierenden Gutes jederzeit abrufen kann. Bevor die Ladeeinheiten auf die Bahn verladen werden, kontrollieren Mitarbeiter des Terminalbetreibers den Zustand der Transporteinheiten (z.B. Container). Je nach Anforderungen und Kundenauftrag werden dementsprechende Waggons in den Terminals bereitgestellt und die **Transporteinheiten mit Umschlaggeräten (z.B. Portalkränen) auf die Waggons aufgeladen**.^{54 55}

3.1.4. Abschnitt 4: Schienentransport

Das Rangieren der einzelnen Waggons oder Waggongruppen im Versandterminal und der wichtigste Teil, der **Transport inkl. Traktion im Hauptlauf** über längere Distanzen, übernehmen ein oder mehrere **bestellte Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)**.⁵⁶

3.1.5. Abschnitt 5: Empfangsabfertigung im Terminal

Der **KV-Operateur** fungiert so wie beim Versandterminal **als Schnittstelle zum Abholunternehmen**. Der Terminalbetreiber vollzieht den Umschlagvorgang und lädt die mit Gütern beladenen **Transportgefäße vom Waggon auf einen LKW** um.⁵⁷

3.1.6. Abschnitt 6: Straßennachlauf

Der **Transport vom Empfangsterminal zum Empfänger** wird mittels LKW eines Frachtunternehmens oder vom Spediteur selbst durchgeführt.⁵⁸

⁵⁴ Vgl. Verkehrsrundschau (1), 09.05.2012

⁵⁵ Vgl. Kombiverkehr (1), 09.05.2012

⁵⁶ Ebenda

⁵⁷ Ebenda

3.1.7. Abschnitt 7: Zustellung

Der **LKW fährt zum Empfänger und liefert dort das transportierte Gut ab**. Entweder wird das Transportgefäß mitsamt Transportgut vom LKW abgeladen und der LKW fährt unbeladen wieder weg oder es wird direkt vor Ort (z.B. bei einer Laderampe) heckseitig ausgeladen und der LKW verlässt mit leerem Transportgefäß den Empfänger. Ebenso besteht die Möglichkeit, vor Ort wieder neue Güter in das vorhin entleerte Transportgefäß einzuladen und dieses wieder zurück zu einem Terminal zu transportieren, wo es auf die Bahn umgeschlagen wird.⁵⁹

Abbildung 8 zeigt die gesamte Transportkette des kombinierten Verkehrs schematisch auf. Im Gegensatz zu Abbildung 8 erkennt man allerdings, dass es im Vorlauf, aber auch im Nachlauf **verschiedene Möglichkeiten der Wareneinstellung zum Versandterminal als auch vom Empfangsterminal zu den Empfängern** gibt. So können im Vor- und/oder Nachlauf zwecks Bündelung der Güterströme Transportkettenoptimierungen durchgeführt werden, beispielsweise durch die **Zwischenschaltung von Umschlaglagern**.

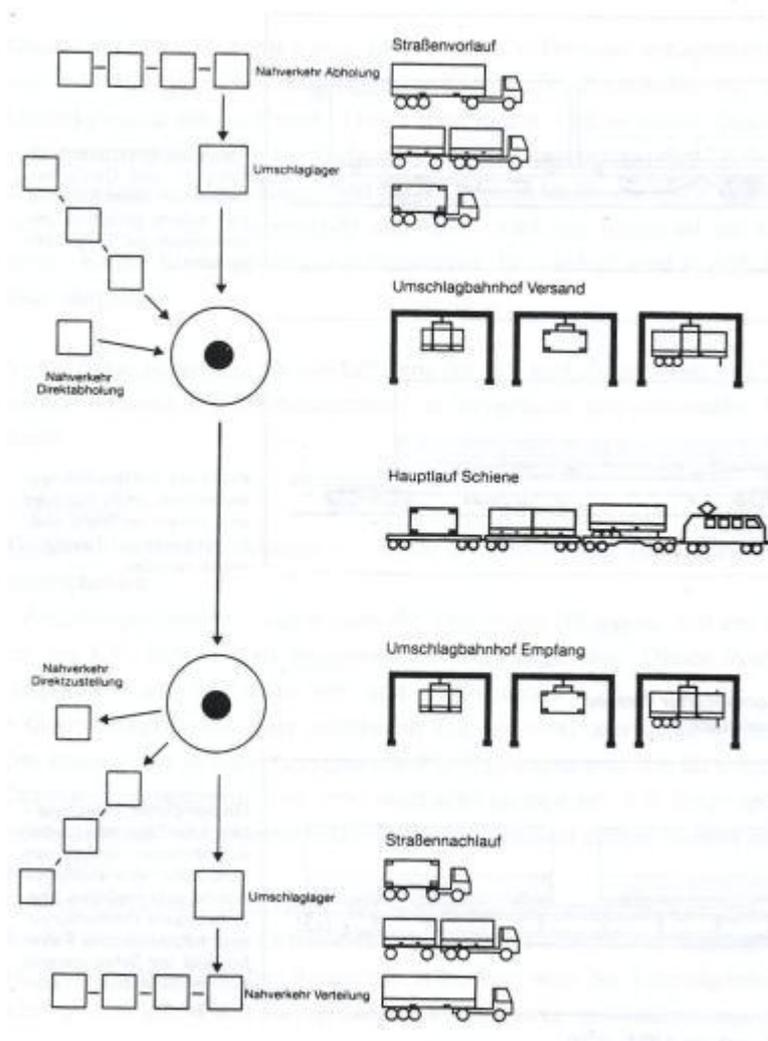


Abbildung 8: Transportkette im kombinierten Verkehr
(BUKOLD, 1996, S.26)

⁵⁸ Vgl. Kombiverkehr (1), 09.05.2012

⁵⁹ Ebenda

3.2. Techniken des bimodalen Güterverkehrs

Unterkapitel 3.2. gibt einen Überblick über die am häufigsten verwendeten **Techniken des bimodalen kombinierten Güterverkehrs**. Hierbei unterscheidet man grundsätzlich zwischen **begleitetem und unbegleitetem kombinierten Verkehr**.

Beim **unbegleiteten Verkehr** wird lediglich das mit dem Transportgut beladene Transportgefäß (Container, Wechselaufbau oder kranbarer Sattelaufleger) auf dem Schienenweg transportiert.

Beim **begleiteten Verkehr** wird neben dem Transportgefäß auch die Zugmaschine mittransportiert. Man spricht in der Literatur meist von der „rollenden Landstraße“, bei dieser Form fahren die LKW-Züge über Rampen auf dementsprechende Waggons, wobei ein abkuppeln der Zugmaschine vom Sattelaufleger oder Anhänger nicht erforderlich ist. Die LKW-Fahrer werden meist in einem Liegewaggon untergebracht, welcher unmittelbar nach der Lok angekuppelt wird. Die Fahrer können sich während der gesamten Zugfahrt ausruhen.⁶⁰

Wichtige Anmerkung:

Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit sind insbesondere der Containerverkehr, aber auch der Huckepackverkehr mit Wechselaufbauten aufgrund der hohen Flexibilität und der Robustheit **von Bedeutung** (siehe Unterkapitel 3.2.1. und 3.2.2.). Der Vollständigkeit halber werden aber alle gängigen Techniken auf den nächsten Seiten kurz erläutert.

3.2.1. Containerverkehr

Beim **Containerverkehr** werden **genormte Container** unterschiedlicher Größe auf dafür vorgesehene **Waggons mittels Umschlaggeräte verladen**. Bei dieser Technik handelt es sich um eine Form des unbegleiteten Güterverkehrs. Abbildung 9 zeigt einen Ganzzug, der im Containerverkehr zum Einsatz kommt.^{61 62 63}



Abbildung 9: Containerzug
(Staticflickr (1), 09.05.2012)

⁶⁰ Vgl. Kombiverkehr (2), 09.05.2012

⁶¹ Vgl. CERWENKA et al., 2004, S. 198

⁶² Vgl. FIS (1) - Forschungsinformationssystem, 10.05.2012

⁶³ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.66

3.2.2. Huckepack mit Wechselaufbauten

Hier gilt das gleiche **Prinzip wie beim Containerverkehr**, mit dem Unterschied, dass als **Transportgefäße hier genormte Wechselaufbauten** fungieren. Es handelt sich hier ebenfalls um eine Form von unbegleitetem Güterverkehr.^{64 65}



Abbildung 10: Huckepackverkehr mit Wechselaufbauten
(Atenta, 09.05.2012)

3.2.3. Huckepack mit kranbaren Sattelaufliegern

In den meisten Fällen werden **spezielle**, für den unbegleiteten KV geeignete **kranbare Sattelaufleger mittels Portalkran auf die jeweiligen Waggonen verladen**. Diese Sattelaufleger lassen sich aber auch mit mobilen Umschlaggeräten (siehe Abbildung 11) umschlagen. Alle Umschlaggeräte müssen mit einer **Greifzange** ausgestattet sein und die Sattelaufleger müssen **auf jeder Fahrzeugseite je zwei Greifzonen** aufweisen.^{66 67}



Abbildung 11: kranbarer Sattelaufleger
(ConTraiLo, 10.05.2012)

⁶⁴ Vgl. CERWENKA et al., 2004, S. 198

⁶⁵ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.65

⁶⁶ Vgl. Ebenda, S.64

⁶⁷ Vgl. UIRR (1), 10.05.2012

3.2.4. Trailerzug

Der sogenannte **Trailerzug**, oder auch oft mit dem Begriff *RoadRailer* in Verbindung gebracht, besteht aus besonders verwindungssteifen Sattelauflegern, die **an ihren Enden jeweils auf einem Drehgestell gelagert sind**. Es handelt sich dabei um eine weitere Form des unbegleiteten kombinierten Verkehrs. Auf einem eingeebneten Gleis rangiert die LKW-Zugmaschine den Auflieger rückwärts auf ein Drehgestell. Dann werden die Achsen pneumatisch angehoben, die Solo-Zugmaschine fährt weg und das nächste Drehgestell samt Sattelaufleger wird unter das vordere Ende des jeweils hinteren Sattelauflegers geschoben.^{68 69}



Abbildung 12: Trailerzug
(LKW-Modellauto, 10.05.2012)

3.2.5. „Rollende Landstraße (RoLa)“

Auf einem **Direktzug**, bestehend aus **Niederflurwaggons**, werden **LKW-Züge mit Anhängern bzw. Sattelzüge transportiert**. Die Niederflurwaggons sind durchgehend befahrbar, an deren Enden befinden sich standardgemäße Puffervorrichtungen. Die LKW-Chauffeure werden in einem Begleitwagen untergebracht, somit handelt es sich bei dieser Form um **begleiteten kombinierten Verkehr**. Für den Verlade- und Abladevorgang ist nur ein Gleisstrang von Nöten, zusätzlich ist **eine Rampe notwendig**, damit die LKW auf die Waggons und von den Waggons wieder herunter fahren können.^{70 71}



Abbildung 13: "Rollende Landstraße"
(Staticflickr (2), 10.05.2012; eigene Darstellung)

⁶⁸ Vgl. Spiegel, Zeitungsartikel, 1996

⁶⁹ Vgl. SCHREYER, 1996, S.78-79

⁷⁰ Vgl. Ebenda, S.77

⁷¹ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.61-62

3.2.6. Straßenrollerverkehr

Beim **Straßenrollerverkehr** (auch unter dem Begriff *Culemeyer-Transport* bekannt) wird ein mit dem Transportgut beladener einzelner **Eisenbahnwaggon mittels Rampe auf einen speziellen Straßenanhänger geschoben** und dort verankert. Eine Zugmaschine wird an den Anhänger angekoppelt und diese **transportiert den Waggon zum Empfänger**. Ein Anschlussgleis beim Empfänger des Transportgutes ist daher nicht zwingend erforderlich. Dieser ganz besonderen Art des begleiteten kombinierten Verkehrs wird im Logistiksektor für den Gütertransport **nur geringe Bedeutung beigemessen** und diese wird relativ selten angewendet. U.a. bei Wartungsarbeiten oder Überstellungsfahrten von neuen Waggonen oder neuen Lokomotiven, wenn keine Gleiskörper vorhanden sind.^{72 73}



Abbildung 14: Straßenrollertransport
(Reissweb, 12.05.2012)

3.3. Transportbehältnisse für den bimodalen Güterverkehr

Das Unterkapitel 3.3. behandelt die für den unbegleiteten kombinierten Güterverkehr sehr wichtigen und unumgänglichen **Transportgefäße oder -behältnisse**. Diese sind oft extremen Bedingungen (Erschütterungen, Staub, Wasser, Hitze, etc.) ausgesetzt und müssen daher **einigen Kriterien entsprechen**, um einen **sicheren Transport der Güter** zu gewährleisten. Diese Transportgefäße werden dabei auf andere Verkehrsträger umgeschlagen, das **Transportgut selbst bleibt während der gesamten Transportkette in ein und demselben Gefäß**, z.B. in einem Container. Im Logistiksektor hat man sich viele Gedanken über diese Transportgefäße gemacht und diese wurden im Laufe der Zeit stets durch intensive Forschung und durch die ständig steigenden Ansprüche in diesem Gebiet optimiert. Als **die gängigsten Transportgefäße** im unbegleiteten kombinierten Verkehr lassen sich der **Container, der Wechselaufbau und der kranbare Sattelaufleger** nennen. Diese drei Gefäße werden auf den nächsten Seiten kurz erläutert und es werden dabei jeweils die wichtigsten Eigenschaften und Merkmale kurz beschrieben.

⁷² Vgl. CERWENKA et al., 2004, S. 198, 201

⁷³ Vgl. Hochschule Merseburg, 12.05.2012

3.3.1. Wechselaufbauten

Wechselaufbauten (WAB) werden neben dem kombinierten Verkehr auch im reinen Straßentransport eingesetzt. Es handelt sich dabei **um leichte Behälter unterschiedlichster Bauformen** (offen, geschlossen, Tankaufbauten, klimatisierte Tiefkühl-WAB,...), die nicht stapelbar sind und auch nicht für den Überseeverkehr eingesetzt werden. Es gibt aber bereits Überlegungen und Entwicklungen zu stapelbaren Varianten. Wechselaufbauten sind meistens **mit Schiebepanzen oder festem Aufbau** ausgestattet und sind weniger verwindungssteif und konstruktionstechnisch einfacher gehalten, als es z.B. ein Container aufgrund des Einsatzes im Überseeverkehr sein muss. Durch ihre **leichte Konstruktion** können sie **besonders viel Nutzlast aufnehmen**, dadurch lassen sich leistungsfähige und wirtschaftliche Transporte ermöglichen. Wechselaufbauten weisen im Bodenbereich Eckbeschläge wie bei einem Container auf, wodurch sie auch wie diese transportiert und umgeschlagen werden können. Im Dachbereich befinden sich solche konstruktionsbedingt nicht.

Wechselaufbauten sind mit vier ausklappbaren Standbeinen ausgestattet, dadurch können diese ohne fremde Hilfe von einem Straßenfahrzeug, welches mit einer Luftfederung und einer Hubvorrichtung ausgestattet sein muss, aufgenommen und auch ohne Probleme an jedem Ort wieder abgestellt werden. Sie werden auch gerne als mobiles kleines (Zwischen-)Lager verwendet. Der Vorteil an diesem System ist, dass man den **LKW so von der Transporteinheit** (Transportgefäß mitsamt Transportgut) **entkoppeln** und die Standzeit der LKW dadurch stark minimieren kann. Jede LKW-Zugkombination (Motorwagen mitsamt Anhänger oder Sattelzug) kann grundsätzlich, abhängig von den Maßen der WAB, jeweils zwei Wechselaufbauten aufnehmen.^{74 75 76 77 78}

Im Landverkehr sind die Wechselbehälter marktführend, diese sind nach dem CEN (*European Committee for Standardisation*) genormt und in unterschiedlichen Längenausführungen erhältlich. Die meisten **Wechselbehälter gehören zwei Klassen** an:

- **Klasse C** mit Längen von 6,25m, 7,15m, 7,45m und 7,82m (EN 284)
- **Klasse A** mit Längen von 12,192m, 12,50m und 13,60m (EN 452)^{79 80}

Die Breite ist in den meisten Fällen mit 2,50 bis 2,55m begrenzt und für den Einsatz von Europaletten optimiert. Die Höhe ist mit 2,67m begrenzt und die Standard-Abstellhöhe beträgt 1,32m.⁸¹

Der **Umschlag auf andere Verkehrsträger** erfolgt in der Regel mit **einem Portalkran oder einem mobilen Umschlaggerät**. Diese müssen in jedem Fall mit einer Greifzange ausgestattet sein.⁸²

⁷⁴ Vgl. FIS (2) - Forschungsinformationssystem, 12.05.2012

⁷⁵ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.25-27

⁷⁶ Vgl. VDA - Verband der Automobilindustrie, 12.05.2012

⁷⁷ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.65

⁷⁸ Vgl. UIRR (1), 10.05.2012

⁷⁹ Vgl. Ebenda

⁸⁰ Vgl. Binnenhafen, 03.05.2012, S.23

⁸¹ Vgl. FIS (2) - Forschungsinformationssystem, 12.05.2012

⁸² Vgl. SCHREYER, 1996, S.25-26

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die genormten Maße von (im europäischen Raum verwendeten) Wechselaufbauten. Dabei lassen sich die bereits erwähnten zwei Klassen unterscheiden: Klasse C und Klasse A.

Typ	Außenmaße in mm			Innenmaße in mm			Max. zul. Gewicht in kg
	Länge	Breite	Höhe	Länge	Breite	Höhe	
Wechselbehälter A1219	12.192	2.500	2.670	k.A.	2.440	k.A.	34.000
Wechselbehälter A1250	12.500	2.500	2.670	k.A.	2.440	k.A.	34.000
Wechselbehälter A1360	13.600	2.500	2.670	k.A.	2.440	k.A.	34.000
Wechselbehälter C625	6.250	2.500	2.670	k.A.	2.440	k.A.	16.000
Wechselbehälter C715	7.150	2.500	2.670	k.A.	2.440	k.A.	16.000
Wechselbehälter C745	7.450	2.500	2.670	k.A.	2.440	k.A.	18.000
Wechselbehälter C782	7.820	2.500	2.670	k.A.	2.440	k.A.	16.000

Tabelle 3: Maße von Wechselaufbauten (Durch laufende Optimierungen und Anpassungen gibt es eine Reihe unterschiedlicher Breiten- und Innenmaße, vergleiche mit Tabelle 5)
(Binnenhafen, 03.05.2012, S.23)

Abbildung 15 zeigt den **Beladevorgang von Wechselaufbauten** auf einen LKW-Anhänger. Mittels Luftfederung wird der Wechselaufbau leicht angehoben und mit dem Anhänger-Chassis mechanisch fixiert. Erst nach diesem Vorgang können die vier Stützen des WAB eingeklappt werden. Der Anhänger wird dann vom Motorwagen abgekoppelt und derselbe Vorgang wird mit dem Motorwagen durchgeführt. Danach wird der Anhänger erneut angekoppelt, das Niveau der Luftfederung abgesenkt, bzw. auf Fahrstellung gebracht und der LKW-Zug ist abfahrtsbereit. **Der LKW-Chauffeur braucht für diesen Vorgang weder zusätzliches Personal noch muss er sich anderer technischer Hilfsmittel bedienen.** Der Abladevorgang erfolgt nach demselben Prinzip. WAB eignen sich ideal für den Einsatz im unbegleiteten KV, allerdings sind für den modalen Umschlag zwischen Bahn und LKW, abhängig von der eingesetzten Umschlagtechnik, meist zusätzliche Umschlaggeräte oder Adaptierungen an Waggon und LKW erforderlich.



Abbildung 15: Beladevorgang eines Wechselaufbaus
(Wikimedia, 12.05.2012)

3.3.2. Container

Der **Container** unterscheidet sich gegenüber dem Wechselaufbau (WAB) durch seine **wesentlich stabilere Konstruktion** und besitzt den großen Vorteil, dass er gegenüber dem WAB **mehrfach stapelbar** ist. Dadurch können bei der Lagerung große Flächen eingespart werden. Mit der Containerisierung des Welthandels in den 60er-Jahren fand ein großes Umdenken statt, denn durch dieses neue Behälter-System entfiel das arbeitsintensive Ent-, Um-, und Beladen von bisherigen einzelnen Packstücken. Die Lösch- und Ladezeiten von großen Frachtschiffen und die damit verbundenen Kosten konnten erheblich verkürzt bzw. reduziert werden.^{83 84}

Grundsätzlich unterscheidet man **zwei Typen von Containern**:

- **ISO-Container** und
- **Binnencontainer**

Der **ISO-Container** wurde **speziell für die Seeschifffahrt** entwickelt und wird bis heute weltweit eingesetzt. Er ist sehr robust, meist in Stahlbauweise ausgeführt, lässt **sich 9-fach stapeln** und wurde primär für den Transport am Wetterdeck von Frachtschiffen (Sturm, Feuchtigkeit, Meeresluft,...) konstruiert. Es gibt diese Container in unterschiedlichen Ausführungen (Standard, High Cube, Sonderbauarten,...). Diese Container sind nach **Übersee-Norm** (International Standards Organisation ISO) DIN ISO 668 ausgeführt und finden neben dem Seeverkehr **auch im Straßen- und Schienenverkehr Verwendung**. Das **Problem** dieser ISO-Container ist allerdings, dass sie sich nicht mit der im europäischen Raum üblichen Europalette optimal beladen lassen. Die Container weisen eine Innenbreite von 233cm auf und eine Europalette besitzt Maße von 80x120cm. Bei der **Beladung mit Europaletten** müsste man einen **großen Stauraumverlust im Container** hinnehmen. Aus diesem Grund gab es Überlegungen, neue Container einzuführen, welche solche Maße aufweisen müssen, damit sie sich auch optimal mit Europlatten beladen lassen. ISO-Container gibt es in unterschiedlichen Größen, sie können Außenlängen von 10,20,30, 40 oder sogar 45 Fuß aufweisen. Die Außenbreite von allen ISO-Containern beträgt 2.438mm; das entspricht genau 8 Fuß. Die in Europa maximal zulässige Breite von Straßenfahrzeugen von 2.550mm wird dabei nicht vollständig ausgenutzt.^{85 86 87}

Deshalb wurde in den 70er Jahren von der Deutschen Bahn der **Binnencontainer** mit einer Breite von 2,50m eingeführt. Somit konnte die **maximal zulässige Breite von Straßenfahrzeugen besser ausgenutzt** werden. Binnencontainer weisen allerdings geringere Stabilitätsanforderungen auf, sie sind nur **3-fach stapelbar**. Weiteres gibt es die Möglichkeit, dass sie mit zusätzlichen Türen auf den Längsseiten ausgestattet sein können, während sich ISO-Container aufgrund der größeren Steifigkeit im Überseeverkehr nur auf den Stirnseiten be- und entladen lassen. Der Binnencontainer ist durch die DIN 15190 genormt und es gibt ihn ebenfalls in unterschiedlichen Längenausführungen angefangen von

⁸³ Vgl. UIRR (1), 10.05.2012

⁸⁴ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.66-68

⁸⁵ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.23-25

⁸⁶ Vgl. IHME, 2006, S.44-46

⁸⁷ Vgl. SCHREYER, 1996, S.20

10,20,30 bis hin zu einer 40 und 45 Fuß Außenlänge. Die genormte Außenbreite beträgt hier bei allen Containern 2.550mm.^{88 89 90 91 92}

Als **Einheitsgröße** für Berechnungen, Analysen und Statistiken wird **1 TEU (Twenty Feet Equivalent – Unit) herangezogen**. Das entspricht einem 20 Fuß-ISO-Container. Ein 40 Fuß-Container entspricht somit 2 TEU.⁹³

Tabelle 4 zeigt eine **Gegenüberstellung von Binnencontainern und ISO-Containern**. Diese Container unterscheiden sich grundsätzlich durch die unterschiedlichen Breitenangaben. Binnencontainer sind für Europaletten optimiert und werden daher vor allem im europäischen Raum eingesetzt.

Typ	Außenmaße in mm			Innenmaße in mm			Max. zul. Gewicht in kg
	Länge	Breite	Höhe	Länge	Breite	Höhe	
20' ISO-1 Container	6.058	2.438	2.438 2.591 2.743 2.896	5.867	2.330	2.197	24.000 (Tara: 1.900 – 2.200)
30' ISO-1 Container	9.125	2.438	2.438 2.591	8.931	2.330	2.197	25.400
40' ISO-1 Container	12.192	2.438	2.438 2.591 2.743 2.896	11.998	2.330	2.197	30.480 (Tara: 3.500 – 4.000)
Binnencontainer B6 (20')	6.058	2.500	2.600	5.875	2.440	2.402	24.000
Binnencontainer B7	7.150	2.500	2.600	7.028	2.440	2.250	16.000
Binnencontainer B9 (30')	9.125	2.500	2.600	k.A.	2.440	k.A.	25.400
Binnencontainer B12	12.192	2.500	2.600	12.000	2.440	2.402	30.480

Tabelle 4: Maße von Containern
(Binnenhafen, 03.05.2012, S.23)

Für den **Umschlag der Container sind Krananlagen bzw. mobile Umschlaggeräte notwendig** (genauere Information siehe Unterkapitel 3.4.). Mit beiden Gerätearten sind heutzutage Umschlagleistungen von bis zu 30 Ladeeinheiten pro Stunde möglich. Mit einem sog. **Top-Lift-Spreader** (dabei handelt es sich um ein rahmenartiges Gestell, dessen Länge sich auf den jeweiligen Container automatisch einstellen lässt) erfolgt die eigentliche Kranung der Container. Auf der Unterseite dieser Spreader-Gestelle befindet sich je Eck ein Drehverschluss. Diese Zapfen sind maschinell drehbar und verriegeln sich einfach und sicher in den Eckbeschlägen der Container.⁹⁴

⁸⁸ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.23-25

⁸⁹ Vgl. IHME, 2006, S.44-46

⁹⁰ Vgl. Kombiniertes-Verkehr (1), 13.05.2012

⁹¹ Vgl. SCHREYER, 1996, S.20

⁹² Vgl. SIEPERMANN, 2011, S.244

⁹³ Vgl. SCHREYER, 1996, S.20

⁹⁴ Vgl. Kombimodell, 13.05.2012

Die folgende Abbildung 16 zeigt unterschiedliche **ISO-Containertypen der Firma Hapag-Lloyd**. Jedes Transportgut besitzt spezifische Eigenschaften weswegen es unterschiedliche Bauausführungen bzgl. Container gibt. Neben dem Standard- und dem High-Cube-Container gibt es auch Container, deren Dach abnehmbar ist oder deren Dach aus einer abnehmbaren Plane besteht. Zusätzlich gibt es auch isolierte, ventilierte und klimatisierte Container, solche für Schüttgüter und Tankcontainer für Flüssigkeiten. **Alle Containertypen sind in unterschiedlichen, genormten Längenausführungen erhältlich und für den kombinierten Verkehr geeignet.**



Abbildung 16: Containertypen der Firma Hapag-Lloyd
(TIS - Transportinformations-Service, 13.05.2012)

Abbildung 17 zeigt einen **Container-Spreader**. Mit diesen in der Länge variablen, rahmenartigen Gestellen erfolgt der Containerumschlag, dabei verdrehen sich die Zapfen der Spreader in den vier Eckbeschlägen der Container.



Abbildung 17: Container-Spreader
(Nauticexpo (1), 13.05.2012)

3.3.3. Sattelauflieger

Sattelauflieger werden im kombinierten Verkehr in Verbindung mit der Schiene sehr gerne eingesetzt, da der LKW-Fahrer alleine und **ohne fremde Hilfe** in kürzester Zeit den Sattelauflieger **auf die Zugmaschine auf- und absatteln** kann. Dadurch ist ein flexibler Einsatz der Zugmaschine und des Fahrers möglich, während der Sattelauflieger ohne Zugmaschine problemlos be- und entladen, aber auch kurzfristig als mobiles Lager verwendet werden kann. Sattelauflieger lassen sich weiters ohne Probleme auf Waggons verladen, wobei man aber folgende Unterscheidung vornehmen muss.⁹⁵

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen **kranbaren und nicht kranbaren Sattelaufliegern**.⁹⁶

- **Kranbare Sattelauflieger** können sowohl im unbegleiteten, als auch im begleiteten KV eingesetzt werden. (siehe Unterkapitel 3.2.3, 3.2.4. und 3.2.5.)
- **Nicht kranbare Sattelauflieger** können nur im begleiteten KV eingesetzt werden. (siehe Unterkapitel 3.2.5.)

Sattelauflieger haben im europäischen Raum i.A. eine **Außenlänge von 13,62m, eine Außenbreite von 2,55m und eine Außenhöhe von 4,00m**. Im Innenraum können bis zu **34 Europaletten** verladen werden.⁹⁷ Man unterscheidet dabei eine Vielzahl an unterschiedlichen Ausführungen, es gibt Sattelauflieger mit:

- Kofferaufbau mit/ohne Kühlaggregat
- Planen,
- Muldenaufbau,
- großvolumigen Jumboaufbau,
- Chassis für Container
- Chassis für Wechselaufbauten
- uvm.

Das technisch **maximal zulässige Gesamtgewicht eines Sattelauflegers beträgt 39.000kg**, das reine Eigengewicht beträgt ca. 6.250kg, somit ist eine **Zuladung von 32.750kg möglich**, wobei das **maximal zulässige Gesamtgewicht eines Sattelzuges** für den Straßenverkehr bei **40.000kg** liegt. Dieses darf unter keinen Umständen überschritten werden, allerdings gilt die Ausnahme, dass ein Sattelzug für den **Vor- bzw. Nachlauf des KV** ein **maximales zulässiges Gesamtgewicht von 44.000kg** (44 Tonnen) aufweisen darf.^{98 99 100 101}

Für den Einsatz im unbegleiteten kombinierten Verkehr müssen **kranbare Sattelauflieger spezielle Greifkanten auf jeder Seite aufweisen**. Mittels Greifzange werden diese

⁹⁵ Vgl. SCHREYER, 1996, S.25

⁹⁶ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.27-28

⁹⁷ Vgl. Kroneshop, 13.05.2012

⁹⁸ Vgl. Ebenda

⁹⁹ Vgl. August Burk Spedition, 13.05.2012

¹⁰⁰ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.27-28

¹⁰¹ Vgl. Kombimodell, 13.05.2012

Sattelaufleger z.B. mit einem Portalkran oder mit einem mobilen Umschlaggerät auf den Waggon gehoben. Zusätzlich sind **kranbare Sattelaufleger stabiler ausgeführt** als nicht kranbare Sattelaufleger, weswegen sich **höhere Anschaffungskosten von etwa 1.000€** mehr ergeben.¹⁰² An dieser Stelle ist auch noch anzumerken, dass diese Sattelaufleger **für den Eisenbahntransport kodifiziert** sein müssen, da ein **Grundproblem des KV Straße-Schiene** die zulässige Höhe der auf Eisenbahnstrecken transportierten Straßenfahrzeuge ist. **Sattelaufleger weisen eine größere Höhe auf als herkömmliche Container.** Da die Lichtraumprofile (bei Tunnelanlagen) in den europäischen Mitgliedsstaaten keineswegs einheitlich sind, muss vor dem Transport klar gestellt werden, ob die zu transportierenden Sattelaufleger oder Sattelzüge mit den Streckenangaben übereinstimmen und somit zulässig sind. Aufgrund dessen werden verschiedene Kodifizierungen vergeben.^{103 104}

Abbildung 18 und 19 zeigen **kranbaren Sattelaufleger**. Sie werden mittels Portalkran oder mobilem Umschlaggerät mit je passender Greifzange auf einen Eisenbahnwaggon gehoben bzw. so wieder entladen.



Abbildung 18: Kranbarer Sattelaufleger (1)
(Peischl - Fahrzeugbau, 13.05.2012)



Abbildung 19: Kranbarer Sattelaufleger (2)
(NFM - Nutzfahrzeugmanagement, 13.05.2012)

¹⁰² Vgl. GRASSINGER, 2009, S.27-28

¹⁰³ Vgl. GIES et al., 2007, S.9-10

¹⁰⁴ Vgl. Kombimodell, 13.05.2012

3.3.4. Fazit

Nachfolgend erfolgt eine kurze Zusammenfassung der drei, für den bimodalen kombinierten Verkehr mit den Verkehrsträgern Straße und Schiene, wichtigsten Transportgefäße bzw. -behälter: die Wechselaufbauten, die ISO/Binnen-Container und die Sattelaufleger. Diese Gefäße wurden in den vorherigen Unterkapiteln bereits ausführlich behandelt.

		Außenmaße [mm]		Lichte Innenmaße [mm]		Maximale Palettenanzahl *)			
		Länge	Breite	Länge	Breite	800 x 1200 mm	Flächen-nutzungs-grad [%]	1000 x 1200 mm	Flächen-nutzungs-grad [%]
ISO-Container	40'	12.192	2.438	11.998	2.330	24	84,1	21	91,8
	20'	6.058	2.438	5.867	2.330	11	78,9	10	89,4
Binnencontainer	40'	12.192	2.500	12.000	2.440	28	93,7	22	91,8
	20'	6.058	2.500	5.900	2.440	14	95,3	10	84,9
Wechselbehälter	C715	7.150	2.550	7.050	2.490	17	97,5	14	100,0
	C745	7.450	2.550	7.350	2.490	18	96,3	14	95,2
	C782	7.820	2.550	7.700	2.490	19	99,3	14	89,4
Lkw-Anhänger		8.300	2.550	8.200	2.470	20	98,6	16	98,3
Lkw-Sattelanhänger		13.690	2.550	13.620	2.470	34	100,0	26	93,6

Tabelle 5: Vergleich von Transportbehältnissen
(IHME, 2006, S.46)

Neben den, in der Tabelle 5, **aufgelisteten Außenmaßen** sind auch die **lichten Innenmaße** ersichtlich, die vor allem für die **Anzahl der maximal möglichen Palettenstellplätze** in den Transportgefäßen ausschlaggebend sind. Erkennbar ist hier, dass z.B. in einem 40 Fuß ISO-Container 24 Europaletten (800 x 1200mm) eingeladen werden können, während in einem gleich langen 40 Fuß Binnencontainer 28 Europaletten Platz finden, dementsprechend größer ist auch der (Lade-)Flächennutzungsgrad in Prozent.

Das **größte Transportgefäß im KV ist der Sattelaufleger**, in der Tabelle 5 mit LKW-Sattelanhänger titulierte. Hier können 34 Europaletten verladen werden, der (Lade-) **Flächenausnutzungsgrad liegt bei 100%**.

In der Tabelle ist auch noch der **klassische LKW-Anhänger** aufgelistet, auf welchen in dieser Arbeit nicht extra eingegangen wird. Er **verliert im KV gegenüber dem Sattelaufleger vor allem beim begleiteten KV an Bedeutung**, da die meisten Speditionen und Frachtunternehmen vermehrt auf volumenoptimierte Sattelzüge setzen und in Folge dessen auch die meisten Terminals und Umschlageneinrichtungen speziell auf Sattelaufleger ausgerichtet sind. Durch das Vorhandensein einer beweglichen Deichsel bei LKW-Anhängern erfolgt auch eine erschwerte Kranbarkeit gegenüber Sattelauflegern.

3.4. Umschlagsmöglichkeiten von Ladeeinheiten

In der **Transportkette** des unbegleiteten KV muss neben dem Transport der Güter mit beiden Verkehrsträgern Straße und Schiene auch den **verschiedenen Umschlag-techniken ein hoher Stellenwert** eingeräumt werden, da nicht alle Techniken des KV (siehe Unterkapitel 3.2.) mit allen beschriebenen Transportbehältnissen (siehe Unterkapitel 3.3.) kompatibel sind. Meist sind **verschiedene bauliche Einrichtungen** (z.B. Laderampen) oder in jedem Fall **technische Hilfsmittel** (z.B. Greifzange, Spreader, etc.) **notwendig**, damit die Güter ohne Probleme und vor allem ohne viel Zeitverlust umgeschlagen werden können. Bei den Umschlagarten unterscheidet man grundsätzlich zwischen **vertikalem und horizontalem Umschlag**. Diese werden auf den folgenden Seiten näher erläutert.

3.4.1. Vertikaler Umschlag

Beim vertikalen Umschlag werden die **umzuschlagenden Transportgefäße** durch eine **vertikale Bewegung** (Hebe- oder Senkbewegung) in der Höhe verändert. Nur so kann ein Wechsel der Transportmittel bzw. der Verkehrsträger erfolgen. Für diesen Vorgang sind **Umschlaggeräte in den Güterterminals des KV unbedingt erforderlich**. Als Umschlaggeräte fungieren in der Regel ortsfeste Kräne auf eigenen Kranschiene oder mobile Umschlaggeräte mit Gummibereifung. Vertikale Umschlagtechniken werden ausschließlich für den **unbegleiteten KV angewendet**. Für die Umschlagvorgänge sind keine speziellen baulichen Maßnahmen in den Terminals erforderlich. Das Umschlaggerät nimmt die Transportgefäße von einem Trägerfahrzeug auf und setzt dieses auf einem anderen Trägerfahrzeug oder auf einer Lagerfläche wieder ab.^{105 106 107}

Folgende Transportgefäße, welche bereits im Unterkapitel 3.3. beschrieben wurden, **lassen sich vertikal umschlagen**:

- ISO-Container
- Binnencontainer
- Wechselaufbauten (WAB)
- kranbare Sattelaufleger¹⁰⁸

Darüber hinaus gibt es mittlerweile technische Möglichkeiten, sodass man ältere oder nicht für den unbegleiteten KV geeignete Sattelaufleger vertikal mittels Kran auf Eisenbahnwaggons umschlagen kann.¹⁰⁹

Folgende Umschlaggeräte kommen i.A. beim vertikalen Umschlagvorgang zum Einsatz:

- Portalkran
- mobiles Umschlaggerät

¹⁰⁵ Vgl. DADUNA et al., 2000, S.274

¹⁰⁶ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.30

¹⁰⁷ Vgl. Kombimodell, 13.05.2012

¹⁰⁸ Vgl. SCHREYER, 1996, S.59

¹⁰⁹ Vgl. MÜLLER, Handelszeitung: Zeitungsartikel, 2010

➤ **Portalkran**

Bei einem Portalkran handelt es sich um ein **massives, fahrendes Brückengestell**, welches sich über Stützen auf ladegleisparallelen Schienen abstützt und elektrisch betrieben wird. Der Portalkran kann sich nur auf diesen Schienen fortbewegen, ist daher **ortsgebunden und weniger flexibel als mobile Umschlaggeräte**. An einer Laufkatze, welche auf der Brücke quer zur Ladegleisrichtung auf Schienen läuft, hängt das Führerhaus. Solche Kräne bieten **den Vorteil, dass sie mehrere Gleisstränge und/oder Straßenfahrbahnen überragen**; aufgrund dessen gelten solche Kräne als besonders leistungsfähig. **Umschlagleistungen von bis zu 30 Ladeeinheiten pro Stunde sind möglich**. An der Laufkatze hängt auf Seilen ein Spreader (siehe Abbildung 17), welcher sich der Länge nach auf unterschiedliche Containergrößen einstellen lässt. Weiters können diese Spreader für den Umschlag von Wechselaufbauten und Sattelaufliegern umgerüstet werden. **Portalkräne sind stets mit hohen einmaligen Investitionskosten und hohen laufenden Unterhaltskosten verbunden**, weshalb diese nur in Terminals mit entsprechend hohem Ladungs- bzw. Umschlagsaufkommen zum Einsatz kommen.^{110 111}

Abbildung 20 zeigt einen **Portalkran** bei der Verladung in einem Containerterminal.



Abbildung 20: Portalkran
(Infraserv, 14.05.2012)

➤ **Mobiles Umschlaggerät** (Seitenstapler, Frontstapler, Reach-Stacker)

Mobile Umschlaggeräte werden in der Regel dieselhydraulisch angetrieben und verursachen **Lärm- und Abgasemissionen**. Aufgrund ihrer geringeren Größe gegenüber dem Portalkran sind sie insbesondere für die **Bedienung kleiner Terminals, sowie als Ergänzung zu einem bestehenden Kran oder als Reservefahrzeug konzipiert**. Die erforderliche Hubhöhe solcher mobilen Fahrzeuge sollte mindestens 4,5m für den problemlosen Wechsel der Transportgefäße zwischen den Transportmitteln LKW und Bahn betragen. Für die Stapelung von Containern ist allerdings eine größere Hubhöhe

¹¹⁰ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.30-31

¹¹¹ Vgl. SCHREYER, 1996, S.60

erforderlich. Die **Funktionsweise gleicht derer eines Gabelstaplers** mit dem Unterschied, dass diese mobilen Umschlaggeräte so wie Portalkräne mit **Spreadern** ausgestattet sind. Das Treibstoffverbrauchsverhältnis verteilt sich in etwa auf 70% für den Hub und 30% für das Fahren selbst. Mobile Umschlaggeräte sind sehr wendig, benötigen allerdings eine feste und ebene Fahrbahn und sollten, um effizient arbeiten zu können, **keine zusätzlichen Stützfüße ausfahren** müssen. **Nachteil** an diesem System ist, dass mobile Umschlaggeräte **dieselben Verkehrswege wie LKW** benutzen. Zu Spitzenzeiten muss besonders auf andere Verkehrsteilnehmer im Terminal geachtet werden. Oft kommt es zu gegenseitigen Behinderungen, was sich wiederum in längeren Aufenthaltszeiten der Transportgefäße im Terminal bzw. zu Verspätungen in der Transportkette äußert.^{112 113 114}
¹¹⁵ Aufgrund ihrer Arbeitsweise und hohen Zuverlässigkeit fungieren **vor allem Reach-Stacker als Umschlaggeräte in Terminals**. Dabei handelt es sich um spezielle Stapler, die aufgrund ihrer langen teleskopierbaren Arme die Eigenschaft besitzen, zwei parallel nebeneinander liegende Gleisstränge zu bedienen.¹¹⁶

Abbildung 21 zeigt drei solcher **Reach-Stacker** bei Umschlagvorgängen.



Abbildung 21: Reach-Stacker
 (Nauticexpo (2), 14.05.2012)

3.4.2. Horizontaler Umschlag

Beim **horizontalen Umschlag** werden die **umzuschlagenden Transportgefäße** durch eine **horizontale Bewegung** verladen. Bestes Beispiel ist ein Gleis mit Laderampe, auf der die Sattelzüge selbstständig auf bereitgestellte Niederflurwaggons fahren. Großer Vorteil ist hier, dass keine zusätzlichen technischen Hilfs- bzw. Arbeitsmittel benötigt werden. Horizontale Umschlagtechniken kommen **vor allem in kleineren Terminals zur Anwendung**. Die Energie, die für den Umschlagprozess bereitgestellt werden muss, wird

¹¹² Vgl. DADUNA et al., 2000, S.274

¹¹³ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.30-31

¹¹⁴ Vgl. Kombimodell, 13.05.2012

¹¹⁵ Vgl. SCHREYER, 1996, S.60

¹¹⁶ Vgl. Ebenda

i.A. von dem LKW, welcher auf den Waggon über die Rampe fährt, erzeugt. **Der horizontale Umschlag wird in der Regel mit dem Trailerzug** (siehe Unterkapitel 3.2.4.) **und der „Rollenden Landstraße RoLa“** (siehe Unterkapitel 3.2.5.) **in Verbindung gebracht.**^{117 118}

Allerdings gibt es neben diesen beiden Techniken noch eine Vielzahl anderer Systeme, bei denen einzelne **Transportgefäße (Wechselaufbauten und Container) zwischen Eisenbahnwaggon und LKW horizontal** und ohne Hilfsmittel **umgeschlagen werden.**

Das *AbrollContainerTransportSystem (ACTS)*, das *Roland-System Schiene Straße*, der *Kombiflex*, das *CarConTrain*, der *Supertrans*, die *Sideloader*, der *Railtrailer*, der *Mobiler*,... sind einige solcher Systeme, die unter diese Kategorie fallen.¹¹⁹

Diese Techniken sind sich grundsätzlich sehr ähnlich und werden anhand des Funktionsprinzips des *Mobilers* kurz erläutert:

Beim ***Mobiler*** handelt es sich um ein von der *Rail Cargo Austria* eingesetztes System für die einfache und rasche **Ver- und Entladung von Wechselaufbauten oder Containern auf Waggon**. Der LKW-Fahrer positioniert den LKW parallel zum Waggon und mittels Fernbedienung schiebt ein hydraulisches System, welches am LKW montiert ist, den Container auf den Waggon oder auf die Ladefläche des LKW. Die **Bewegung erfolgt ausschließlich horizontal** und kann vom LKW-Fahrer alleine und ohne fremde Hilfe gesteuert werden. Die Waggon und Behältnisse müssen für dieses *Mobiler*-System allerdings extra adaptiert bzw. neu angeschafft werden.^{120 121 122}

Abbildung 22 zeigt einen ***Mobiler*** der *Rail Cargo Austria*.



Abbildung 22: Horizontaler Umschlag mit dem *Mobiler*
(Verkehrsrundschau (2), 14.05.2012)

¹¹⁷ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.32

¹¹⁸ Vgl. SCHREYER, 1996, S.67

¹¹⁹ Vgl. Ebenda S.69-74

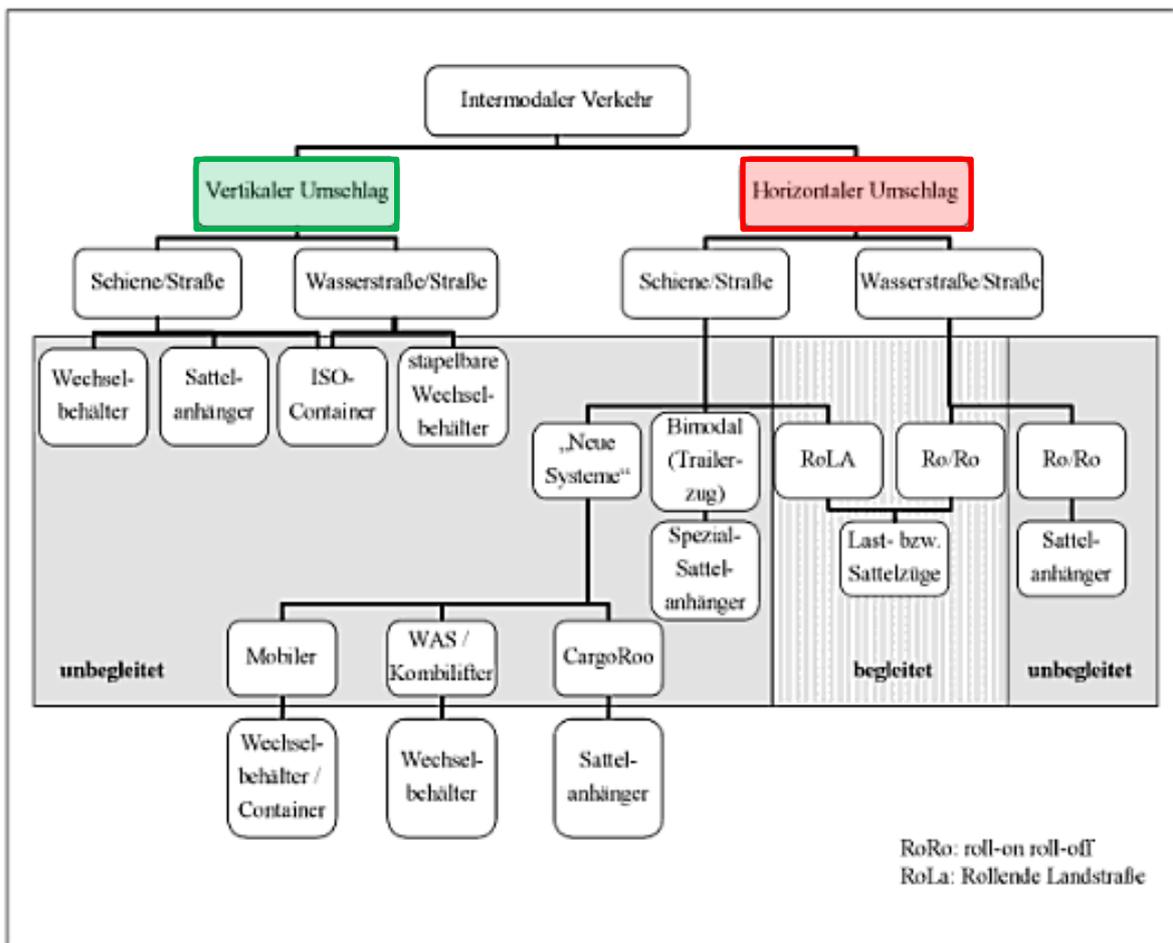
¹²⁰ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.32

¹²¹ Vgl. Rail Cargo Austria (1), 14.05.2012

¹²² Vgl. Servicechannel, 14.05.2012

3.4.3. Fazit

Tabelle 6 gibt einen **zusammenfassenden Überblick über vertikale und horizontale Umschlagtechniken und deren Einsatzgebiete**. Es lässt sich feststellen, dass im unbegleiteten KV aufgrund der globalen Containerisierung grundsätzlich der vertikale Umschlag von Containern und Wechselaufbauten in Terminals großen Stellenwert besitzt (in der Tabelle 6 grün dargestellt). **Allerdings gewinnen die horizontalen Umschlagstechniken** zunehmend für den Vorlauf, aber vor allem für den Nachlauf („letzte Transportmeile“, siehe Unterkapitel 7.3.) **an Bedeutung** (rot dargestellt).



Huckepackverkehr			Behälter- / Containerverkehr	
RoRo	Sattel- auflieger	Wechsel- behälter	Binnencontainer	Überseecontainer
RoLa				
Horizontaler Umschlag		Vertikaler Umschlag		
Begleiteter Verkehr	Unbegleiteter Verkehr			

Tabelle 6: Vergleich der Umschlagstechniken
(HOFFMANN, 2007, S.20; eigene Darstellung)

3.5. Umschlagterminals als Basis für den funktionsfähigen KV

Der unbegleitete bimodale KV (Straße-Schiene) ist in der Regel auf gut ausgebaute Umschlagterminals angewiesen. Sie sind neben den Transportmitteln und der Verkehrsinfrastruktur die Basis für einen wirtschaftlichen und raschen Gütertransport und sind in der Transportkette jene Stellen, in denen der Verkehrsträger bzw. das Transportmittel gewechselt wird. **In jedem Fall erfolgt ein Umschlag der Transportgefäße** mitsamt Transportgut. Der Umschlag wird in der Regel mittels Portalkran und/oder mobilem Umschlaggerät durchgeführt. Zusätzlich werden oft **große Mengen an Containern in Terminals (zwischen-) gelagert, sortiert, gruppiert, verteilt** aber auch repariert. Meistens werden bis zu drei Container aufeinander gestapelt. Eine höhere Stapelung von bis zu neun Containern wäre möglich und mit Sicherheit platzsparender, würde aber den Suchaufwand nach einem bestimmten Container erheblich erhöhen, außerdem wäre eine zeitaufwendige Umstapelung der darauf liegenden Container notwendig. Eine der **wichtigsten Aufgaben eines Terminals ist es, stets mit den Spediteuren, Transport- und Verkehrsunternehmen in Kontakt zu bleiben** und den Informationsaustausch bzgl. der zu transportierenden Transportgefäße am neuesten Stand zu halten.¹²³

Die folgenden Unterkapitel geben einen **Überblick über die Aufgaben und Funktionen eines Terminals**. Des Weiteren werden überblicksartig die **baulichen Voraussetzungen an einen modernen Umschlagterminal** beschrieben und es werden alle österreichischen Terminalstandorte genannt, die für den kombinierten Güterverkehr von Relevanz sind.

3.5.1. Aufgaben und Funktionen eines Umschlagterminals

Nach BUKOLD werden folgende Dienstleistungen in Containerterminals angeboten:

Umschlagleistungen	z.B. vertikaler Umschlag (Mobilgerät, Portalkran), horizontaler Umschlag, bimodale Einrichtungen
Dienstleistungen für Ladegefäße	z.B. Leasing, Depot, Reparatur, Reinigung
Dienstleistungen für Güter	z.B. Stauen, Lagerung
Dienstleistungen für die LKW	z.B. Chassis-Leasing, Chassis-Depot, Reparatur
Dienstleistungen für die Netzwerkorganisation	z.B. Telekommunikation, Sendungsverfolgungssysteme

Tabelle 7: Aufgaben eines Terminals
(BUKOLD, 1996, S.27)

¹²³ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.83

Tabelle 7 zeigt, dass **neben der Hauptaufgabe des Umschlages** auch noch weitere **Dienstleistungen in einem Terminal** angeboten werden können. Neben den eigentlichen Terminalflächen sind in der Regel oftmals große Lagerflächen mit auf den Containerverkehr spezialisierten Transportunternehmen inkl. LKW-Fuhrparken vorzufinden. Auch andere Betriebe, die Wartungsarbeiten durchführen oder Verpackungsdienstleistungen anbieten, siedeln sich meist in der unmittelbaren Nähe von Terminals an. Da eine gut ausgebaute **Verkehrsinfrastruktur** (vor allem die Nähe zu einer höherrangigen Straßenanbindung) **für den wirtschaftlichen Erfolg eines Terminals ausschlaggebend ist**, ist es auch im Sinne der Raumplanung, in der Nähe dieser Terminals **logistische Betriebe und Unternehmen zu bündeln** bzw. anzusiedeln. Durch einen dementsprechenden bodenpolitischen Eingriff (z.B. Vorbehaltsflächen, Widmungen, etc.) sollen Betriebe miteinander kooperieren und z.B. lange LKW-Fahrten bzw. Doppelfahrten vermieden werden. Das entspricht auch den Grundgedanken einer ökologisch orientierten Logistik und lässt sich in die Praxis meist auch so beobachten.¹²⁴

In einem Terminal lassen sich **vier zentrale Zielgrößen** ausmachen:

- *„kürzere Wartezeiten für LKW,*
- *bessere Kranauslastung,*
- *optimale Zugauslastung und*
- *kundenfreundlicher Service*¹²⁵

Diese Größen sind wechselseitig voneinander abhängig und müssen stets einem Optimierungsablauf unterliegen, damit ein Terminal für den bimodalen kombinierten Verkehr attraktiv bleibt.

Umschlagterminals fungieren auch als zeitliche Puffer für den Vorlauf und den Nachlauf. Oft kommt es zu unerwarteten Zwischenereignissen, beispielsweise kommt es zu einem Defekt einer LKW-Zugmaschine und die Transportgefäße können erst verspätet angeliefert werden. Ebenso kann es auch vorkommen, dass z.B. Container früher als gedacht angeliefert werden. Mit dem Transport der Bahn im Hauptlauf kann es ebenfalls zu zeitlichen Engpässen kommen. Um diese **Differenzen in der Fahrzeit des Vor-, Haupt- und des Nachlaufes auszugleichen, werden diese Container am Terminalgelände einstweilen zwischengelagert** bis sie dann laut vorgegebenem Zeitplan auf die jeweiligen Transportmittel umgeschlagen werden können. Mit Hilfe dieser Zwischenlagerung kann die gewünschte **Termintreue in der Transportkette gewährleistet** werden.¹²⁶

3.5.2. Bauliche Voraussetzungen eines Umschlagterminals

In einem für den **kombinierten Verkehr ausgelegten Terminal (Straße-Schiene)** beträgt die **jährliche Umschlagleistung zwischen 2.000 und 330.000 Ladeinheiten**. Um diesen Leistungen gerecht zu werden, müssen diese Terminals dementsprechend gut an der lokalen bzw. regionalen Infrastruktur angeschlossen sein. Aufgrund des **großen Flächenbedarfs** eines solchen Terminals kommt es aber oft **zu Problemen in der**

¹²⁴ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.83

¹²⁵ BUCHHOLZ et al., 1998, S.250

¹²⁶ Vgl. Drewry Shipping Consultants et al., 2005, S.10

Region. Zum Beispiel fallen teils massive Lärm- und Schadstoffemissionen von Bahn und insbesondere LKW an. Auch geplante Kapazitätserweiterungen seitens der Terminalbetreiber und Zubauten an Terminals sind aufgrund des knappen Bodens und der mangelnden Akzeptanz der ansässigen Bevölkerung oft nicht möglich. Ein **Terminal** selbst muss mit **entsprechenden Umschlaggeräten** ausgestattet sein und genügend Flächen für den Umschlag, aber auch für die Zwischenlagerung von Containern aufweisen. Zu erkennen ist, dass **Terminals einen sehr hohen Flächenverbrauch** haben und bei Neubauten kommt es aufgrund der vielen, zuvor nie dagewesenen Umwelteinflüsse, **oft zu massiven und teils gar nicht vorhersehbaren Eingriffen und Störungen in das örtliche Ökosystem.**¹²⁷

Folgende Abbildung zeigt eine **schematische Skizze eines KV-Terminals**, welcher für die **Verkehrsträger Schiene und Straße** ausgelegt ist.

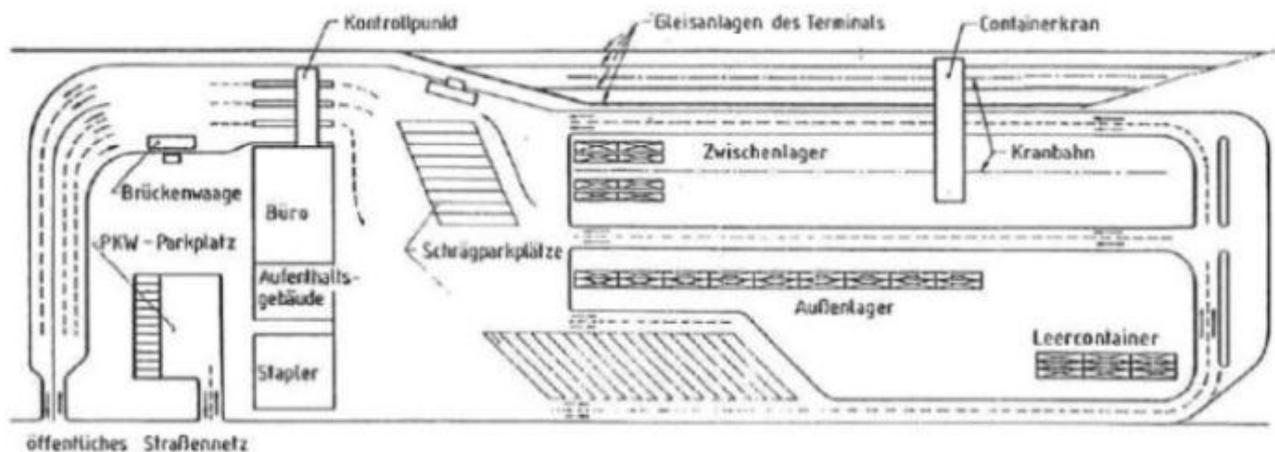


Abbildung 23: Schemaskizze eines KV-Terminals
(VEIT et al., 2011/2012, S.87)

Der in Abbildung 23 gezeigte Terminal weist ein **Bürogebäude** auf, von dem der Terminal verwaltet und koordiniert wird. Ebenso gibt es ein, für die Terminalmitarbeiter bestimmtes, **Aufenthaltsgebäude**. Zu sehen ist im oberen Bereich die **Gleisanlage**, auf der die Güterwaggons rangiert werden. Diese ist aufgrund der vielen Be- und Entladevorgänge und der Sicherheitsbestimmungen nicht elektrifiziert.

Neben den Gleiskörpern befindet sich in dem Fall nur ein elektrisch angetriebener **Containerkran (Portalkran)**. Dieser fährt auf einer eigenen **Kranbahn**, wobei aber in der Praxis festgestellt werden kann, dass in der Regel mehrere Kräne gleicher Bauart auf nur einer Kranbahn zum Einsatz kommen.

Die Container oder WAB, die es zwischen den Verkehrsträgern laut Aufträgen umzuschlagen gilt, werden im **Zwischenlager** abgestellt. Jene Container, die einem anderen Zweck zugeführt oder erst in späterer Folge benötigt werden, werden im **Außenlager** abgestellt. Zugang zum Außenlager haben in dem Fall nur mobile Umschlaggeräte (Reach-Stacker), das Einsatzgebiet des Portalkrans beschränkt sich lediglich auf das Zwischenlager. Um einen besseren Überblick über die Container zu haben, gibt es meist einen Abstellplatz für **Leercontainer**. Ebenfalls von großer Bedeutung sind die vielen **Schrägparkplätze** für die LKW. Die LKW werden dort geparkt und auf Abruf fahren diese zu den jeweiligen Umschlagplätzen, wo die Be- oder Entladevorgänge durchgeführt werden. Diese Plätze sind entweder auf der Fahrbahnfläche direkt beschriftet oder baulich ersichtlich gemacht. Ebenso müssen genügend und großzügig dimensionierte Rangierflächen für die mobilen Reach-

¹²⁷ Vgl. BUCHHOLZ et al., 1998, S.132

Stacker vorhanden sein. Die gesamten Fahrbahn- und Abstellflächen sind prinzipiell asphaltiert.

Abbildung 24 zeigt einen **Querschnitt eines KV-Terminals** mit einem Portalkran. Man erkennt, dass Portalkrane in der Regel sehr breit ausgeführt werden, damit sie **mehrere Fahrspuren und Gleisstränge überspannen**. Auf den Abstellspuren werden vorübergehend Container abgestellt bzw. zusammengehörende Container gruppiert und in weiterer Folge verladen. Zu beachten ist, dass im Terminal zumindest eine Fahrspur je Richtung für den laufenden LKW-Verkehr frei gehalten werden sollte.

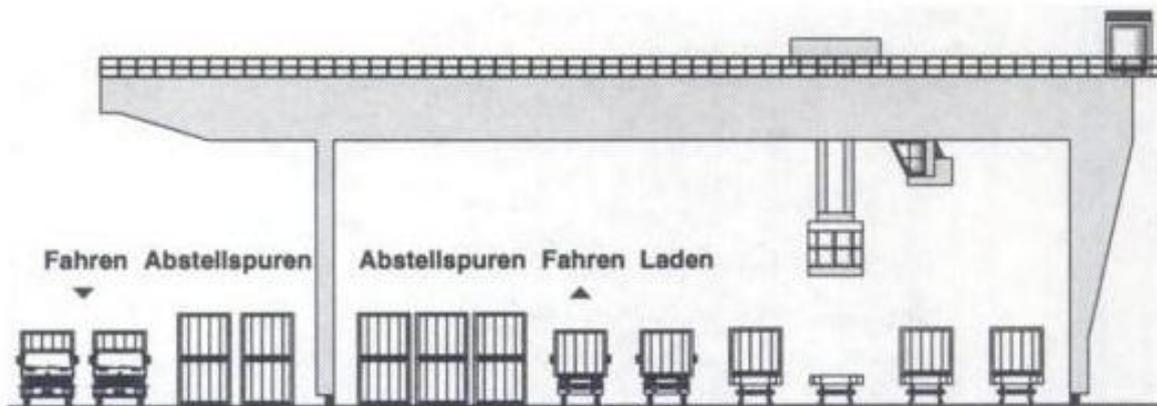


Abbildung 24: Querschnitt eines KV-Terminals mit Portalkran
(BUCHHOLZ et al., 1998, S.132)

3.5.3. Terminalstandorte in Österreich

Abbildung 25 zeigt eine **Übersichtskarte von Österreich**, in der alle Terminals für den kombinierten Verkehr eingetragen sind.

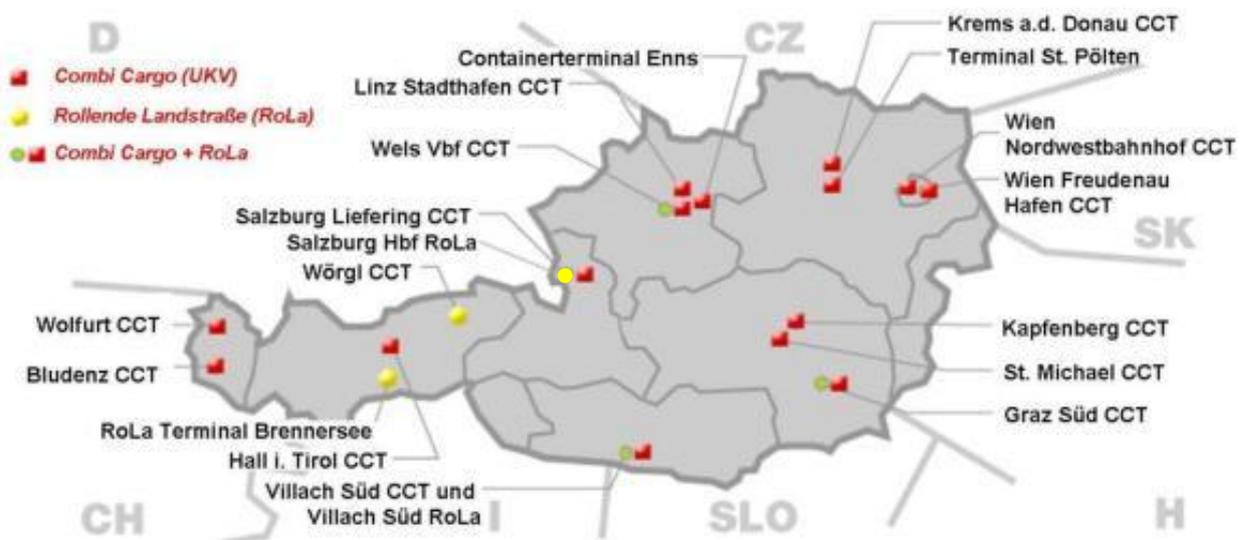


Abbildung 25: Terminalstandorte in Österreich
(Snizek, 25.05.2012; eigene Ergänzung)

Momentan zählt man **18 Standorte**. Die roten Vierecke symbolisieren Terminals, die nur für den unbegleiteten kombinierten Verkehr konzipiert sind. Die gelben Kreise stehen für jene Terminals, die nicht für den Container-verkehr, sondern ausschließlich für den begleiteten kombinierten Verkehr („Rollende Landstraße“, siehe 3.2.5.) ausgelegt sind. Die Kombination grüner Punkt mit rotem Viereck steht für jene Universalterminals, welche sowohl für den unbegleiteten als auch für den begleiteten KV ausgelegt sind.

Man erkennt, dass es in **fast allen österreichischen Bundesländern Terminalstandorte** gibt. Diese konzentrieren sich vor allem **bei größeren Ballungsgebieten bzw. in der Nähe von höherrangigen Zentren und Landeshauptstädten**. Lediglich das Burgenland weist keinen Terminal für den kombinierten Verkehr auf. Die Möglichkeit, innerhalb von Österreich flächendeckende Transporte mit dem kombinierten Güterverkehr durchführen zu lassen ist somit gegeben. Auch für den grenzüberschreitenden Güterverkehr reichen diese 18 Standorte momentan aus. Dennoch wird laufend in den Ausbau von bestehenden Terminals investiert und ab **2017/2018** soll der Wirtschaftsstandort Wien, vom Straßengüterverkehr durch den **Neubau des großen Terminals Wien-Inzersdorf**, erheblich entlastet werden (siehe Unterkapitel 7.4.3)

Abbildung 26 zeigt den gleichen Sachverhalt aus Abbildung 25 noch einmal auf, jedoch mit dem Unterschied, dass hier nur jene **Terminalstandorte** eingetragen sind, die **von der Rail Cargo Austria AG** selbst betrieben werden. Die restlichen Terminals werden von anderen Gesellschaften bzw. Firmen betrieben.



Abbildung 26: Rail Cargo Austria Terminalstandorte in Österreich
(Rail Cargo Austria (2), 25.05.2012, S.1)

3.6. Akteure im kombinierten Verkehr

Die **Transportkette des bimodalen kombinierten Verkehrs** zeichnet sich durch die **Beteiligung unterschiedlicher Akteure** aus, welche **verschiedene Aufgaben** zu erfüllen haben. Erst durch eine gute Koordination und durch die gemeinsame Abstimmung der Akteure untereinander, kann die Transportkette im KV effizient, umweltfreundlich und schnell durchgeführt werden, was ihr Vorteile gegenüber dem reinen Straßentransport mit dem LKW bringen soll. Im Folgenden werden die **wichtigsten Akteure des kombinierten Verkehrs (Straße-Schiene)** genannt und deren **Hauptaufgaben** kurz erläutert.

Laut der *internationalen Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr Schiene-Straße (UIRR)* unterscheidet man fünf Akteure im KV:¹²⁸

- **Infrastrukturbetreiber**
- **Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)**
- **Operateure des kombinierten Verkehrs**
- **Terminalbetreiber**
- **Kunden**

➤ **Infrastrukturbetreiber**

In allen europäischen Ländern sind die **Infrastrukturbetreiber vom Eisenbahnbetrieb getrennt**. Gewährleistet wurde das durch die Richtlinie zur Entwicklung von Eisenbahnunternehmen in der Gemeinschaft (91/440/EWG), welche am 29.07.1991 vom Europäischen Rat verabschiedet wurde. Ziel dieser Richtlinie ist es, einen **transparenten und vor allem neutralen Zugang zu den Eisenbahntrassen zu gewährleisten**. Allen interessierten Eisenbahnunternehmen sollen, ähnlich wie beim Verkehrsträger Straße, bei dem in der Regel eine Streckenmaut zu zahlen ist, gleiche und faire Nutzungsbedingungen zur Verfügung gestellt werden. Die Infrastrukturbetreiber **stellen den Eisenbahnunternehmen gegen eine Gebühr das Schienennetz zur Verfügung**. Die Gebühr setzt sich aus der Entfernung, der Geschwindigkeit, der Achslast,... zusammen. Weitere Aufgabengebiete sind die Vermarktung, die Erstellung von Fahrplänen in Abstimmung mit den Eisenbahnverkehrsunternehmen sowie Instandhaltungsaufgaben am Schienennetz.¹²⁹

130 131 132 133

➤ **Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)**

EVU sorgen für **den Transportvorgang zwischen den Terminals im Hauptlauf mittels Lokomotiven und Waggons**. Aufgrund der Liberalisierung des Eisenbahnmarktes agieren sie wie Privatunternehmen und müssen über eine autonome Verwaltung verfügen, um handlungsfähig und selbstverantwortlich zu sein. Dieses Prinzip spiegelt sich **im Sinne des freien Wettbewerbes** in der Europäischen Union wider. Viele Transportdienstleistungen werden nach wie vor von den nationalen EVU vollzogen, wobei aber festgestellt werden kann, dass auch **vermehrt private, meist kleinere, EVU in den Markt eingetreten** sind und sich dort langsam, aber doch erfolgreich etabliert haben. Probleme beim grenzüberschreitenden Transport kann es aufgrund unterschiedlicher Spurweiten und Bahnstromsysteme in den einzelnen Ländern geben. Darauf ist in einer grenzüberschreitenden Transportkette unbedingt zu achten.^{134 135 136}

¹²⁸ Vgl. UIRR (2), 21.05.2012

¹²⁹ Vgl. UIRR (3), 18.05.2012

¹³⁰ Vgl. UIRR (4), 18.05.2012

¹³¹ Vgl. EUR-LEX, 18.05.2012

¹³² Vgl. GRASSINGER, 2009, S.37

¹³³ Vgl. HOFFMANN, 2007, S.24-25

¹³⁴ Vgl. Ebenda, S.23

➤ Operateure des kombinierten Verkehrs

Unter KV-Operateuren versteht man Gesellschaften, die als **Schnittstelle zwischen den Logistikdienstleistern und Eisenbahnverkehrsunternehmen** fungieren. Sie sind die Hauptkunden der Bahn und erwerben bei den EVU, ähnlich wie **Zwischenhändler**, ganze Züge oder Zugsysteme oder kaufen die notwendige Traktion für ihre eigenen Waggon ein. Mit dem Umschlag in den Terminals können sie **den Straßentransporteurs, den Spediteuren und den Logistikdienstleistern eine dementsprechende Serviceleistung anbieten**. Dabei vermarkten sie die einzelnen Waggonstellplätze an ihre Kunden. Das gesamte Leistungspaket beinhaltet neben den Transportleistungen zwischen den Versende- und Empfangsterminals **auch die Unterstützung in den Terminals**. Dazu zählen die Abfertigung und Verladung in den Terminals, Computerreservierung, die Waggonbereitstellung sowie Überwachung, Beratung, Dokumentation und Information. Die Operateure **übernehmen dabei das gesamte Auslastungsrisiko der Züge**. Das bedeutet, dass sie bemüht sind, die Straßenverkehre dementsprechend zu bündeln um vollausgelastete Züge zu erhalten. Weiters werden von KV-Operateuren aber auch **Transporte von „Tür zu Tür“ mit kompletten Transportketten**, das bedeutet vom Versender bis zum Empfänger inkl. Vor- und Nachlauf, zu und von den Terminals angeboten.^{137 138}

Man unterscheidet je nach Transportgefäß zwei Arten an KV-Operateuren:

- **Huckepack-Gesellschaften:** Das sind Privatunternehmen, welche vor allem Wechselbehälter, Sattelaufleger oder ganze Sattelzüge auf der Schiene befördern.
- **Container-Gesellschaften:** Diese sind meist aus nationalen EVU hervorgegangen und transportieren maritime Ladeeinheiten, insbesondere ISO-Container ins Hinterland.¹³⁹

➤ Terminalbetreiber

Der **Umschlag von Ladeeinheiten** zwischen den Verkehrsträgern in der Transportkette erfolgt in **eigens dafür gebauten Umschlagterminals**. In Europa wurde in den vergangenen Jahren kontinuierlich ein Netz an Terminals aufgebaut. Grundsätzlich sind Umschlaggeräte (z.B. ein Portalkran) für den Umschlag erforderlich. **Neben großen Umschlagterminals gibt es auch eine Reihe kleinerer Umschlagbahnhöfe**. Diese sind oft nur für ein Unternehmen in der Region ausgerichtet. **Terminalbetreiber können Eisenbahnverkehrsunternehmen, KV-Operateure oder eigens dafür gegründete Gesellschaften sein**. Aufgrund der sehr hohen, oft in den mehrstelligen Millionenbereich gehenden Investitionen, sind oft mehrere Gesellschaften an Terminals beteiligt.^{140 141 142}

¹³⁵ Vgl. UIRR (4), 18.05.2012

¹³⁶ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.37

¹³⁷ Vgl. Ebenda, S.37-38

¹³⁸ Vgl. HOFFMANN, 2007, S.26-27

¹³⁹ Vgl. UIRR (5), 18.05.2012

¹⁴⁰ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.38

¹⁴¹ Vgl. HOFFMANN, 2007, S.23-24

¹⁴² Vgl. UIRR (6), 18.05.2012

➤ **Kunden der KV-Operateure**

Die **klassischen Kunden** im unbegleiteten Terminal-zu-Terminal-Verkehr sind **Straßentransporteure, Speditionen und Logistikunternehmen**. Diese fahren mit ihren eigenen Last- oder Sattelzügen ihre Transportgefäße (Wechselaufbauten, Container, Sattelaufleger) zum jeweiligen Versandterminal und holen diese am Empfangsterminal selbst wieder ab. Es besteht auch die Möglichkeit, dass sie diese Straßentransporte von Partnerfirmen durchführen lassen können.^{143 144}

3.6.1. Akteure und Organisationen in Österreich

Das Unterkapitel 3.6.1. listet nur wenige von den vielen **Akteuren aus dem kombinierten Verkehr (KV) auf, welche in Österreich tätig sind**. Die genauen Tätigkeitsfelder der verschiedenen Akteursgruppen wurden bereits in den Unterkapiteln 1.4., 3.1. und 3.6. näher beschrieben.

Frächter/Frachtführer/Transporteure

Containerdienst Hans Hämmerle Ges. m.b.H.	6700 Bludenz, Unterbings 12
Egger Transport GmbH	8605 Kapfenberg, Terminalstraße 1
EUROTRANS Speditionsgesellschaft m. b. H.	4020 Linz, Saxingerstr. 1 A
Fritz Mayer Spedition	8740 Zeltweg, Hauptstr. 242
Gebrüder Weiss GmbH, Transport & Logistik	6923 Lauterach, Bundesstraße 110
Richler Transport- u. Handelsgesellschaft m.b.H.	6170 Zirl, Salzstr. 9
Venz GmbH	2201 Hagenbrunn, Haidackerstr. 7
W. Riedel Silo-Transportges.m.b.H.	1050 Wien, Wimmerg. 18
WENZEL Logistics GmbH	Ziegelstr. 1, 8141 Unterpremstätten

Tabelle 8: Frachtunternehmen in Österreich
(CombiNet, 27.05.2012)

Speditionen

A. Billitz NFG. Gesellschaft m.b.H.	2463 Gallbrunn, Hauswiesenweg 3
Containerdienst Hans Hämmerle Ges. m.b.H.	6700 Bludenz, Unterbings 12
DHL Global Forwarding (Austria) GmbH	8401 Kalsdorf, Feldkirchenstr. 20
EUROTRANS Speditionsgesellschaft m. b. H.	4020 Linz, Saxingerstr. 1 A
Fritz Mayer Spedition	8740 Zeltweg, Hauptstr. 242
Gebrüder Weiss GmbH Transport & Logistik	6923 Lauterach, Bundesstraße 110
Hoyer Austria Ges.m.b.H.	1110 Wien, Fabianistr. 2 – 4
Montan Spedition GmbH	8605 Kapfenberg, Terminalstraße 1
Quehenberger Logistics GmbH	5204 Straßwalchen, Gewerbegebiet Nord 5
Richler Transport- u. Handelsgesellschaft m.b.H.	6170 Zirl, Salzstr. 9
ROLAND Spedition GmbH	2320 Schwechat, Am Concorde Park 1/82
Schenker & Co AG Rail Logistics and Forwarding	1200 Wien, Taborstr. 95
W. Riedel Silo-Transportges.m.b.H.	1050 Wien, Wimmerg. 18
WENZEL Logistics GmbH	8141 Unterpremstätten, Ziegelstr. 1

Tabelle 9: Speditionen in Österreich
(CombiNet, 27.05.2012)

¹⁴³ Vgl. GRASSINGER, 2009, S.38

¹⁴⁴ Vgl. UIRR (7), 18.05.2012

KV-Operateure

IMS Intermove Systems - Speditions- und TransportgmbH	1220 Wien, Dückeg. 7/1/100
Rail Cargo Austria AG - Intermodal	1030 Wien, Erdberger Lände 40 - 48
ROLAND Spedition GmbH	2320 Schwechat, Am Concorde Park 1/82
Schenker Raillog GmbH	1200 Wien, Taborstr. 95
TFG Transfracht Internationale Gesellschaft für Kombinierten Güterverkehr mbH & Co. KG	4470 Enns, Donaustr. 3
W.COMBI CARGO Transportlogistik GmbH & Co KG	8402 Werndorf, Am Terminal 5a

Tabelle 10: KV-Operateure in Österreich
(CombiNet, 27.05.2012)

Terminalbetreiber

Containerdienst Hans Hämmerle Gesellschaft m.b.H.	6700 Bludenz, Unterbings 12
CTS Container Terminal Salzburg GMBH	5071 Wals/Salzburg, Terminalstr. 2
Ennshafen OÖ GmbH	4470 Enns, Donaustr. 3
LINZ SERVICE GMBH für Infrastruktur und kommunale Dienste	4021 Linz, Wiener Str. 151
LUKA KOPER D. D.	SI-6000 Koper, Vojkovo nabrežje 38
Montan Terminal GmbH	8605 Kapfenberg, Terminal- straße 1
TSSU Tiroler Straße-Schiene Umschlaggesellschaft mbH.	6060 Hall in Tirol, Löfflerweg 35
WienCont Management GmbH	1020 Wien, Freudenauer Hafenstr. 12 - 14

Tabelle 11: Terminalbetreiber in Österreich
(CombiNet, 27.05.2012)

Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)

Die folgende Tabelle zeigt all jene Unternehmen, die auf dem österreichischen Schienennetz verkehren bzw. auch für den intermodalen Güterverkehr (KV) relevant sind.

ALPINE – Alpine Bau GmbH / Zweigniederlassung Alpine Logistik		http://www.alpine.at/alpine-top-themen/alpine-als-bahnbetreiber-zugelassen/ , 27.05.2012
GKB - Graz-Köflacher Bahn- und Busbetrieb GmbH		Köflacher Gasse 35-41 A-8020 Graz E-Mail: office@gkb.at www.gkb.at
LogServ - Logistik Service GmbH		Lunzer Straße 41 A-4031 Linz E-Mail: office@logserv.at www.logserv.at
Lokomotion - Lokomotion Gesellschaft für Schienentraktion GmbH		Kastenbauerstraße 2 D-81677 München E-Mail: info@lokomotion-rail.de www.lokomotion-rail.de
LTE - Logistik- und Transport-GmbH		Reininghausstraße 3 A-8020 Graz E-Mail: office@lte.at www.lte.at
MBS - Montafonerbahn AG ¹⁴⁵		Bahnhofstraße 15 A-6780 Schruns E-Mail: info@montafonerbahn.at

¹⁴⁵ Nicht für den intermodalen Güterverkehr relevant, da MBS sich nur auf den Bau, Erhalt und Betrieb der Infrastruktur zwischen Bludenz und Schruns fokussiert hat.

RBC – Raaberbahn CargoEisenbahn AG		Bahnhofplatz 5A A-7041 Wulkaprodersdorf E-Mail: office@raaberbahn.com www.raaberbahncargo.at
RHR – Rhomberg Bahntechnik		Mariahilfstr. 29 A-6900 Bregenz E-Mail: info@rhomergrail.com www.rhomergrail.com
RCA AG - Rail Cargo Austria AG		Erdberger Lände 40-48 1030 Wien www.railcargo.at
ROeEE - Raab-Oedenburg-Ebenfurter Eisenbahn AG		Bahnhofplatz 5 A-7041 Wulkaprodersdorf E-Mail: office@raaberbahn.com www.raaberbahn.at
RPS – Rail Professionals Stütz GmbH		Pallenbergstr. 31d A-1130 Wien E-Mail: office@railprofi.at www.railprofi.at/
RTS - Rail Transport Service GmbH		Puchstraße 184 b A-8055 Graz E-Mail: office-graz@rts-rail.com www.rts-rail.com
Safety4You – Safety4You Baustellenlogistik GmbH		Bahnhofplatz 1 A-4600 Wels E-Mail: info@s4you.at www.s4you.at/
SLB - Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation Salzburger Lokalbahn		Plainstraße 70 A-5020 Salzburg E-Mail: walter.stramitzer@salzburg-ag.at www.salzburg-ag.at
STB - Steiermarkbahn Transport und Logistik GmbH		Eggenberger Straße 20 A-8020 Graz E-Mail: office@steiermarkbahn.at www.steiermarkbahn.at
STLB – Steiermärkische Landesbahnen		Eggenberger Straße 20 A-8020 Graz E-Mail: office@stlb.at www.stlb.at
St & H - Stern & Hafferl Verkehrsges.m.b.H.		Kuferzeile 32 A-4810 Gmunden E-Mail: sekretariat@stern-verkehr.at www.stern-verkehr.at
TXL - TX Logistik Austria GmbH		Am Concorde-Park E2/13 A-2320 Schwechat E-Mail: v.kohl@txlogistik.de www.txlogistik.at
WLC - Wiener Lokalbahnen Cargo GmbH		Anton Baumgartnerstrasse 10 A-1230 WIEN E-Mail: office@wlb.at www.wlb.at/cargo

Tabelle 12: Eisenbahnverkehrsunternehmen für den Güterverkehr in Österreich
(Logistikum, 27.05.2012; ÖBB (4), 27.05.2012)

Ab Februar 2011 werden von der Rhomberg Bahntechnik Gruppe Dienstleistungen, vor allem Gleisbau- und Sanierungsaufgaben, auf der Schiene angeboten.

Adresse: Mariahilferstraße 29, 6900 Bregenz

E-Mail: info@rhomberggrail.com

www.rhomberggrail.com¹⁴⁶

4. Bedeutung des Güterverkehrs in Österreich

Das Kapitel 4 gibt einen breiten Überblick über die Situation bzgl. des allgemeinen Güterverkehrs in Österreich. Es werden neben dem Modal Split, dem österreichischen Außenhandel, den Güterverkehrskorridoren auch wichtige Aspekte wie die tägliche LKW-Belastung auf Österreichs Bundesstraßen sowie parallel dazu die tägliche Güterverkehrsbelastung am höherrangigen Schienennetz behandelt. Genaue Statistiken oder Daten für die weitere Aufgliederung bzgl. dem KV existieren kaum. Es wird trotzdem versucht, von diesen allgemeinen Güterverkehrsstatistiken Bezüge oder Analogien für den kombinierten Güterverkehr abzuleiten.

4.1. Modal Split im österreichischen Güterverkehr

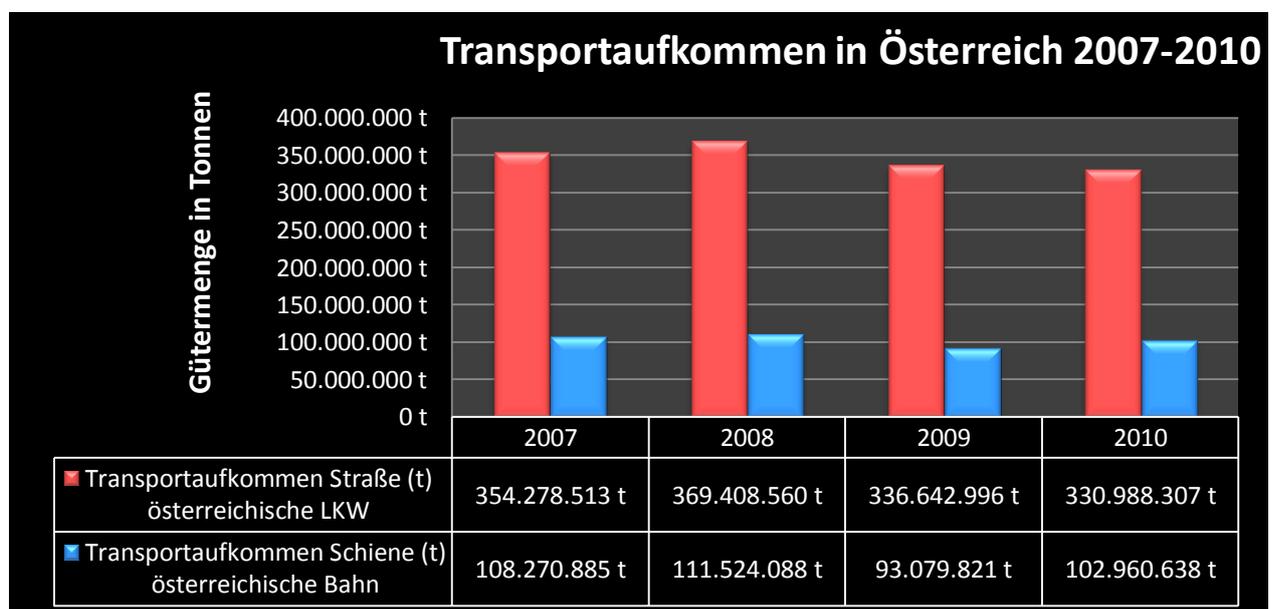


Abbildung 27: Transportaufkommen in Österreich 2007-2010
(STATISTIK AUSTRIA (1); STATISTIK AUSTRIA (3); eigene Darstellung)

Die **Abbildung 27** zeigt das **Transportaufkommen der Verkehrsträger Straße und Schiene in Österreich zwischen den Jahren 2007 und 2010** auf. Das Aufkommen misst dabei die Menge transportierter Güter ohne dabei die Transportdistanz dieser zu berücksichtigen. Man erkennt, dass in diesem Zeitraum die Straße der dominierende

¹⁴⁶ Vgl. Logistikum, 27.05.2012, S.3

Verkehrsträger ist. Im Jahr **2009** konnte man aufgrund der **Wirtschaftskrise** sowohl bei der Straße, als auch bei der Schiene einen Rückgang der beförderten Gütermenge gegenüber den vorhergegangenen Jahren feststellen. Die **roten Balken** symbolisieren die gesamte **beförderte Gütermenge in Tonnen, die auf Österreichs Straßennetz nur mit in Österreich zugelassenen LKW (ab 2 Tonnen Nutzlast) transportiert wurde**. Die STATISTIK AUSTRIA unterscheidet in ihren Statistiken zusätzlich noch zwischen Inlandverkehr, grenzüberschreitendem Empfang, grenzüberschreitendem Versand, Transitverkehr durch Österreich und sonstigem Auslandverkehr (siehe Unterkapitel 2.3. Güterverkehrsarten). Die roten Balken stellen jeweils die Gesamtsummen dieser fünf Kategorien dar. Die **blauen Balken zeigen den gleichen Sachverhalt für den Verkehrsträger Schiene auf**.

Im **Jahr 2010**, einem Jahr nach der Wirtschaftskrise, **wurden in Österreich ca. 331 Mio. Tonnen Güter mit in Österreich zugelassenen Straßenfahrzeugen auf Österreichs Straßennetz transportiert**, hingegen wurde auf dem österreichischen Schienennetz mit österreichischen Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) im Jahr 2010 „nur“ ca. 103 Mio. Tonnen Güter transportiert. Das Schienentransportaufkommen im Jahr 2010 hat gegenüber dem Jahr 2009 leicht zugenommen während das Transportaufkommen auf der Straße zwischen 2009 und 2010 leicht abgenommen hat.^{147 148}

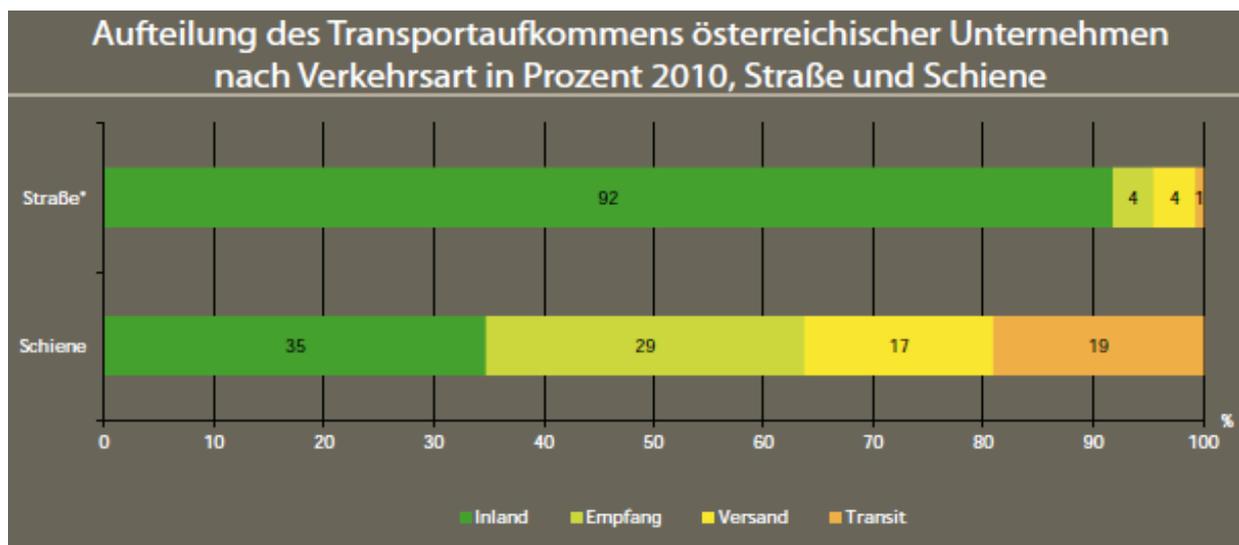


Abbildung 28: Aufteilung des Transportaufkommens nach Verkehrsart 2010
(WKO (1), 2011, S.79)

Abbildung 28 zeigt den **Vergleich der beiden Verkehrsträger Straße und Schiene** in Bezug auf **die Aufteilung des Transportaufkommens nach Verkehrsart für das Jahr 2010**. Zu sehen ist, dass auf der Straße der Inlandverkehr mit 92% am gesamten Straßentransportaufkommen dominiert. Bezogen auf den Inlandverkehr spielt neben dem nationalen Fernverkehr auch der Nahverkehr bzw. Zulieferverkehr (z.B. Belieferung der Nahversorger), aber auch der Vor- und Nachlauf beim KV eine sehr wichtige Rolle. Der Nahverkehr spielt bei der Güterbahn aufgrund des teils beschränkten oder gar nicht verfügbaren Schienennetzes eine geringere Rolle. Beim Verkehrsträger Schiene hingegen erkennt man weiters, dass in Österreich neben dem Inlandverkehr auch der grenzüberschreitende Gütereingang, bezogen auf das gesamte Schienentransportaufkommen von 2010, eine wichtige Rolle einnimmt. Abbildung 28 bezieht sich ebenfalls nur auf österreichische Transportunternehmen.

¹⁴⁷ Vgl. STATISTIK AUSTRIA (1), 02.05.2012

¹⁴⁸ Vgl. STATISTIK AUSTRIA (3), 21.05.2012

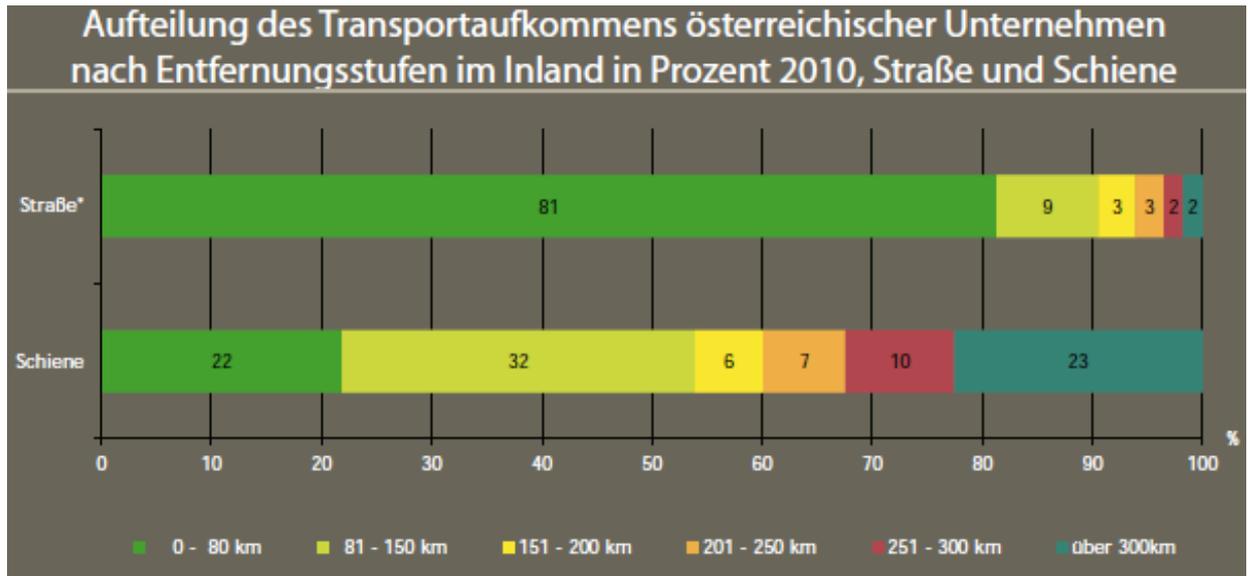


Abbildung 29: Aufteilung des Transportaufkommens nach Entfernungsstufen 2010
(WKO (1), 2011, S.80)

Im österreichischen Straßengüterverkehr wurden 2010 die meisten Güter nicht weiter als 80km mit österreichischen LKW transportiert. Auch hier fließt der zuvor erwähnte Nah- und Zulieferverkehr, sowie der Vor- und Nachlauf beim KV in die Statistik mit ein. Nur 2% des gesamten Straßengüteraufkommens wurden über mehr als 300km per LKW transportiert. Im Schienengüterverkehr sieht die Aufteilung des Transportaufkommens nach Entfernungsstufen hingegen komplett anders aus. Fast ein Viertel (23%) des Schienentransportaufkommens wurde auf einer Strecke von über 300km per österreichischer Bahn im Inland transportiert.

Abbildung 30 zeigt die **Transportleistung von österreichischen Transportunternehmen auf den Verkehrsträgern Schiene und Straße zwischen den Jahren 2007 und 2010 in Österreich.**

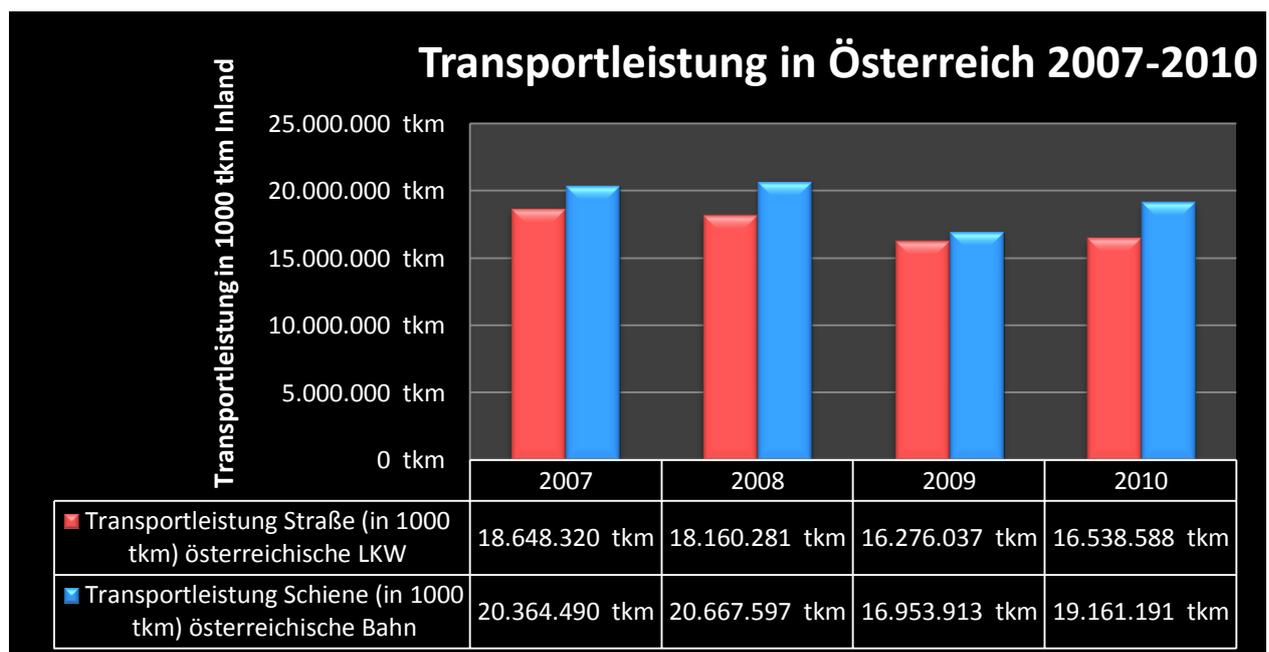


Abbildung 30: Transportleistung in Österreich 2007-2010 (1)
(STATISTIK AUSTRIA (1); STATISTIK AUSTRIA (3); eigene Darstellung)

Die **Transportleistung verknüpft** das eben zuvor beschriebene **Transportaufkommen mit der zurückgelegten Entfernung**. Aufgrund dessen besitzt die Transportleistung die Einheit Tonnenkilometer (tkm/T), wobei die Zeiteinheit T sich auf die jeweiligen Jahre bezieht. Dieser Indikator erlaubt es, die Transportweite mit zu berücksichtigen, was insbesondere im Güterverkehr von großem Interesse ist. Auch hier unterscheidet man zwischen den **Verkehrsträgern Straße** (rot eingezeichnet) **Schiene** (blau dargestellt). Die Balken ergeben sich, wie schon zuvor bei dem Transportaufkommen erklärt, auch hier aus der Summe der fünf Güterverkehrsarten der STATISTIK AUSTRIA. Anzumerken ist, dass sich die **Transportleistung nur auf das österreichische Staatsgebiet bezieht**, daher die Einheit 1.000 tkm Inland. Man erkennt, dass in jedem Jahr die Transportleistung auf der Schiene größer als jene der Straße ist. Das lässt sich dadurch erklären, dass für kürzere Distanzen oder **für den Binnenverkehr meist der LKW für die Transporte verwendet und erst für längere Distanzen die Bahn attraktiver wird**. Bezogen auf den kombinierten Güterverkehr beträgt zwecks Wirtschaftlichkeit des Transportes die Minstdistanz im Hauptlauf zwischen 300-500km (siehe 2.2.2). Kürze Transportdistanzen werden in der Regel mit dem LKW ab zwei Tonnen Nutzlast erledigt. Ebenso wirken sich die vielen Importe nach Österreich und Exporte aus Österreich ins Ausland, sowie der in Österreich zum Problem gewordene Transitverkehr auf die gesamte Statistik aus.^{149 150}

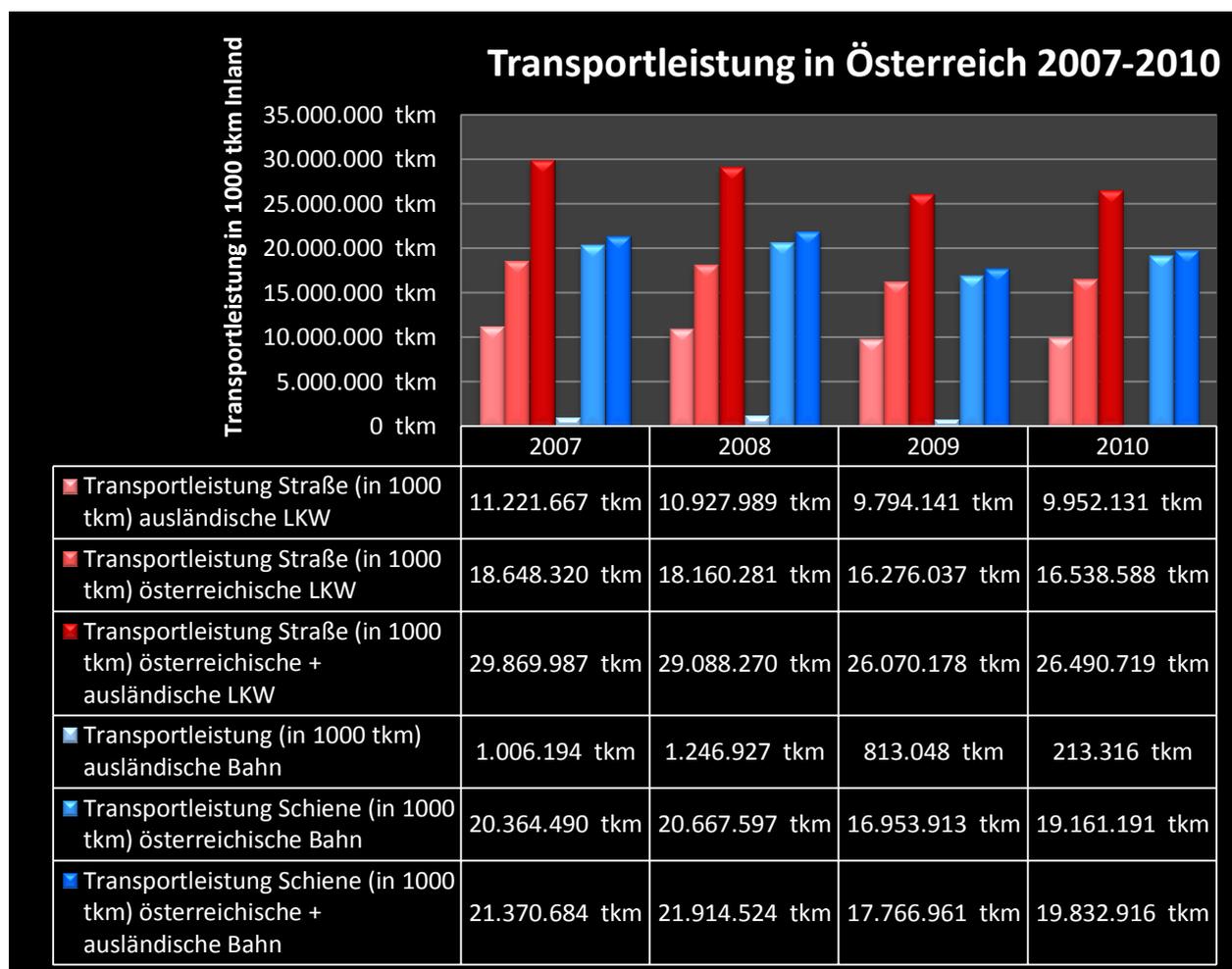


Abbildung 31: Transportleistung in Österreich 2007-2010 (2)

(STATISTIK AUSTRIA (1); STATISTIK AUSTRIA (3); AK Wien 2007; eigene Berechnung; eigene Darstellung)

¹⁴⁹ Vgl. STATISTIK AUSTRIA (1), 02.05.2012

¹⁵⁰ Vgl. STATISTIK AUSTRIA (3), 21.05.2012

Abbildung 31 auf der vorherigen Seite ist für diese Arbeit von besonderem Interesse. Sie zeigt die **Entwicklung der Transportleistung in 1.000tkm zwischen 2007 und 2010 auf, die sowohl von österreichischen, als auch von ausländischen LKW auf dem österreichischen Straßennetz** erbracht wurde. Da die STATISTIK AUSTRIA nur die Transportleistung von in Österreich zugelassenen LKW erfasst und von der Arbeiterkammer Wien Daten zur gesamten Transportleistung aus dem Jahr 2005 von in- und ausländischen LKW in Österreich vorliegen, konnte so die **Transportleistung, die auch von ausländischen LKW auf Österreichs Straßen erbracht wurde, für die weiteren Jahre annäherungsweise geschätzt werden**. So konnten auch u.a. jene LKW ausländischer Transportunternehmen, die für österreichische Firmen und Unternehmen Transporte in Österreich durchführen, annähernd berücksichtigt werden. Solche Schätzungen sind meist mit Unsicherheiten behaftet und dienen nur zur groben Übersicht, für weitere Analysen und Aussagen sind sie eher ungeeignet.

Für die **österreichische Transportleistung auf der Schiene** gibt es dagegen genaue Daten von der STATISTIK AUSTRIA, **sowohl für inländische als auch für ausländische Eisenbahnunternehmen**. Hier mussten keine Schätzungen durchgeführt werden. Es zeigt sich allerdings, dass die **meisten Transporte von österreichischen Eisenbahnunternehmen durchgeführt** werden, ausländische Unternehmen führen auf Österreichs Schienennetz im Vergleich nur wenige Transporte durch, in Folge dessen ist die Transportleistung dieser vernachlässigbar gering.

Zum besseren Verständnis folgt eine Zusammenfassung aus Abbildung 31:

Im Jahr 2010 wurden in Österreich auf der Schiene mit Sicherheit genau 19,8 Mrd. tkm erbracht. Mit Sicherheit wurden davon 19,2 Mrd. tkm mit österreichischen Eisenbahnunternehmen erbracht.

Im Jahr 2010 wurden auf Österreichs Straßen schätzungsweise 26,5 Mrd. tkm erbracht, davon mit Sicherheit 16,5 Mrd. tkm mit in Österreich zugelassenen LKW-Fahrzeugen über 2 Tonnen Nutzlast.

Der kombinierte Güterverkehr (KV) in der Statistik:

Wie hoch die Anteile des kombinierten Güterverkehrs in Bezug auf den gesamten Schienengüterverkehr in Österreich sind, lässt sich aus der STATISTIK AUSTRIA ebenfalls **nicht herauslesen**, da prinzipiell in der Statistik nur zwischen den Verkehrsträgern Straße und Schiene unterschieden wird. Man kann jedoch von einem **geringen Anteil** ausgehen, denn laut Abbildung 29 wurden nur 23% des gesamten Schienentransportaufkommens im Jahr 2010 von österreichischen EVU über 300km befördert. Diese Streckendistanz wird in der Regel erst als Mindestdistanz für den kombinierten Verkehr angesehen.

Dem KV wird in Österreich bis zum Jahr 2025 eine positive Entwicklung prognostiziert. Man betrachtet den KV als Motor der österreichischen Wertschöpfung und erhofft sich **bis zum Jahr 2025 einen Zuwachs von 40% in diesem Sektor** gegenüber der jetzigen Ist-Situation.¹⁵¹

¹⁵¹ Vgl. Terminal (1), 21.05.2012

Der österreichische Verkehrsplaner Dipl.-Ing Andreas KÄFER, der im Rahmen einer *CombiNet*-Tagung (Verein für den Güterverkehr der Zukunft) am 08.11.2011 im *Mariott*-Hotel in Wien einen Vortrag hielt, schätzt, dass der **Anteil des kombinierten Verkehrs an der Transportleistung des gesamten Schienenverkehrs in Österreich bei ca. 18,2%** liegt.^{152 153}

Anteile des KV am Schienengüterverkehr

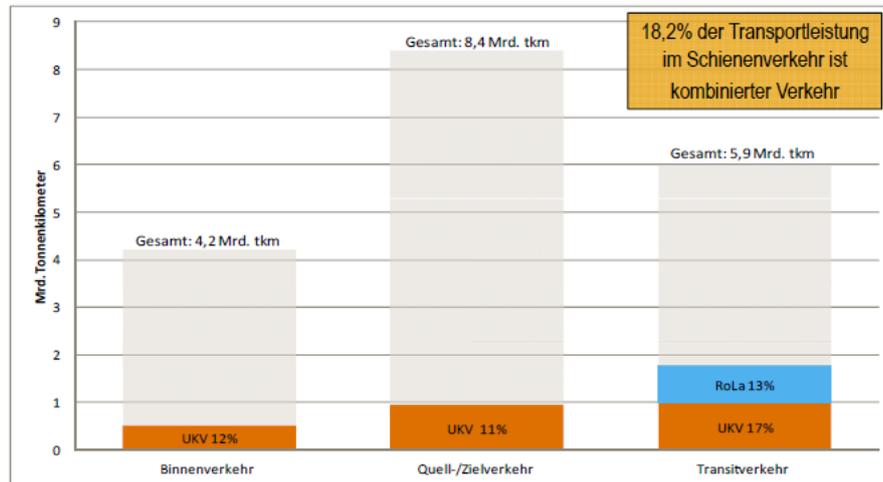


Abbildung 32: Anteile des KV am Schienengüterverkehr
(KÄFER, 2011, S.11)

Bei den **Prognosen** schätzt man, dass der Anteil des unbegleiteten kombinierten Verkehrs (UKV) im Binnenverkehr bei 12% liegt und beim Quell-/Zielverkehr^{154 155} bei 11%. Im Transitverkehr hingegen schätzt man den UKV-Anteil auf 17% und den Anteil der „Rollenden Landstraße“ (RoLa) gemessen am gesamten Transitverkehr auf 13%. Der „**Rollenden Landstraße**“ misst man laut Abbildung 32 beim Binnen- und Quell-/Zielverkehr in Österreich keine Bedeutung zu, ihr Einsatzgebiet **primär** ist der **Transitverkehr**.

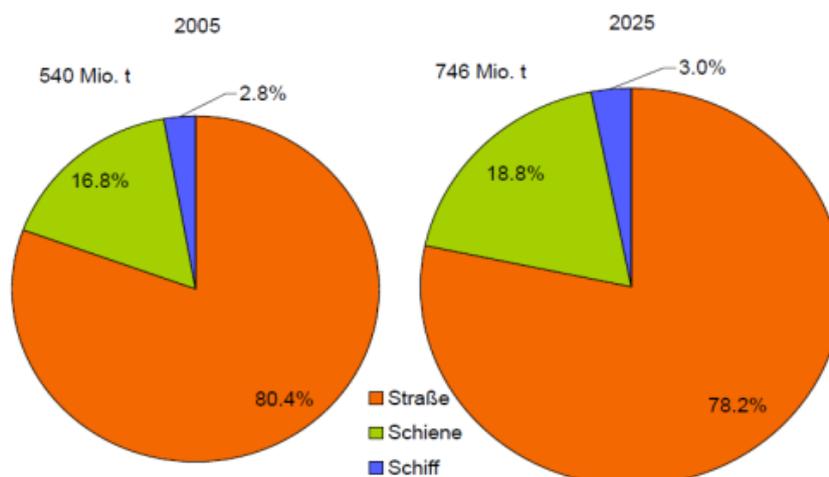


Abbildung 33: Prognose der Güteraufkommenanteile von 2005 und 2025
(KÄFER, 2011, S.19)

¹⁵² Vgl. Terminal (1), 21.05.2012

¹⁵³ Vgl. Terminal (2), 21.05.2012

¹⁵⁴ Quellverkehr entspricht der Bezeichnung grenzüberschreitender Versand

¹⁵⁵ Zielverkehr entspricht der Bezeichnungen grenzüberschreitender Empfang

Abbildung 33 zeigt eine **Prognose**, wie sich die Verteilung des gesamten Güteraufkommens in Österreich auf die verschiedenen Verkehrsträger **bis zum Jahr 2025** verändern könnte. Neben dem prognostizierten wachsenden gesamten Güteraufkommen in Tonnen erkennt man, dass sich die jeweiligen Anteile, ausgehend vom Basisjahr 2005, **nur minimal verändern werden**. Die Anteile des Schienenverkehrs und auch des Binnenschiffverkehrs werden laut dieser Vorhersage leicht steigen, während der Anteil des Straßengüterverkehrs von 80,4 auf 78,2% leicht sinken wird. Es lässt sich somit prognostizieren, dass der Straßengüterverkehr auch im Jahr 2025 im Logistiksektor die höchste Bedeutung haben wird. Für den KV können hier keine konkreten Aussagen getroffen werden.

4.2. Modal Split Vergleich mit der Europäischen Union

Die **folgende Abbildung** zeigt eine **Gegenüberstellung der Modal Splits von Österreich und der EU aus dem Jahr 2009**. Die Berechnungen und Diagramme dafür wurden von der Wirtschaftskammer Österreich (WKO) durchgeführt, welche jedes Jahr im Mai ein statistisches Jahrbuch veröffentlicht. Dabei werden alle wichtigen Wirtschaftsdaten, Kennzahlen und Trends im internationalen Vergleich aufgezeigt.¹⁵⁶

Die hellblauen Balken symbolisieren die jeweiligen durchschnittlichen Modal-Split Anteile in Prozent der 27 EU-Staaten und die blauen Balken symbolisieren die Anteile von Österreich. Diese Verteilung auf die beiden Verkehrsträger Straße und Schiene deckt sich auch mit denen in der Abbildung 31, das bedeutet in Österreich ist die jährliche Straßentransportleistung deutlich höher als die jährliche Schienentransportleistung. **Besonders interessant ist, dass Österreich vor allem im Schienengüterverkehr einen deutlich höheren Anteil (36,4%) gegenüber dem EU-Durchschnitt (16,5%) aufweisen kann.** Auch im Straßenverkehr kann ein deutlicher Unterschied bzgl. der beiden Anteilswerte von 77,6% und 59,5% festgestellt werden. Im, für diese Arbeit unbedeutenden, Binnenschiffverkehr sind dagegen die Anteilswerte in Prozent annähernd gleich hoch.

Güterverkehr: Modal Split in der EU und in Österreich 2009 (Basis: Tonnenkilometer)

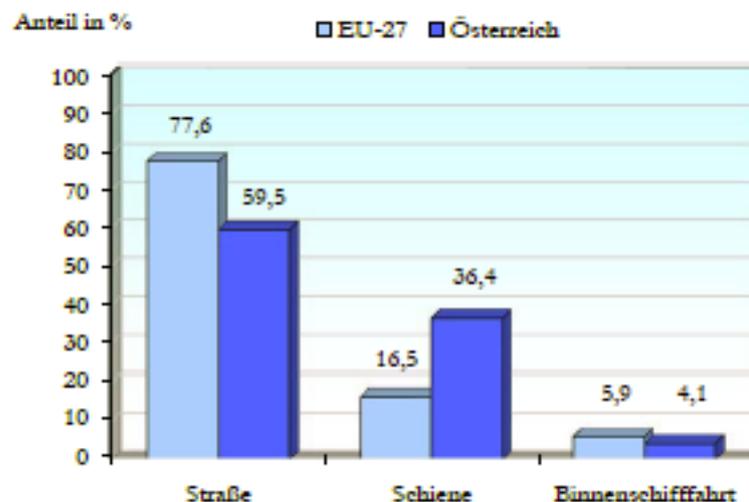


Abbildung 34: Modal Split Vergleich EU und Österreich 2009
(WKO (4), 22.05.2012)

¹⁵⁶ Vgl. WKO (3), 22.05.2012

Güterverkehr in der EU 1995 bis 2009 (Tonnenkilometer)

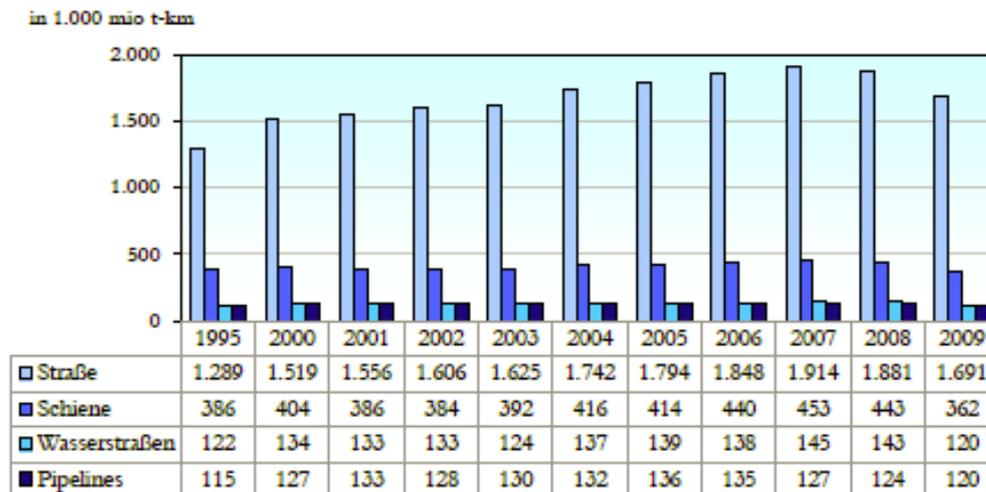


Abbildung 35: Transportleistungen in der EU 1995-2009
(WKO (4), 22.05.2012)

Abbildung 35 zeigt die **zeitliche Entwicklung des Güterverkehrs zwischen den Jahren 1995 und 2009 in der EU**. Obwohl im Laufe der Jahre immer wieder neue Mitgliedsstaaten der EU beigetreten sind, ist die Verkehrsleistung im Schienengüterverkehr, ähnlich wie bei den Wasserstraßen und Pipelines, annähernd konstant geblieben. Beim Straßenverkehr kann man hingegen über die Jahre hinweg eine klare Zunahme der gesamten Verkehrsleistung erkennen, obwohl die EU in den vergangenen Jahren stark bemüht war, die Schienennetze aller Mitgliedsstaaten auszubauen, zu erneuern und besser miteinander zu vernetzen.¹⁵⁷ **Der LKW war und ist nach wie vor, mit klarem Vorsprung vor der Güterbahn, das am meisten genutzte Transportmittel für den Gütertransport in der EU.** 2009 nahmen alle Transportleistungen aufgrund der globalen Wirtschaftskrise ab, für die nächsten Jahre rechnet man allerdings wieder mit einer Fortführung des bisherigen Trends, folglich mit einer Zunahme aller Transportleistungen.

4.3. Österreichischer Außenhandel

In Österreich sind die Anteile der Importe und der Exporte, in bzw. aus den jeweiligen an Österreich angrenzenden Staaten, **annähernd gleich hoch**. Das bedeutet, dass Österreich eine annähernd ausgeglichene Außenhandelsbilanz aufweist. Vor allem **Deutschland ist besonders wichtig für den heimischen Güterverkehr** und ist jenes Land, mit dem Österreich am meisten Im- und Exporte tätigt. Aufgrund dessen sind die Verkehrswege nach Deutschland besonders gut ausgebaut. Denn sowohl das Straßennetz als auch das Schienennetz sind für den Güterverkehr großzügig dimensioniert und diese werden laufend saniert und ausgebaut.¹⁵⁸ Neben Deutschland ist auch Italien ein sehr wichtiger Handelspartner. Weitere für Österreich wichtige Handelspartner sind die Schweiz, Frankreich, die Tschechische Republik und in Übersee China und die USA. Anzumerken ist,

¹⁵⁷ Vgl. BMVIT (4), 24.05.2012

¹⁵⁸ Vgl. VEIT et al., 2011/2012, S.16

dass folgende Partnerländer zunehmend für den österreichischen Außenhandel an Bedeutung verlieren: Griechenland, Irland und Portugal.¹⁵⁹

Das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) hat für das Jahr 2007 alle wichtigen Kennzahlen und Daten in Form einer Broschüre „Verkehr in Zahlen“ publiziert. Die **Abbildung 36 zeigt die österreichische Außenhandelsbilanz für das Jahr 2005** auf, welche auch für den grenzüberschreitenden kombinierten Güterverkehr (Importe und Exporte) von großer Relevanz ist. Die Pfeile in der Abbildung symbolisieren dabei die jeweiligen Verkehrsströme in Bezug auf Einfuhr und Ausfuhr. Die Breite der Pfeile geben Auskunft über den Gesamtwert der Güter, die im Jahr 2005 im- bzw. exportiert wurden.

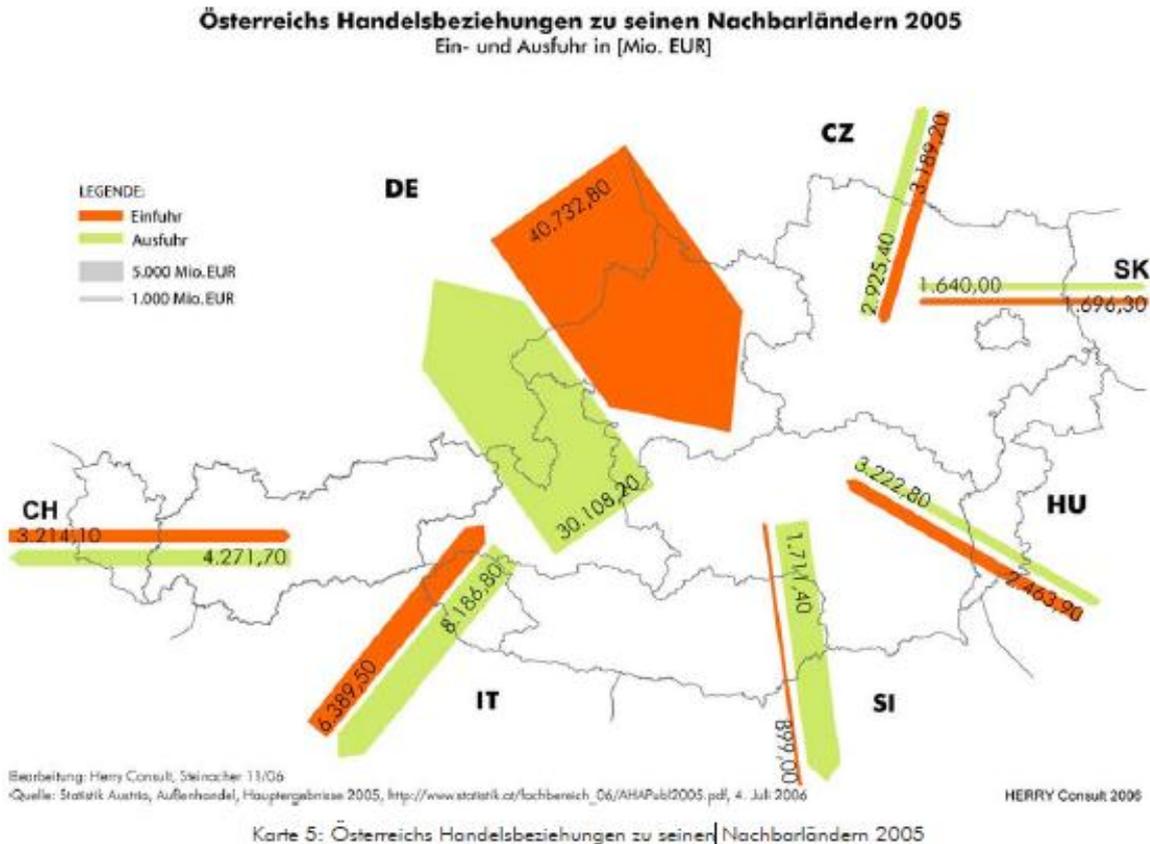


Abbildung 36: Österreichische Außenhandelsbilanz 2005
(BMVIT (3), 2007, S.39)

Man erkennt, dass im grenzüberschreitenden Güterverkehr mit Österreich vor allem **Deutschland (gefolgt von Italien) eine sehr wichtige Rolle einnimmt**. Festzustellen ist auch, dass der Import nach Österreich von Slowenien noch wenig Bedeutung hat, hier wird vermehrt von Österreich nach Slowenien exportiert.

Laut STATISTIK AUSTRIA sind beim **Import** nach Österreich die **jährlichen Gesamtwerte der Waren in €** aus folgenden Kategorien: Ernährung, Rohstoffe, Brennstoffe/Energie, tierische und pflanzliche Öle, chemische Erzeugnisse, sonstige Fertigwaren und Waren a.n.g. größer, als die Werte beim Export. Beim **Export** aus Österreich sind die jährlichen Gesamtwerte in € aller Getränke und Tabakwaren, bearbeiteten Waren, Maschinen und Fahrzeuge größer, als die Werte beim Import nach Österreich.¹⁶⁰

¹⁵⁹ Vgl. STATISTIK AUSTRIA (4), 25.05.2012

¹⁶⁰ Vgl. Ebenda

4.4. Hauptgüterverkehrskorridore in Österreich

Abbildung 37 zeigt die wichtigsten **Hauptkorridore und intermodalen Hauptknoten bzw. Knotenregionen Österreichs** auf. Die Korridore entsprechen den wichtigsten Verbindungen im Straßen- und Eisenbahnverkehr.

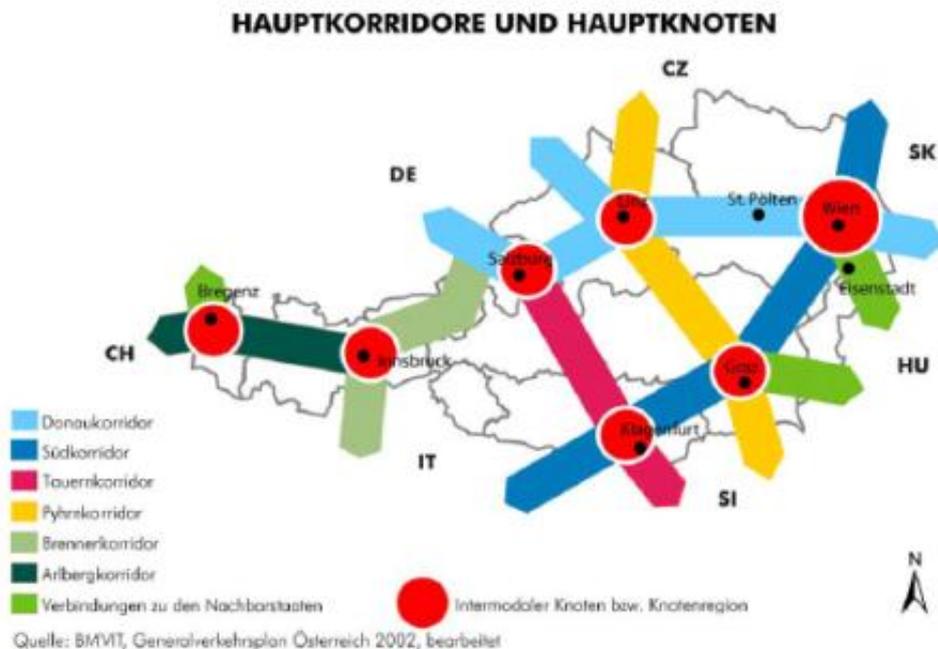


Abbildung 37: Hauptkorridore in Österreich (BMVIT (3), 2007, S.44)

Overall RNE Corridor Map

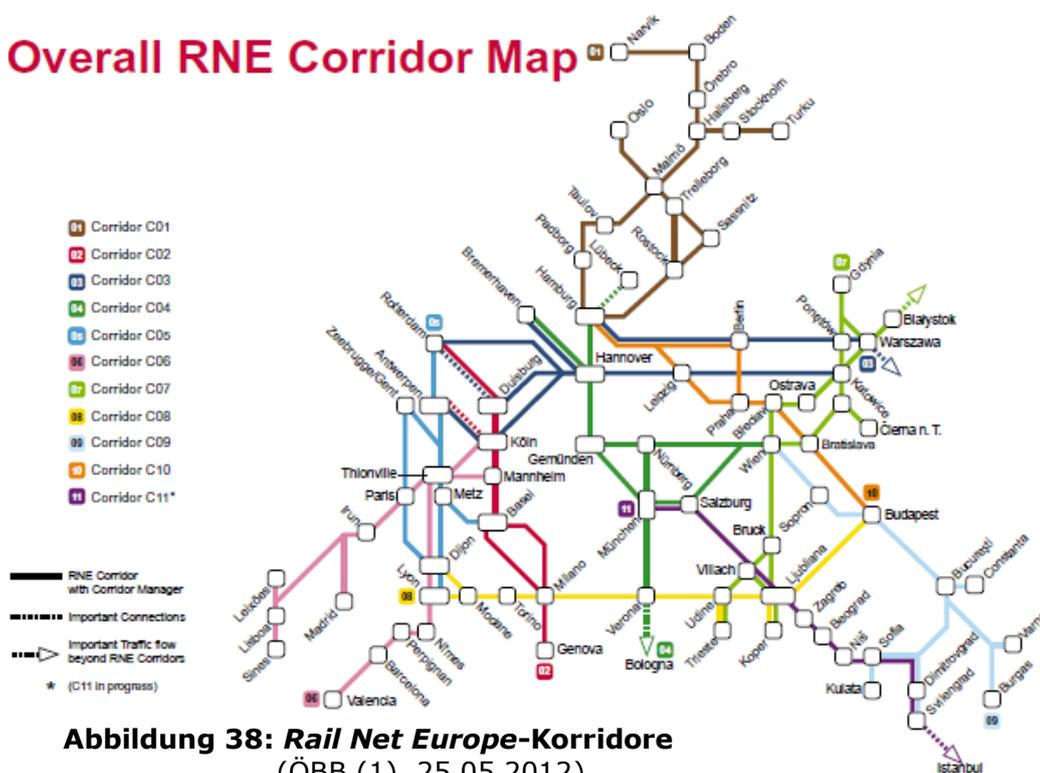


Abbildung 38: Rail Net Europe-Korridore (ÖBB (1), 25.05.2012)

Aufgrund der europäischen Richtlinie, welche die Trennung von Infrastruktur und Betrieb vorschreibt (siehe Unterkapitel 3.6), haben sich im Jahr 2004 die **Eisenbahninfrastrukturunternehmen zu einer eigenen Organisation, der Rail Net Europe (RNE) zusammengeschlossen**. RNE ist eine Vertriebs- und Marketingorganisation, deren Ziel es ist, Zugstrecken und Trassen nach Kundenwünschen zu gestalten, die Trassen zu managen und den internationalen Eisenbahnverkehr zu vereinfachen. **Dieser Organisation sind alle europäischen Eisenbahninfrastrukturunternehmen angeschlossen** (momentan 31 Infrastrukturunternehmen, Stand: Mai 2012). In Österreich wären das die ÖBB Infrastruktur AG und die Raab-Ödenburger-Ebenfurter Eisenbahn AG. Neben der Erweiterung und Verbesserung der europäischen Bahninfrastruktur soll auch ein einfacher und schneller Netzzugang für interessierte Eisenbahnverkehrsunternehmen gewährleistet werden. Die gemeinsame Geschäftsstelle von RNE befindet sich in Wien und momentan wird **ein ca. 230.000km langes Schienennetz** betrieben. Es werden dabei **11 Hauptkorridore unterschieden**, diese sind in Abbildung 38 gut ersichtlich.^{161 162 163}

4.5. LKW-Belastung auf Österreichs Bundesstraßen

Abbildung 39 zeigt eine Karte, in der die durchschnittliche **tägliche LKW-Belastung auf Österreichs wichtigsten Bundesstraßen für das Jahr 2005** eingezeichnet ist.



Abbildung 39: LKW-Belastung auf Österreichs Bundesstraßen 2005
(BMVIT (3), 2007, S.155)

Die Belastung wird dabei in Anzahl der LKW pro 24 Stunden, bezogen auf den jahresdurchschnittlichen werktäglichen Verkehr (JDTVw, Montag bis Freitag), gemessen, da am Wochenende in der Regel sehr viel weniger LKW, in der Regel nur mit

¹⁶¹ Vgl. Bearingpoint, 25.05.2012, S.13-14

¹⁶² Vgl. ÖBB (1), 25.05.2012

¹⁶³ Vgl. RNE - RailNetEurope, 25.05.2012

Ausnahmegenehmigung für Sonder-, Schwer- oder Kühltransporte, auf Österreichs Straßen fahren dürfen und dadurch die gesamte Statistik verfälscht werden würde. Mit den verschiedenen Korridorbezeichnungen aus Unterkapitel 4.4. kann festgestellt werden, dass **an einem Werktag grundsätzlich sehr viele LKW entlang des Donaukorridors, des Brennerkorridors und auf Teilen des Südkorridors (in der Karte dunkelrot dargestellt), unterwegs sind.** Diese drei Korridore sind für Österreich sowohl für den nationalen als auch für den internationalen Straßengüterverkehr von großer Bedeutung. Aufgrund der starken LKW-Belastungen und infolge der Umweltbelastungen (Lärm, Schadstoffemissionen, etc.) ist der Einsatz des KV für diese Korridore besonders zu empfehlen.

4.6. Güterverkehrsbelastung am höherrangigen Schienennetz

Anzahl der Güter- und Dienstzüge auf dem TEN-Streckennetz¹ in Österreich 2005

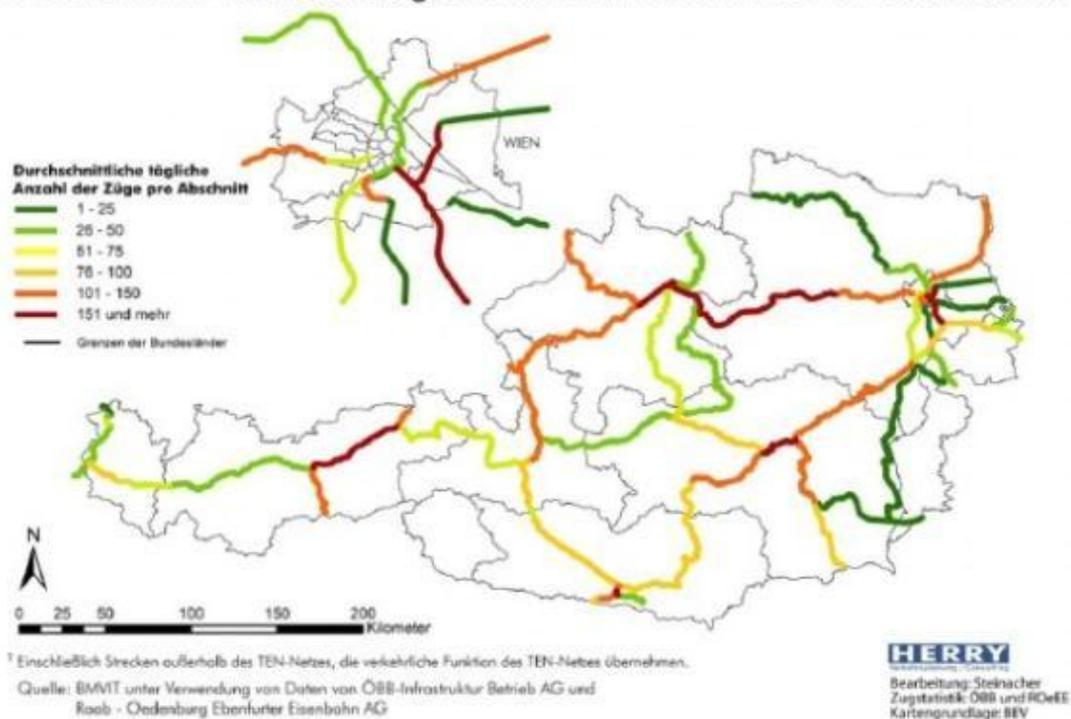


Abbildung 40: Güterverkehrsbelastung am höherrangigen Schienennetz 2005
(BMVIT (3), 2007, S.157)

Analog zu Unterkapitel 4.5. werden in **Abbildung 40** die **durchschnittlichen Zahlen an Güterzügen für das Jahr 2005, die jeden Tag auf dem höherrangigen österreichischen Schienennetz fahren,** dargestellt. Zusätzlich wurde neben der Österreichkarte noch eine weitere Karte für Wien angefertigt. Dunkelrote Streckenabschnitte symbolisieren eine starke tägliche Befahrung mit Güterzügen, auf grünen Abschnitten fahren täglich nur wenige Güterzüge. Hier gibt es keine Unterscheidung zwischen Werktag und Wochenende, denn **Güterzüge dürfen in Österreich im Vergleich zu den LKW auch am Wochenende fahren.** Auch hier sieht man analog zur LKW-Belastung, dass in Österreich bezogen auf einen Tag, **die meisten Güterzüge entlang des Donaukorridors, des Brennerkorridors und auf Teilen des Südkorridors unterwegs sind.** Ein Ausbau dieser stark befahrenen Streckenabschnitte ist unbedingt erforderlich und werden laufend Schieneninfrastrukturprojekte umgesetzt (siehe 7.4.2.).

5. Stärken u. Schwächen des komb. Verkehrs mit Bahn und Lkw

Kapitel 5 behandelt explizit die **Stärken und Schwächen der Verkehrsträger LKW und Bahn**. In tabellarischer Form werden dabei die wichtigsten Aspekte, die für, aber auch gegen den Einsatz des reinen LKW- bzw. Eisenbahntransportes im Güterverkehr sprechen, aufgelistet. Analog dazu werden im Anschluss **die Stärken und Schwächen des kombinierten Verkehrs mit der Bahn im Hauptlauf und dem LKW im Vor- und Nachlauf** beschrieben. Es werden dabei **grundsätzlich verkehrspolitische, ökonomische, ökologische, logistische und technische Aspekte** genannt. Die exakte Einteilung der einzelnen Stärken und Schwächen zu diesen eben genannten fünf Kategorien gestaltet sich als äußerst schwierig, da gewisse Stärken und Schwächen mehrfach zuordenbar sind. Trotzdem wird versucht, eine grobe Struktur und Übersicht zwecks Vergleichbarkeit der einzelnen Verkehrsträger in Form von Tabellen herzustellen.

5.1. Straßengüterverkehr

Es folgt nun eine grobe Analyse der Stärken und Schwächen des reinen Straßengüterverkehrs. Eine genaue Aufgliederung der Aspekte innerhalb der Tabelle gestaltet sich aufgrund der teils mehrfachen Zuordenbarkeit als relativ schwierig.

5.1.1. Stärken des LKW

Stärken des reinen LKW-Transportes	
Verkehrspolitische Aspekte	
+	in der Regel gut ausgebaute Straßeninfrastruktur
+	internationale Transporte sind ohne Probleme möglich
Ökonomische Aspekte	
+	geringe Stillstand- und Wartezeiten der Fahrzeuge
+	geringe Anschaffungskosten
+	Gütertransport auf der Straße ist sehr kostengünstig
+	kein Verursacherprinzip bei Straßenschäden (Kosten trägt Allgemeinheit)
+	im Nahverkehr gelten LKW als bestmöglicher Verkehrsträger
Ökologische Aspekte	
-	
Logistische Aspekte	
+	hohe Flexibilität hinsichtlich der Transportaufgaben
+	universeller Transporteinsatz von LKW-Fahrzeugen
+	großes Angebot an unterschiedlichsten Fahrzeugen
+	„Haus zu Haus“ Transporte sind möglich
+	allgemeine logistische Handhabung sehr einfach

+ freie Routenwahl auf der Straße
+ Straßengüterverkehr ermöglicht Feinverteilung von einem Lager zu den Endverbrauchern
+ bei geringen bis mittleren Transportdistanzen relativ geringe Transportzeiten gegenüber der Bahn
+ relativ höhere Transportgeschwindigkeiten gegenüber der Bahn
+ Transportgut ist ständig unter Aufsicht des/der LKW-Fahrer
Technische Aspekte
+ durch Luftfederung werden die Güter schonend transportiert
+ intensive Forschung und Entwicklung im LKW-Sektor (Fahrzeuge, Motorentechnik, Aerodynamik,...)

Tabelle 13: Stärken des reinen LKW-Transportes

(PLÜMER, 2003, S. 91; KILLE et al., 2008, S.53; Gate4logistics (1), 20.06.2012; eigene Ergänzungen; eigene Darstellung)

5.1.2. Schwächen des LKW

Schwächen des reinen LKW-Transportes
Verkehrspolitische Aspekte
- relativ geringes höchstzulässiges Gesamtgewicht (max. 40 Tonnen)
- rechtliche Rahmenbedingungen (Fahrverbote, Fahrteinschränkungen, Road-Pricing, Mautgebühren)
- LKW müssen strenge Umweltnormen erfüllen (EURO-Norm, Adblue-Zusatz)
Ökonomische Aspekte
- massive Konkurrenz zwischen Transportunternehmen
- Lastkraftwagen tragen zunehmend für Verkehrsüberlastung bei
- Unfallgefahr bei LKW-Transporten größer als bei der Bahn
Ökologische Aspekte
- hohe Umweltbelastung (Dieselverbrauch, CO ₂ -Ausstoß, Feinstaub, Lärmbelastungen)
- bei Unfällen von Gefahrguttransporten teils massive Umweltschäden
Logistische Aspekte
- beschränktes Transportvolumen
- Mautgebühren und Staus beeinträchtigen Nutzung des LKW
Technische Aspekte
- Witterungseinflüsse (starker Schneefall → Ketten anlegen, Windanfälligkeit...)

Tabelle 14: Schwächen des reinen LKW-Transportes

(PLÜMER, 2003, S. 91; KILLE et al., 2008, S.53; Gate4logistics (1), 20.06.2012; eigene Ergänzungen; eigene Darstellung)

5.2. Schienengüterverkehr

Analog zu Kapitel 5.1. folgt nun eine Analyse der Stärken und Schwächen des reinen Schienengüterverkehrs.

5.2.1. Stärken der Güterbahn

Stärken des reinen Bahnverkehrs	
Verkehrspolitische Aspekte	
+	unabhängig von Fahrverboten (Feiertage, Sonntage,...)
+	unabhängig gegenüber dem Straßenverkehr
+	hohe Verkehrssicherheit aufgrund der vielen Sicherungs- und Überwachungsmaßnahmen gegeben
+	Politik vergibt viele Förderungen im Schienengüterverkehr
+	keine Streckenmaut im Bahnnetz vorhanden
Ökonomische Aspekte	
+	vor allem für den Transport von Massengütern und Gefahrgütern geeignet
+	kostengünstige Transportlösung bei größeren Entfernungen
Ökologische Aspekte	
+	Bahn besitzt positives Image des umweltfreundlichen Transportes
+	Schienengüterverkehr verursacht geringste Schadstoffemissionen gegenüber allen anderen Verkehrsträgern
+	neben Diesel- umweltfreundliche Elektrotraktion der Lok möglich
+	geringe Flächeninanspruchnahme der Eisenbahntrassen
Logistische Aspekte	
+	große Einsatzfähigkeit aufgrund der hohen Volumenkapazitäten der Waggons
+	breites Angebot an unterschiedlichsten Schienenfahrzeugen
+	Schnelligkeit des Transportes vor allem bei Ganzzügen und Direktzügen gegeben, da keine Rangiervorgänge erforderlich sind
+	Pünktlichkeit der Transporte aufgrund der Bindung an den Fahrplan gegeben
+	kaum Störgrößen während des Transportvorganges
+	einfache Betriebsführung
+	viel größere Zuladung auf Waggons gegenüber LKW möglich
Technische Aspekte	
-	

Tabelle 15: Stärken des reinen Bahnverkehrs

(PLÜMER, 2003, S. 92; KILLE et al., 2008, S.54; Gate4logistics (2), 20.06.2012; eigene Ergänzungen; eigene Darstellung)

5.2.2. Schwächen der Güterbahn

Schwächen des reinen Bahnverkehrs	
Verkehrspolitische Aspekte	
-	bei internationalen Transporten ist auf das Lichtraumprofil bei Tunneln, unterschiedliche Stromsysteme, sowie auf unterschiedliche Spurweiten zu achten (mangelnde Kompatibilität → dadurch Einschränkungen)
-	trotz Liberalisierungsmaßnahmen im Streckennetz führen die Staatsbahnen nach wie vor die meisten Transporte durch
-	Privatbahnen können sich nur schlecht am Markt etablieren
-	dem Schienengüterverkehr wird trotz Globalisierung des Welthandels nur wenig Bedeutung beigemessen
Ökonomische Aspekte	
-	sehr hohe Anfangsinvestitionen (Gleisanschlüsse, Rangiermittel,...)
-	hohe laufende Fixkosten
-	Zusatzkosten bei Anmietung von Waggons
-	personalkostenintensiv (Beladung, Rangierbetrieb, Überwachung,...)
-	Transportkosten sind i.A. etwas höher als beim Straßengüterverkehr
-	kaum Konkurrenz im Schienengüterverkehr
Ökologische Aspekte	
-	teils massive Lärmemissionen in Wohngebieten (veraltete Waggons sind laut, sehr teure Lärmschutzwände müssen oft errichtet werden, etc.)
Logistische Aspekte	
-	Waggons sind nicht flexibel einsetzbar (hoher Leerfahrtenanteil)
-	Personenverkehr hat prinzipiell Vorrang am Schienennetz (Güterzüge müssen oft Wartepausen einlegen und andere Züge passieren lassen → Wartezeiten)
-	oft nur geringe Beförderungsgeschwindigkeiten möglich
-	keine personelle Begleitung von wichtigen oder wertvollen Transportgütern
-	Fahrpläne sind starr und daher sehr unflexibel (Nachtfahrten, usw.)
-	Unterlegenheit bei Transporten auf kurzen Distanzen oder bei häufigem Wechsel des Transportgutes
Technische Aspekte	
-	beschränkte Flächenbedienung (Schienennetz oft sehr schlecht oder gar nicht ausgebaut)

Tabelle 16: Schwächen des reinen Bahnverkehrs

(PLÜMER, 2003, S. 92; KILLE et al., 2008, S.54; Gate4logistics (2), 20.06.2012; eigene Ergänzungen; eigene Darstellung)

5.3. Kombination der beiden Verkehrsträger

In den **Unterkapiteln 5.1. und 5.2.** wurden die wichtigsten **Stärken und Schwächen der beiden Verkehrsträger Schiene und Straße** aufgelistet und beschrieben. Der **kombinierte Verkehr stellt jetzt eine Kombination aus diesen beiden** dar, der Vor- und Nachlauf erfolgt jeweils mit dem LKW auf der Straße und der Hauptlauf erfolgt mittels Bahn. Ziel des KV ist es dabei, die spezifischen Stärken der beiden Verkehrsträger besonders gut zu nutzen und aufeinander abzustimmen. Es zeigt sich allerdings, dass **trotz**

Kombination der Verkehrsträger auch Nachteile im KV erkennbar sind. Die wichtigsten Vor- und Nachteile des kombinierten Verkehrs mit den Verkehrsträgern Straße und Schiene sind auf den nächsten beiden Seiten ersichtlich.

5.3.1. Stärken des kombinierten Verkehrs

Stärken des kombinierten Verkehrs (LKW/Bahn)	
Verkehrspolitische Aspekte	
+	Erhöhtes Tonnagelimit im Vor- und Nachlauf zu den Terminals (höchstzulässiges Gesamtgewicht der LKW darf 44 Tonnen nicht überschreiten)
+	Befreiung von Wochenend-, Feiertags- und Nachtfahrverboten
+	geringe oder keine Mautgebühren im Vor- und Nachlauf für LKW
+	KFZ-Steuerbefreiungen, -reduzierungen und -rückerstattungen
+	viele finanzielle Förderungen und Programme im KV
Ökonomische Aspekte	
+	Umfahrung mautpflichtiger Straßen möglich
+	Reduktion der fixen und variablen Fahrzeugkosten (weniger Treibstoff, weniger Reparaturen, Anschaffungskosten für neue Reifen,...)
+	Reduktion von Betriebskilometern, Erhöhung der Fahrzeugnutzungsdauer
+	freie Fahrzeugkapazitäten der Sattelzugmaschinen, diese können für andere Transporte (auch außerhalb des KV) verwendet werden
Ökologische Aspekte	
+	Beitrag zum Umweltschutz (CO ₂ -Einsparungen,...)
+	positives Image in der Öffentlichkeit ("Schiene statt Verkehrslawine",...)
Logistische Aspekte	
+	große Auswahl an genormten Transportgefäßen (ISO und Binnencontainer); Container, Wechselaufbau und Sattelaufleger grenzüberschreitend einsetzbar
+	Transportgüter müssen aus den Transportgefäßen bei Umschlagvorgängen nicht umgeladen werden
+	Zeitersparnis über größere Transportdistanzen gegenüber reinem LKW-Transport
+	hohe Planbarkeit des Transportes, dadurch können Fahrpläne sehr genau eingehalten werden
+	schnelle Lieferungen von den Terminals zu den Kunden
+	im begleiteten kombinierten Verkehr kann der Fahrer seine Ruhepausen auf Schiene absolvieren („RoLa“)
+	Konkurrenz im KV steigert die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit
Technische Aspekte	
+	größtenteils flächendeckendes Netz an gut ausgebauten Terminals
+	intensive Forschung im KV-Sektor (neue Waggons, Umschlagtechniken,...)

Tabelle 17: Stärken des kombinierten Verkehrs (LKW/Bahn)

(KILLE et al., 2008, S.58; UIRR (8), 21.06.2012; Transportberater, 21.06.2012; Kombiverkehr (3), 21.06.2012; HGA, 21.06.2012; eigene Ergänzungen; eigene Darstellung)

5.3.2. Schwächen des kombinierten Verkehrs

Schwächen des kombinierten Verkehrs (LKW/Bahn)	
Verkehrspolitische Aspekte	
-	
Ökonomische Aspekte	
<ul style="list-style-type: none"> - Gefahr vieler Leerfahrten im KV - Transporte im kombinierten Verkehr sind erst ab einer bestimmten Entfernung wirtschaftlich (300-500km) - sehr hohe Investitionskosten (Terminals, Umschlaggeräte, Wagenmaterial,...) - es fallen hohe Kosten an, die bei monomodalen Transportketten nur gering bzw. nicht anfallen (z.B. Umschlagkosten, Anmietung von Wagenmaterial und /oder Transportgefäßen, andere Dienstleistungen wie Verpackungen usw.) - hohe Personalkosten (Rangiervorgänge, Überwachung, Koordination, Umschlag, Wartung,...) - verspätete Stornierungen bei Bahn sind kostenpflichtig - die Nichteinhaltung des Fahrplanes hat für Bahn schwerwiegende Folgen (finanzielle Auswirkungen, Wartezeiten, massiver irreversibler Imageverlust,...) 	
Ökologische Aspekte	
<ul style="list-style-type: none"> - Problem der "letzten Transportmeile", (oft langer) Gütertransport vom Terminal zum Endempfänger erfolgt mittels LKW (siehe Unterkapitel 7.3.) 	
Logistische Aspekte	
<ul style="list-style-type: none"> - Zeit-, Mengen-, Terminal- und Lagerstrukturen lassen größere Anteile der zu bewältigenden Transporte mittels Bahn noch nicht zu - oft geringe Transportgeschwindigkeiten im Vor- und Nachlauf; Pufferzeiten sind deshalb zu berücksichtigen, um den Fahrplan der Bahn einzuhalten - strenge Fahrplangebundenheit, dadurch unflexibel gegenüber den Kunden z.B. Anlieferung in der Nacht - unvermeidbare Wartezeiten bei zeitaufwändigen Umschlagvorgängen - hoher Koordinationsaufwand für Bündelung der Sendungen und für den Umschlag der Einheiten - auf Schienentrassen erfolgt meist keine Trennung zwischen Personenverkehr und Güterverkehr → Personenverkehr hat prinzipiell Vorrang - reiner Straßenverkehr ist auf bestimmten Strecken oft erheblich schneller - schneller Güterumschlag ist nur in leistungsfähigen Terminals möglich - oft Kapazitätsengpässe in den Terminals - Voranmeldung für Bahntransport erforderlich → LKW viel flexibler - psychologische Barrieren gegenüber der Nutzung des KV seitens der Kunden, Spediteure und Transportunternehmen ("viel zu aufwendig", "zu teuer", "zu langsam",...) 	
Technische Aspekte	
<ul style="list-style-type: none"> - bei grenzüberschreitenden Transporten besteht oft mangelnde Interoperabilität (Lichttraumprofile bei Tunneln, Spurweiten, Stromsysteme,...) 	

Tabelle 18: Schwächen des kombinierten Verkehrs (LKW/Bahn)
 (KILLE et al., 2008, S.58; FIS (4) - Forschungsinformationssystem, 21.06.2012;
 Ausbildung Kaufmann, 21.06.2012; eigene Ergänzungen; eigene Darstellung)

5.4. Auswahlkriterien für die Wahl der Transportart

Die vergangenen Unterkapitel haben gezeigt, dass die Verkehrsträger Straße und Schiene für sich genommen spezifische Vorteile, aber auch einige Nachteile mit sich bringen. **Der kombinierte unbegleitete bimodale Güterverkehr**, welcher Gegenstand dieser Arbeit ist, **besitzt durchaus eine Reihe von Vorteilen gegenüber dem reinen Schienen- und Straßenverkehr**. Dennoch hat sich auch gezeigt, dass der kombinierte Verkehr auch einige Schwächen aufweist, die sich neben den Stärken letztendlich für die Transportmittelwahl seitens der Kunden auswirken.

Die klassischen **Kunden des KV**, welche im Unterkapitel 3.6. schon erwähnt wurden, - bzw. die Versender und Empfänger der Transportgüter und somit jene Kunden von Fracht-, Logistikunternehmen und Speditionen - haben für ihre individuellen Transportaufgaben **gewisse Vorstellungen, Präferenzen, Wünsche und Kriterien**. Werden bzw. sind diese teilweise oder gar nicht erfüllt, wird der kombinierte Verkehr für die Transportaufgaben zunehmend unattraktiv und z.B. wird an Stelle dessen, das zu transportierende Gut mit dem als sehr flexibel geltenden LKW zu den jeweiligen Zieldestinationen befördert, was sich wiederum in der Regel in einem hohen Emissionsausstoß widerspiegelt.

Es macht einen **großen Unterschied, ob der Empfänger des Transportgutes am Transport beteiligt ist, oder nicht**. Wenn nicht, dann ist es dem Empfänger relativ gleichgültig, mit welchen Verkehrsträgern das von ihm gekaufte oder bestellte Transportgut transportiert wird. Auch rechtliche Bestimmungen, Auflagen bzw. welches Fahrzeugmaterial eingesetzt wird, ist für den Empfänger der Waren nicht von Interesse. Aspekte wie Lieferpünktlichkeit, Schnelligkeit, schonender und sicherer Transport und vor allem die Kosten für diesen spielen für den Empfänger eine zentrale Rolle.

Beteiligen sich am Transport des Gutes Sender und/oder Empfänger oder z.B. in Auftrag gegebene Transportunternehmen, so sind neben den eben erwähnten Aspekten, noch viele andere Aspekte von großer Bedeutung, denn **hier gilt es die optimale Transportlösung zu finden**. Die kostengünstigste Lösung muss dabei nicht immer die beste sein. Wenn man der Massenleistungsfähigkeit (z.B. bei Erztransporten) mehr Bedeutung schenkt, so wird der LKW mit seiner geringen Zuladung eher ungeeignet sein, ebenso auch im Vor- und Nachlauf des KV. Hier wird man vermutlich auf den reinen Schienengütertransport vom Versender zum Empfänger setzen.

Geht es um einen sehr flexiblen Einsatz, um Distributionsaufgaben oder um einen möglichst raschen Transport, dann werden vermutlich die Transportaufgaben mit dem LKW erledigt. Ebenso spielt auch die **Erreichbarkeit der Quellen und Ziele eine wichtige Rolle**. Wenn keine Terminals oder Anschlussgleise vor Ort bzw. in der Region vorhanden sind, dann wird der KV für die Versender und Empfänger kaum in Frage kommen.

Es zeigt sich, dass **für jeden Transport und für jedes Gut genau abgewogen und berechnet werden muss, ob der Straßengüterverkehr oder der kombinierte Verkehr zum Einsatz kommen soll**. Falls geeignete Anschlussgleise vorhanden sind, kann auch ein reiner Schienengütertransport durchgeführt werden.

Die folgende Abbildung 41 zeigt die **vier wichtigsten Gruppen an Auswahlkriterien**, die letztendlich neben den zuvor beschriebenen Stärken und Schwächen von LKW, Bahn und KV für die allgemeine Transportmittelwahl von großer Bedeutung sind. **Es handelt sich dabei um rechtliche, Infrastruktur-, Kosten- und Leistungskriterien**.

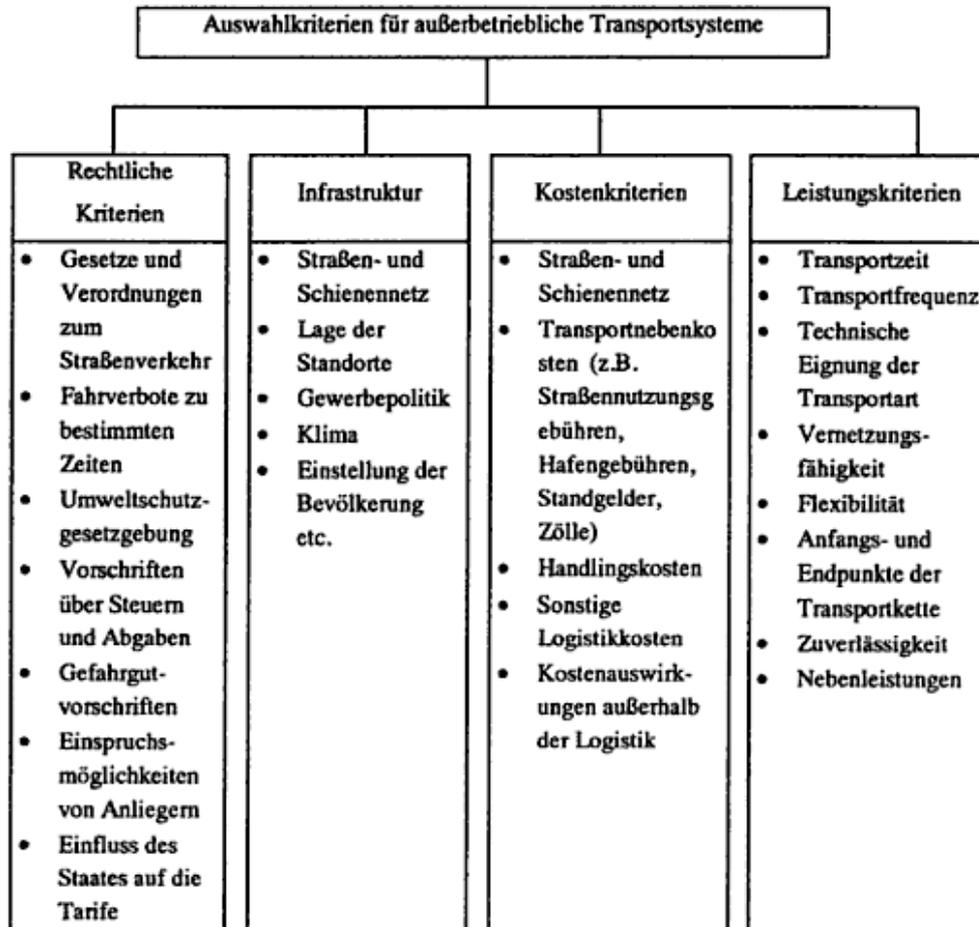


Abbildung 41: Auswahlkriterien für die Transportmittelwahl
(PLÜMER, 2003, S. 97)

Abbildung 42 auf der nächsten Seite dient als Ergänzung zu den eben erwähnten Auswahlkriterien bzgl. optimaler Transportmittelwahl. Bei dieser **überschlagsmäßigen Gegenüberstellung zwischen Verkehrsträgern fließen einige Leistungs- und Kostenkriterien mit ein**, welche in der Abbildung 42 nicht explizit erwähnt wurden. Grundlage dafür ist eine Transportstrecke, die sowohl im Straßen- als auch im Schienengüterverkehr 610km lang ist und es werden darauf **Transporte mittels reinem Straßengüterverkehr und reinem Schienengüterverkehr** durchgeführt. Trotzdem ist diese Gegenüberstellung für diese Arbeit relevant, da man den reinen Schienengüterverkehr hier als Hauptlauf einer Transportkette im KV ohne Vor- und Nachlauf ohne weiters betrachten kann. Man erkennt, dass die Bahn vor allem bei der Massenleistungsfähigkeit und bei der Berechenbarkeit (unabhängig von Jahreszeiten, Wetter, Verkehrssituation), als auch bei der Sicherheit (statistisch weit weniger Unfälle) punkten kann. Der Straßengüterverkehr zeichnet sich hingegen mit einer viel kürzeren Fahrtzeit von nur acht Stunden, mit einer hohen Netzbildungsfähigkeit (Erreichbarkeit eines jeden Ortes) und mit hoher Bequemlichkeit (schnelle Anpassung an spezifische Transportaufgaben) aus. Bei der **Schnelligkeit handelt es sich um reine Fahrzeiten ohne fiktiven Vor- und Nachlaufzeiten, vor allem hier besitzt der reine Straßentransport einen klaren Vorteil**, der ihm viele Sympathien einbringt. Anzumerken ist allerdings, dass ein LKW nur einen Bruchteil von dem transportieren kann, was ein ganzer Güterzug transportieren kann. Weiters sind in der Grafik noch verschiedene Preise und Kosten angegeben.

	Straße	Schiene
Schnelligkeit	ca. 8 Std.	Bandbreite von 20 bis 60 Std. im Einzelwagenverkehr; 8-24 Std. im Ganzzugverkehr
Entfernung	610 km	610 km
Massenleistungsfähigkeit	Nicht gut	Sehr gut
Netzbildungsfähigkeit	sehr gut	durchschnittlich
Berechenbarkeit	gut	sehr gut
Häufigkeit	halbtäglich	täglich
Sicherheit	gut	sehr gut
Bequemlichkeit	sehr gut	nicht gut
Preise, Kosten in Relation zum Gut	ca. 0,95 €/LKW/km, bei 33 Palettenstellplätzen ergeben sich 0,03 €/Palette/km, somit ca. 0,1 €/tkm. Kostenrelation HH-Nbg. ca. 600,- € (Durchschnitt Stückgutverkehr)	Wagenpreis bis 13 Tonnen und bis 650 km = 1.052 €. Faustregel: 0,5 € bis 1 € pro km für einen 20 Fuß-Container

Abbildung 42: Vergleich Straße-Schiene
(KILLE et al., 2008, S.62)

Der **kombinierte Verkehr** steht grundsätzlich im **direkten Wettbewerb mit dem reinen Straßengüterverkehr** und ist ständig einem hohen Preisdruck ausgesetzt, um mit dem Straßengüterverkehr konkurrenzfähig zu bleiben. Der **reine Schienengüterverkehr** (Einzelwagenverkehr, Ganzzüge, Wagengruppen,...) ist bei vielen Transporten **mit Sicherheit die beste Lösung, hat aber viele Anforderungen** wie teure Anschlussgleise vor Ort, teures Wagenmaterial, usw. Oft lassen sich aufgrund der städtebaulichen Struktur und der Ablehnung der Bevölkerung der Bahn gegenüber keine passenden Anschlussgleise verlegen; ebenso macht ein geringes Wagenladungs-aufkommen ein Anschlussgleis unrentabel. Die Möglichkeit auf die umweltschonende Bahn auszuweichen scheidet somit oft aus. Weiters besteht auch die Gefahr, dass die Gleise bei z.B. Verlagerungen von Produktionsstandorten, nicht mehr ausreichend genutzt werden und möglicherweise nach einiger Zeit wieder

entfernt werden. **Der LKW gilt als sehr flexibel und zuverlässig**, er lässt sich überall einsetzen, eignet sich hervorragend für den grenzüberschreitenden Transport und es gibt LKW in unterschiedlichsten Ausführungen und Längen. Es zeigt sich in der Praxis, dass **seitens der Kunden neben den Transportkosten zunehmend die Qualität und die Zuverlässigkeit der Transportleistung für die Verkehrsmittelwahl ausschlaggebend** sind. Kann ein einzelner Güterzug seinen Fahrplan nicht einhalten, verursacht das hohe Folgekosten, das Image der Bahn leidet und kann nicht so schnell wieder aufgebessert werden. Staus oder andere Ursachen, die sich negativ auf den LKW-Transport auswirken, werden von den Unternehmen, Spediteuren und letztendlich dem Empfänger eher toleriert.

Die **Verkehrspolitik** versucht seit geraumer Zeit **den kombinierten Verkehr durch Förderungen und Marketingmaßnahmen für den Transportsektor zu attraktivieren**, man möchte möglichst viele LKW-Fahrten auf die Schiene verlagern. Die Bereitstellung, Wartung und der Ausbau der für den Güterverkehr **geeigneten Bahninfrastruktur spielt für den KV eine wesentliche Rolle**. Dann nämlich, wenn lange und gut ausgelastete Güterzüge mit hoher Rentabilität und ohne Zwischen- oder Grenzstopps problemlos und rasch zu den Terminals fahren können. Dann bestehen gute Voraussetzungen, dass der KV dem reinen Straßengüterverkehr zukünftig mehr vorgezogen wird. Zusätzlich zu den vielen genannten Vorteilen des KV könnten viele LKW-Fahrten vermieden, die Siedlungsgebiete vom politisch unerwünschten LKW-Verkehr entlastet und ein wesentlicher Beitrag zum Umweltschutz geleistet werden.¹⁶⁴

¹⁶⁴ Vgl. Hupac, 22.06.2012

5.5. Einsatzgebiete des kombinierten Verkehrs

Die Einsatzgebiete des kombinierten Verkehrs sind sehr breit gefächert. Prinzipiell kann man alles transportieren, was sich in Container, Wechselaufbauten und Sattelaufleger einladen lässt (siehe Unterkapitel 3.3.). Im unbegleiteten kombinierten Verkehr werden primär Container und Wechselaufbauten verwendet, da diese einen rascheren Umschlag ermöglichen und aufgrund unterschiedlicher Ausführungen, Klassen und Größen universeller einsetzbar sind als kranbare Sattelaufleger, die es nur in einer genormten Längenausführung gibt und welche somit unflexibler sind. Ebenso, und das wurde schon mehrfach in dieser Arbeit erwähnt, spielen für den Einsatz des KV die Transportdistanzen im Vor-, Haupt- und Nachlauf sowie die flächendeckende Terminal- und Bahninfrastruktur eine wichtige Rolle. **Die Vor- und Nachläufe mit dem LKW sollten möglichst kurz ausfallen, der Großteil des Transports sollte auf der Schiene erfolgen.**

Die *Fraunhofer Austria Research GmbH* ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung und hat im Jahr 2008 die Eignung von Transportmitteln in verschiedene Branchen analysiert. Dabei unterscheidet man zwischen LKW und Bahn, die Eignung des kombinierten Verkehrs wurde nicht explizit analysiert. Trotzdem können gewisse Tendenzen bzgl. Einsatzgebiete des KV herausgelesen werden.

Transportgüter aus folgenden Branchen eignen sich besonders gut für den unbegleiteten kombinierten Verkehr:

Branche	kurze Information zu den Gütern für den KV
Landwirtschaft	breite Produktpalette (Getreide, Obst, Gemüse, Fleisch), z.T. Kühltransporte, Einzelhandelbelieferung mittels LKW
Forstwirtschaft	Vorläufe aus Wald (und/oder Nachläufe) per LKW, Bahn besitzt große Massenleistungsfähigkeit für Holz
Bergbau	Massengüter, Schüttgüter, Transportdauer irrelevant, Baustellenbelieferung per LKW
Textil	handlungsbedürftige Güter, Hinterlandverkehre sinnvoll per Bahn, Einzelhandelbelieferung erfolgt mittels LKW
Bekleidung	transportunempfindliche Güter, Hinterlandverkehre sinnvoll per Bahn Einzelhandelbelieferung erfolgt mittels LKW
Leder	homogene Produkte, meist hohe Importrate, Hinterlandverkehre sinnvoll per Bahn
Holz	einfache Güter, keine speziellen Anforderungen
Papier	große Papierrollen, spezielles Equipment erforderlich, heterogene Branche
Chemie	flüssige und feste Erzeugnisse, Schütt- und Flüssiggüter, Pharmaindustrie
Automobilbau	Just-in-Time-Produktion, Zulieferteile, Neuwagen

Tabelle 19: Einsatzgebiete für den kombinierten Verkehr

(KILLE et al., 2008, S.68-70; eigene Ergänzungen; eigene Darstellung)

Im Rahmen des Innovationsförderprogrammes kombinierter Verkehr, welches in Österreich bis zum 31.12.2014 läuft, können einige Branchenbeispiele bzgl. KV in Österreich genannt werden. Diese Beispiele inkl. Informationen, Beschreibungen und Angaben der beteiligten Akteure können unter folgendem Link abgerufen werden:

<http://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/verkehrstechnologie/downloads/ikv.pdf>, 22.06.2012

6. Ökologische Betrachtung von Emissionen und Energieverbräuchen im bimodalen kombinierten Verkehr

Im Kapitel 6 wird zunächst auf die verschiedenen negativen Umweltauswirkungen des Güterverkehrs näher eingegangen und im anschließenden werden fiktive, vom Autor selbst gewählte Transportketten, sowohl für den Straßengüterverkehr als auch für den KV mit dem wissenschaftlich anerkannten *EcoTransIT*-Rechenmodell ökologisch bilanziert und im Anschluss gegenübergestellt. Dadurch sollen Erkenntnisse über die ökologische Verträglichkeit der einzelnen Transporte gewonnen und der Frage nachgegangen werden, wie viel Einsparungspotential der unbegleitete kombinierte Verkehr bzgl. Energieverbrauch und Schadstoffemissionen für diese Transportketten gegenüber dem Straßenverkehr besitzt.

6.1. Umweltauswirkungen des Güterverkehrs

Die **Globalisierung des Welthandels** und der daraus induzierte ständig ansteigende Güterverkehr haben **einige Umweltprobleme mit sich gebracht**, mit denen man tagtäglich konfrontiert wird. Beim Betrieb eines Transportmittels (Bahn, LKW,...) fallen verschiedene **Emissionen an, ebenso verbraucht ein Transportmittel große Mengen an Energie** und bei Straßenfahrzeugen werden in der Regel fossile Brennstoffe für die Energieerzeugung verwendet. Viele wissenschaftliche Studien und Erfahrungen haben gezeigt, dass es **ökologisch sinnvoller ist, Güter von der Straße auf die Schiene auszulagern**, da der Verkehrsfluss auf der Straße, aber auch der Schiene gleichförmiger bleibt und somit insgesamt weniger Energie verbraucht wird.^{165 166} Die Schiene weist den großen Vorteil auf, dass bei einer elektrifizierten Strecke die Traktion der Lok Strom erfolgen kann. Der Strom dafür kann ohne CO₂-Emissionen, z.B. mit Wasserkraftwerken, erzeugt werden. Beim LKW-Transport fallen hingegen immer u.a. giftige gasförmige Schadstoffemissionen an, die in unmittelbarer Nähe der Menschen ausgestoßen werden. Trotz dieses allgemein bekannten Wissens über die verschiedenen ökologischen Umweltverträglichkeiten von Bahn und LKW fiel im Transportsektor die Entwicklung in den vergangenen Jahrzehnten immer zu Gunsten des LKW (massiver Ausbau des Straßennetzes) und somit zu Lasten der Umwelt aus. Doch auch die als umweltfreundlich geltende Bahn erzeugt ebenfalls Emissionen. Die **negativen Umweltwirkungen des Güterverkehrs** werden nun in den weiteren Unterkapiteln genauer beschrieben.

6.1.1. Regionale Klimaveränderungen

Der heutige Güterverkehr ist so gut wie immer mit **dem Ausstoß von klimaschädigenden Schadstoffemissionen verbunden**, die durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern entstehen. Vor allem die Kohlendioxidemissionen (CO₂) gelten als Hauptindikator für den Treibhauseffekt und **verändern u.a. regionale Klimata, aber**

¹⁶⁵ Vgl. BMU, 10.09.2012

¹⁶⁶ Vgl. SGK, 10.09.2012

auch das globale Klima. Diesem Gas wird bei ökologischen Berechnungen am meisten Bedeutung beigemessen. Viele Schadstoffemissionen reagieren miteinander und beeinflussen sich wechselseitig, was sich wiederum in negativen Umweltauswirkungen in der jeweiligen Region niederschlägt. Das ansteigende Verkehrsaufkommen im Transportsektor trägt dazu bei, dass die Luft mit Stickstoffen, Rußpartikeln und anderen Schadstoffen, teils stark, belastet wird. Je höher die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre ist, desto wärmer wird es auf der Erde. Dies hat **wiederum schwerwiegende Folgen, mit denen man weltweit heute bereits zu kämpfen hat wie z.B. häufige Naturkatastrophen, Abschmelzung der Polarkappen, Anstieg des Meeresspiegels,** usw. Zu dieser Problematik kommen noch weitere Beeinträchtigungen, wie das oft rücksichtslose „**Zerschneiden**“ von Landschaften (z.B. durch den Bau neuer Autobahnen) und die Flächenversiegelung durch den Straßen- und Bahnausbau hinzu. Diese Emissionen allein und in Kombination miteinander führen dazu, dass sich **Regionen, die vor allem heute schon ein hohes tägliches Verkehrsaufkommen erfahren, irreversibel negativ verändern werden und die Lebensqualität von Mensch, Tier und Natur drastisch abnehmen wird.**^{167 168}

6.1.2. Beeinflussung von Flora und Fauna

Der **Bau von neuen Verkehrsinfrastrukturen** (Straßen, Bahntrassen) benötigt in der Regel viel Platz und führt zur Vergrößerung **der versiegelten Flächen.** Das Problem dabei ist, dass kein Niederschlag mehr in den Boden versickern kann und die im Boden natürlich ablaufenden Prozesse werden dadurch gestoppt. Der **natürliche Wasserkreislauf des Bodens wird massiv beeinträchtigt, der Oberflächenabfluss nimmt, mit oft gravierenden Folgen, zu.** Bei starken Regenfällen können somit oft unerwartete Hochwässer entstehen, diese verursachen meist hohe Sachschäden sowohl an den Bebauungen als auch an der Natur selbst (Erosion, Erdbeben, Überschwemmungen,...). Beim Bau neuer Trassen hat sich in den letzten Jahrzehnten gezeigt, dass der **Umweltverträglichkeitsaspekt der Planungen eher im Hintergrund** stand. Dieser gewann erst in den letzten Jahren vermehrt an Bedeutung. Das Problem bei Verkehrsinfrastrukturen ist, dass oft ein gravierender Eingriff in die bestehende und jahrhundertlang geprägte Kulturlandschaft erfolgt. **Lebensräume zahlreicher Tiere werden plötzlich durch z.B. eine neue Straße stark beeinflusst und durchtrennt.** Jagdreviere und Brutplätze werden zerstört und Tiere wandern notgedrungen in andere Regionen ab, da ihre Lebensbedingungen in der Region nicht mehr gegeben sind. Das Abwandern einiger Tierarten beeinflusst auch das Verhalten und Bestehen anderer Arten in der Heimatregion, aber auch in der neuen Region - oft mit negativen Folgen. Bahntrassen benötigen zwar ebenso Platz und können Flora und Fauna negativ beeinträchtigen, allerdings liegt die Beeinträchtigung deutlich unter derer, die von einer Autobahn ausgeht. Meist gestaltete sich auch das Überqueren von Bahngleisen für Tiere problemloser als das Überqueren einer höherrangigen Straße.^{169 170}

¹⁶⁷ Vgl. Verbraucherfürs Klima, 25.06.2012

¹⁶⁸ Vgl. HERRMANN, 2000, S. 34-36

¹⁶⁹ Vgl. Ebenda, S. 37

¹⁷⁰ Vgl. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), 2006, S.3

6.1.3. Flächeninanspruchnahme

Wie schon zuvor in Unterkapitel 6.1.2. kurz angedeutet, führt der Bau von Verkehrswegen zu einer **Flächeninanspruchnahme in Form von Natur- und Landschaftsverbrauch**. Abhängig von der Art des Verkehrsweges (z.B. 4-spurige-Autobahn oder einfaches Anschlussgleis) fällt **der Eingriff in Natur und Landschaft unterschiedlich stark** aus. Anzumerken ist, dass neben der eigentlichen Fläche des Verkehrsweges auch die unmittelbaren, parallel dazu liegenden Grünflächen Nutzungen, z.B. für Wohnbebauungen, kaum zulassen, da die Emissionsbelastung in diesen Bereichen besonders hoch ausfällt (Lärm, Schadstoffe, Beleuchtung...). Somit fällt der eigentliche Ressourcenverbrauch in Form von Flächeninanspruchnahme eines Verkehrsweges weit höher aus, als man von vornherein annehmen würde. In der Regel gilt, dass hier **der Verkehrsträger Schiene im ökologischen Sinn unproblematischer ist als die Straße**, da z.B. eine zweigleisige Neubaustrecke für Güterzüge nur 13,7m Spurbreite benötigt. Um die gleiche Kapazität zu befördern, müsste man eine 4-spurige Autobahn mit einer Fahrbahnweite von 29m bauen. Allerdings muss hier festgestellt werden, dass der Flächenbedarf für Stellwerke, Güterbahnhöfe und sonstige Bahnanlagen bei dieser Angabe noch nicht berücksichtigt wurde. Bei Straßen kommen Flächen für Auffahrten, Abfahrten, Kreisverkehre, Raststationen, etc. hinzu. **Zahlen für den Flächenbedarf von Neubauten beider Verkehrsträger sind nur sehr schwer zu ermitteln bzw. aufzufinden.**^{171 172}

6.1.4. Schadstoffemissionen

Der Transport von Gütern hat, wie schon mehrfach erwähnt, erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt. Vor allem die **gasförmigen Schadstoffemissionen**, die tagtäglich global von verschiedenen Transportmitteln ausgestoßen werden, stellen zunehmend ein großes Problem dar. Die Globalisierung des Welthandels bewirkte eine **Zunahme des Transportaufkommens, Güter werden oft aus Kostengründen über weite Distanzen transportiert**, was sich insgesamt in einer hohen Ökobilanz hinsichtlich des Schadstoffausstoßes niederschlägt. Die Schädigung der Ozonschicht, der Sommersmog und die Öko- und Humantoxizität (toxische Effekte auf ein Ökosystem und auf den Menschen) lassen sich u.a. auf den Verkehrssektor zurückführen. Im Straßenverkehr stellt auch die **Feinstaubbelastung ein zunehmend großes Problem** dar. Die Dieselmotoren der LKW sind Ursache für die gesundheitsschädlichen, nicht mit freiem Auge erkennbaren, kleinen Feinstaubpartikel. Hier hat **die Bahn gegenüber dem LKW einen klaren Vorteil**, da die Traktion einer Lok in der Regel elektrisch und daher besonders umweltfreundlich erfolgt. Viele Bahnstrecken sind allerdings nicht elektrifiziert, hier kommen Diesellokomotiven zum Einsatz. Zu beachten ist, dass bei der Stromerzeugung für die Bahn ebenfalls, abhängig vom Strommix, Emissionen (z.B. bei einem Kohlekraftwerk) ausgestoßen werden. Die **Verkehrspolitik hat sich dieser Problematik angenommen** und versucht mittels Einbauzwang von Rußpartikelfiltern, Festlegungen von Abgasnormen, Förderungen im KV, durch Forschung und Entwicklung, durch Pilotversuche mit alternativen Energieträgern und

¹⁷¹ Vgl. HERRMANN, 2000, S. 37

¹⁷² Vgl. KÜPER, 1997, S.120-121

weiteren Maßnahmen den Schadstoffausstoß, von vor allem Straßenfahrzeugen, stark zu reduzieren.^{173 174}

Die wichtigsten Schadstoffe im Transportsektor sind:

- **Stickoxidemissionen (NO_x)**
- **Schwefeldioxidemissionen (SO₂)**
- **Nichtmethankohlenwasserstoffe (NMHC)**
- **Staubemissionen (PM₁₀)**¹⁷⁵

Weitere Informationen zu diesen gasförmigen Emissionen, sowie deren ökologischen Auswirkungen auf den Menschen findet man unter folgendem Downloadlink:

<http://www.ecotransit.org/environmental.de.html>, 25.06.2012

6.1.5. Lärmemissionen

Der **Verkehrslärm hat negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit**, die Tierwelt bzw. auf die gesamte betroffene Umwelt. Die Beeinträchtigungen reichen vom Unbehagen bis hin zu ernsthaften psychischen Schäden. Die **Lärmbelastung** lässt sich aber aufgrund der individuellen Empfindung eines jeden Lebewesens **nur sehr schwer quantifizieren**. Viele Gegenmaßnahmen im Straßenverkehr wurden bereits umgesetzt wie Nachtfahrverbote, Fahrverbote für ausgewählte Strecken und Tempolimits. Diese Maßnahmen sind aber oft nur mäßig erfolgreich und bewirken z.B. eine Verlagerung des Verkehrsflusses auf bisher weniger befahrenen Straßen. **Auch die Güterbahn verursacht Geräusche und Lärm** und findet dbzgl. nur wenig Akzeptanz seitens der Anrainer von Bahnstrecken. Die Politik versucht mit mehr oder weniger erfolgreichen Lärmschutzmaßnahmen Abhilfe zu schaffen, so werden z.B. oft kilometerlange teure und optisch wenig attraktive Lärmschutzwände errichtet, die ihrerseits aufgrund dessen auf Widerstand stoßen. Ebenso erfolgt mit diesen Lärmschutzmaßnahmen ein massiver Eingriff ins Stadt- oder Landschaftsbild, was wiederum negative Auswirkungen für Anrainer, aber auch für die Tierwelt hat. Oft kommt es aber zu keinen nennenswerten Verbesserungen. Interessanterweise muss festgestellt werden, dass **Motoren-, Roll- und Bremsgeräusche von LKW** im Vergleich mit den Lärmemissionen im Schienenverkehr (Rad-Schiene-Kontakt, Rattern während der Fahrt, Bremsgeräusche, Signal von Lokomotiven) **als weniger störend empfunden** werden, da man fast tagtäglich mit LKW im normalen Straßenverkehr konfrontiert wird.¹⁷⁶

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass es Grenzwerte für Verkehrslärm gibt. Beispielsweise liegen diese bei Bundesstraßen bei: 60 dB für den Tag-Abend-Nacht-Zeitraum und 50 dB für den Nacht-Zeitraum (22:00 bis 6:00 Uhr).¹⁷⁷

¹⁷³ Vgl. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), 2006, S.3

¹⁷⁴ Vgl. HERRMANN, 2000, S. 37

¹⁷⁵ Vgl. EcoTransIT (2), 25.06.2012

¹⁷⁶ Vgl. KÜPER, 1997, S.121-124

¹⁷⁷ Vgl. Umweltbundesamt, 28.11.2012

6.1.6. Energieverbrauch

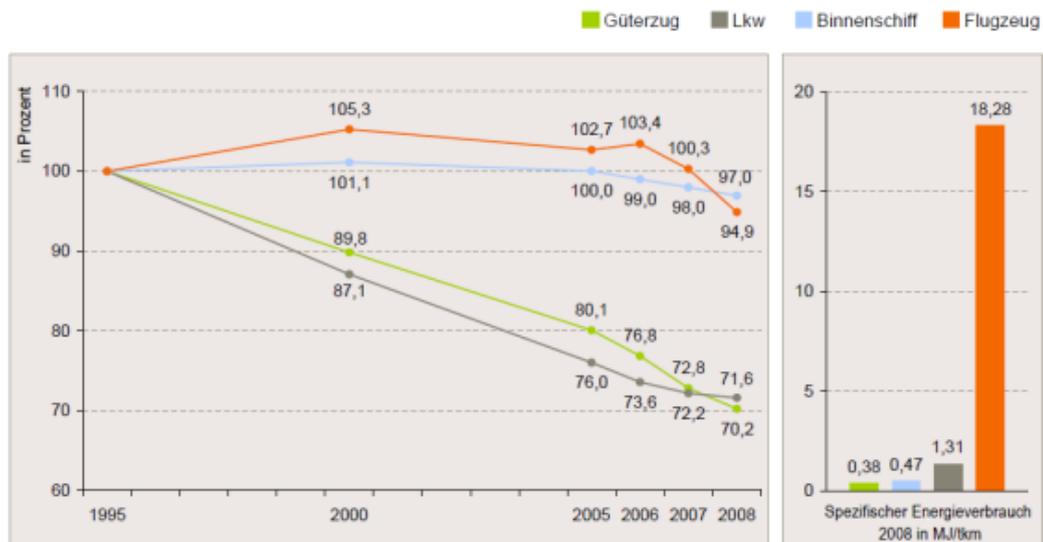


Abbildung 43: Energieverbrauch verschiedener Transportmittel (D) pro tkm
(VDB - Verband der Bahnindustrie e.V., 25.06.2012, S.5)

Abbildung 43 zeigt die Entwicklung des **durchschnittlichen Energieverbrauchs verschiedener Transportmittel pro tkm von 1995 bis 2008 in Deutschland auf**. Das Jahr 1995 stellt dabei das Ausgangsjahr mit dem Index 100% dar. Für diese Arbeit interessant und mit dem Hintergrund des bimodalen kombinierten Verkehrs, ist der **Vergleich zwischen dem Güterzug und dem LKW**. Zusätzlich findet man in einem weiteren Diagramm den spezifischen Energieverbrauch in MJ/tkm. Dieser gilt als wichtigster Indikator für den mit dem Energieverbrauch unmittelbar gekoppelten Schadstoffausstoß eines Transportmittels. Aus der Abbildung ersichtlich ist, dass im Durchschnitt **im Vergleich mit den anderen Transportmitteln der Güterzug als umweltfreundlichstes Transportmittel mit dem geringsten Energieverbrauch gilt** (grün dargestellt). In den letzten Jahren konnte der Rückgang des Energieverbrauches sowohl bei Schienen-, als auch bei Straßenfahrzeugen hauptsächlich aufgrund technischer Verbesserungen erreicht werden, z.B. Bremsenergieerückgewinnung, serienmäßige spritsparende Automatikgetriebe bei LKW, effizientere Motoren trotz Leistungssteigerung, leichtere Fahrzeuge, aerodynamische Maßnahmen, etc.

Um Transportmittel allerdings noch besser miteinander vergleichbar zu machen, berechnet man den **primären Energieverbrauch**, welcher sich aus dem **direkten Energieverbrauch** der Fahrzeuge und aus verschiedenen Prozessen für die Erzeugung und Verteilung der letztendlich verbrauchten Energie (**indirekter Energieverbrauch**, z.B. Dieselherstellung, Stromerzeugung, etc.) zusammensetzt. In diesem Primärenergieverbrauch werden Faktoren wie der Fahrzeugtyp, der Leerfahrtenanteil, die Transportentfernung, das Gewicht des Fahrzeugs und der Ladung, das Transportvolumen des Fahrzeuges, sowie die benötigte Energie für Umschlagsprozesse mitberücksichtigt. Ausgeklügelte komplexe Rechenmodelle wie z.B. das *EcoTransIT*-Modell berücksichtigen all diese Faktoren bei der Bilanzierung von Transportketten und lassen somit aussagekräftige Vergleiche zu.^{178 179 180}

¹⁷⁸ Vgl. EcoTransIT (2), 25.06.2012

¹⁷⁹ Vgl. HERRMANN, 2000, S. 38-39

¹⁸⁰ Vgl. KÜPER, 1997, S.124-126

6.2. Ökobilanzierung am Beispiel von fiktiven Transportketten

Damit die Bilanzierung der Umweltwirkungen von fiktiven (erfundenen) Transportketten im reinen Straßenverkehr und im unbegleiteten KV (siehe 6.3.) mit dem *EcoTransIT*-Modell erfolgen kann, werden zunächst die Modell-Inputfaktoren für die Ermittlung der LKW-Emissionen und im Anschluss jene für die Ermittlung der Güterzugemissionen ausführlich beschrieben. Diese Inputfaktoren sind zunächst zu berechnen und explizit in der Modellmaske einzugeben. Weiters wird auf weitere Faktoren, welche vom Modell automatisch mitberücksichtigt werden, eingegangen und im weiteren Verlauf wird der Modelloutput erläutert. Ebenso werden die für die Bilanzierung mit *EcoTransIT* ausgewählten Transportstrecken, Fahrzeuge, Transportbehältnisse und Transportgüter genau beschrieben.

6.2.1. *EcoTransIT*-Rechenmodell

Um den **Energieverbrauch und die Schadstoffemissionen eines Gütertransportes besser quantifizieren** zu können, haben das Institut für Energie- und Umweltforschung in Heidelberg, das Öko-Institut in Berlin und die *Rail Management Consultants GmbH* in Hannover ein dementsprechendes **Rechenmodell entwickelt**, welches im Internet gratis unter <http://www.ecotransit.org/> abrufbar ist und von jedermann für seine individuellen Bedürfnisse in Bezug auf Transportstrecke, Umschläge, Transportmittel, etc. angepasst werden kann – **das *EcoTransIT*-Modell**. Im Laufe der Zeit haben sich sehr viele Partner und Eisenbahngesellschaften dem Projekt angeschlossen und diese entwickeln das Rechenmodell, in Anbetracht der verschiedenen nationalen Richtlinien und unter dem neuesten Stand der Technik, gemeinsam permanent weiter.

Immer mehr Logistikunternehmen interessieren sich neben den für sie wichtigsten Faktoren wie Schnelligkeit, Sicherheit, Transportkosten, etc., auch für den **ökologischen Aspekt** ihrer Transporte. Das Besondere an dem ***EcoTransIT*-Modell ist**, dass neben den Auswirkungen des Güterverkehrs in Bezug auf den direkten Energieverbrauch und den Schadstoffausstoß der Fahrzeuge während des Transportes, auch der indirekte Energieverbrauch und die damit verbundenen indirekten Schadstoffemissionen (welche bei der Erzeugung, des Transports und der Verteilung der Energie anfallen) mitberücksichtigt werden. Dieses Modell erlaubt es auch, verschiedene Transportketten individuell zu erstellen und miteinander zu vergleichen. Unterschiedliche Faktoren wie das Gewicht der Fahrzeuge, die Art und das Gewicht der Ladung, die Transportdistanz, die Topographie, die Topologie, Umschläge, der Beladungsgrad, etc., fließen in die Ökobilanzierungen des Modells ein. So sieht man, welche Transportkette möglichst wenig Energie verbraucht und welche hingegen besonders schädlich für die Umwelt ist. **Aufgrund all dieser Aspekte und der Vielseitigkeit gilt das *EcoTransIT*-Modell als besonders realitätsnah** und es wird von namhaften kleinen und großen Firmen und Unternehmen für die Ökobilanzierungen ihrer Transporte verwendet.

Die **Rechenergebnisse werden in Form von Diagrammen** präsentiert, anhand dieser werden Energieverbräuche und Emissionen der verschiedenen Transportmittel miteinander verglichen und gegenübergestellt. Somit kann der Benutzer des *EcoTransIT*-Modells **auf einfachste Weise die Transportrouten und auch das Transportmittel mit den geringsten ökologischen Auswirkungen für seine Bedürfnisse auswählen**.¹⁸¹

¹⁸¹ Vgl. *EcoTransIT* (3), 26.06.2012

6.2.2. Transportketten im *EcoTransIT*-Modell

Wie bereits erwähnt wurde, lassen sich im ***EcoTransIT*-Modell unterschiedliche Transportketten** erstellen. Da sich das Modell auf GIS-basierte Daten stützt, kann man sowohl monomodale als auch multimodale Transportketten von jedem beliebigen Ort zu jedem beliebigen Ziel zusammenstellen und explizit angeben, in welchen Terminals oder Knotenpunkten der Umschlag der Güter erfolgen soll. **Im Falle des kombinierten Verkehrs (Schiene/Straße) werden automatisch die Vor-, Haupt-, und Nachlaufdistanzen berechnet und dementsprechend bilanziert.**

Da der ökologische Aspekt des unbegleiteten KV im Fokus dieser wissenschaftlichen Arbeit steht, werden im Anschluss daran für drei unterschiedliche Transportrouten je zwei Transportketten miteinander verglichen. **Transportkette 1** wird ausschließlich mit dem LKW durchgeführt, bei **Transportkette 2** erfolgt der, im Sinne des kombinierten Verkehrs kurze, Vor- und der Nachlauf mit dem LKW, während der Hauptlauf (durch Umschlag der Transporteinheiten in den Terminals) mit dem Güterzug durchgeführt wird. Somit lassen sich **für unterschiedlich schwere Güter und für unterschiedliche lange Transportstrecken wissenschaftliche Aussagen** treffen, bei welchen Gütern bzw. Transportdistanzen sich der als umweltfreundlich geltende kombinierte Verkehr gegenüber dem reinen Straßenverkehr in Form einer niedrigen ökologischen Bilanz behaupten kann. Bzw. bei welchen Gütern und Transportdistanzen der reine Straßenverkehr dem KV, bezogen auf die ökologische Verträglichkeit, der Vorzug zu geben ist.¹⁸²

6.2.3. Modell-Inputfaktoren für die Ermittlung der LKW-Emissionen

In den nächsten Unterkapiteln werden die verschiedenen **Inputfaktoren** des *EcoTransIT*-Modells kurz erläutert, welche ausschlaggebend **für den direkten Energieverbrauch** und die damit verbundenen Schadstoffemissionen eines LKW sind. Es wird jeweils angegeben, welche Parameter für die späteren Berechnungen in 6.3.1. und 6.3.2 gewählt werden.

6.2.3.1. Fahrzeugklasse

Die **Bauart, das Gewicht, die Länge und die Höhe der LKW im kombinierten Verkehr sind ganz entscheidend für die Schadstoffemissionen**, welche im Vor- und im Nachlauf ausgestoßen werden. Für den Containertransport werden hierfür gerne **Sattelzugmaschinen mit aufgekoppelten Sattelaufliegern** (mit Containerchassis) verwendet. Auch die Ausführung als Motorwagen mit Anhänger ist möglich, allerdings lassen sich hier längenbedingt keine Großcontainer wie z.B. ein 40-Fuß-Container, verladen. Diese Kombination wird vor allem für den Transport von Wechsellaufbauten verwendet. Es gibt eine Vielzahl an unterschiedlichen LKW-Herstellern, die je nach Kundenbedürfnissen ein entsprechendes Fahrzeug für den Einsatz im KV konfigurieren können. Weiters gibt es auch eine Reihe an unterschiedlichen Sattelaufliegern, die aufgrund ihrer Teleskopierbarkeit, z.B. je nach Größe der Transportbehälter, in der Länge problemlos angepasst werden können.

¹⁸² Vgl. *EcoTransIT* (3), 26.06.2012

In der Eingabemaske des *EcoTransIT*-Modells kann für den Straßengüterverkehr nur der LKW an sich als Transportmittel ausgewählt werden, für das Leergewicht des LKW und die maximale Zuladung werden je nach Fahrzeugklasse fixe Durchschnittswerte angenommen. Man kann im Modell zwischen fünf Fahrzeugklassen wählen, wobei **für die späteren Berechnungen die Fahrzeugklasse „24-40t“** gewählt wurde.¹⁸³

6.2.3.2. Schadstoffklasse

Das Europäische Parlament legt u.a. **Grenzwerte für den Schadstoffausstoß von Straßenfahrzeugen** fest. Diese Euro-Abgasnormen dienen dazu, Fahrzeuge nach ihrer ökologischen Verträglichkeit zu klassifizieren. Nebenbei dienen diese Klassen auch für die Berechnung der Kfz-Steuern und es werden oft Umweltzonen festgelegt, in denen z.B. nur LKW ab einer Euro 4-Abgasnorm fahren dürfen. Diese **Grenzwerte sind von den Fahrzeugherstellern strikt einzuhalten**. Momentan gibt es sechs verschiedene Klassen (Euro 1 bis Euro 6), wobei Euro 6 für alle neu zugelassenen LKW europaweit erst ab dem 1. Jänner 2014 bindend ist.¹⁸⁴ **Grundsätzlich gilt: je höher die Zahl der Euro-Abgasnorm, desto geringer sind die Emissionen des LKW während seines Betriebes.**^{185 186} **Für die Berechnungen** im *EcoTransIT*-Modell wurde ein moderner LKW mit **einer Euro 5-Abgasnorm** gewählt (siehe auch 6.2.8.).

6.2.3.3. Beladungsgrad

Unter dem **Beladungsgrad eines Fahrzeuges** versteht man **die durchschnittliche Fahrzeugbeladung eines Fahrzeuges**. Liegt der Beladungsgrad bei 100%, dann wird die maximal mögliche Zuladung eines Fahrzeuges erschöpft, d.h. das höchstzulässige Gesamtgewicht wird erreicht. Geringe Beladungsgrade ergeben sich bei z.B. Volumengütern, welche viel Platz in einem Container einnehmen, aber dafür besonders leicht sind. Für die **Berechnungen im EcoTransIT-Modell** werden **drei unterschiedlich schwere Güter** mit verschiedenen spezifischen Eigenschaften ausgewählt, dementsprechend ergeben sich auch **unterschiedliche spezifische Beladungsgrade der LKW** (siehe 6.2.10).¹⁸⁷

Anm.: in der Bilanzierung ist der Beladungsgrad der LKW im Vor- und Nachlauf des KV identisch mit jenem im reinen Straßentransport.

6.2.3.4. Leerfahrtenanteil

Unter dem **Leerfahrtenanteil (LFA) eines Transportmittels** versteht man das Verhältnis „km leer/km beladen“. Neben dem eigentlichen Transport von Gütern von einer Quelle zu einem Ziel **fallen zusätzliche Kilometer an**, die das Transportmittel in der Regel leer zu seiner Quelle wieder zurücklegen muss. Nimmt ein LKW beim Empfangsort allerdings nach

¹⁸³ Vgl. *EcoTransIT* (1), 2011, S.14, 17

¹⁸⁴ Vgl. Europäisches Parlament, 27.06.2012

¹⁸⁵ Vgl. BRÖER et al., 2011, S.27

¹⁸⁶ Vgl. *EcoTransIT* (1), 2011, S.36

¹⁸⁷ Vgl. Ebenda, S.18

dem Entladevorgang wieder Güter oder Transportbehältnisse auf, die für den Rücktransport zu seinem Ausgangspunkt bestimmt sind, ergeben sich je nachdem andere prozentuelle Leerfahrtenanteile. Ein Leerfahrtenanteil von z.B. 15 % bedeutet, dass von 100 gefahrenen Kilometern 85 beladen und 15 leer zurückgelegt werden.¹⁸⁸ Beim *EcoTransIT*-Modell kann der Leerfahrtenanteil selbst in der Maske eingegeben werden. In Unterkapitel 6.3.1. erfolgt die Bilanzierung mit einem LFA von 0%, das bedeutet es gibt keine Leerfahrten seitens der LKW. In Unterkapitel 6.3.2. erfolgt die Bilanzierung von einer Transportstrecke mit den von *EcoTransIT vorgeschlagenen Erfahrungswerten für LKW-Transporte*.¹⁸⁹

Massengüter 60% | Durchschnittsgüter 20% | Volumengüter 10%¹⁹⁰

6.2.4. Modell-Inputfaktoren für die Ermittlung der Güterzug-Emissionen

Analog zu den beschriebenen Inputfaktoren für die LKW-Transporte in Unterkapitel 6.2.3., welche ausschlaggebend für die direkten LKW-Emissionen sind, werden in den Unterkapiteln von 6.2.4. jene **Inputfaktoren** kurz erläutert, welche sich direkt auf die **Güterzug-Emissionen** auswirken. Auch hier wird jeweils angegeben, welche Werte und Parameter für die späteren Berechnungen mit dem *EcoTransIT*-Modell ausgewählt wurden.

6.2.4.1. Zuggewicht

Das gesamte **tatsächliche Zuggewicht** (Lok, Lokführer, aufgetankte Dieselmenge bei Diesellokomotiven und mit Gütern beladenen Waggons) hat **massiven Einfluss auf den Energieverbrauch bzw. auf die Emissionen eines Zuges**. Da sich diese Arbeit mit dem **unbegleiteten KV** beschäftigt, wird für die folgenden Berechnungen in 6.3.1. und 6.3.2. mit dem *EcoTransIT*-Modell das Gesamtgewicht einer modernen E-Lok und das Leergewicht eines flachen Tragwaggons für Container mit der Anzahl der Waggons multipliziert und danach mit den Gewichten der darauf transportieren Menge an Transporteinheiten (Container inkl. damit beladener Güter) aufsummiert. Es wurde vom Autor zwecks besserer Vergleichbarkeit der Ökobilanzen angenommen, dass jeweils 42 20-Fuß-Binnencontainer pro Transportgut und Menge benötigt werden; je nach Gütereigenschaft (Gewicht, Größe,...) ergeben sich unterschiedliche Gesamtgewichte der fahrbereiten Züge (siehe auch 6.2.10).

6.2.4.2. Schadstoffklasse

EcoTransIT versteht beim **Güterzug unter dem Begriff der Schadstoffklasse die Antriebsart** des Zuges. Bei einem elektrisch angetriebenen Güterzug fallen zwar während der Fahrt so gut wie keine Schadstoffemissionen an, jedoch muss berücksichtigt werden, dass bei der Stromerzeugung (d.h. hauptsächlich in einem Kraftwerk) Emissionen entstehen. Bei einem Dieselantrieb fallen (so wie bei einem LKW) die meisten Schadstoffe während des Gütertransportes aufgrund der Verbrennung fossiler Energieträger an. Das

¹⁸⁸ Vgl. BGL, 28.06.2012, S.1

¹⁸⁹ Vgl. *EcoTransIT* (1), 2011, S.18

¹⁹⁰ *EcoTransIT* (4), 28.06.2012

EcoTransIT-Modell **berücksichtigt bei den Berechnungen automatisch diesen Aspekt.** In der Eingabemaske kann man nur zwischen Elektroantrieb oder Dieselantrieb wählen. Für die folgenden Bilanzierungen wurde ein **Elektroantrieb der KV-Züge angenommen**.¹⁹¹

6.2.4.3. Beladungsgrad

Analog zum LKW (siehe 6.2.3.3.) ergeben sich aufgrund der Beschaffenheit der für die Berechnung ausgewählten drei unterschiedlichen Transportgüter ebenso drei unterschiedliche Beladungsgrade der Züge (siehe 6.2.10).

6.2.4.4. Leerfahrtenanteil

Der gleiche beschriebene Sachverhalt für LKW (siehe 6.2.3.4) gilt auch für den Transport mit dem Güterzug im Hauptlauf des KV. Für die Berechnungen in 6.3.2. werden folgende von *EcoTransIT* vorgeschlagenen Erfahrungswerte für Güterzüge verwendet:

Massengüter 80% | Durchschnittsgüter 50% | Volumengüter 20%¹⁹²

6.2.5. Weitere Faktoren für Gesamtemissionen des Transportes

Es werden nun der Vollständigkeit halber noch **jene weiteren Faktoren für das *EcoTransit-Modell*** kurz erwähnt, die in der **Gesamtbilanzierung der Transportvorgänge automatisch im Modell mitberücksichtigt** werden.

6.2.5.1. Transportdistanzen u. -geschwindigkeiten

Der **Energieverbrauch und die Emissionen** eines Transportmittels **hängen u.a. stark von der Länge der Transportstrecke und von der Transportgeschwindigkeit ab.** Im Falle des kombinierten Verkehrs ergeben sich unterschiedliche Distanzen im Vor-, Haupt-, und Nachlauf. Im *EcoTransit-Modell* kann der Anwender selbst komplexe multimodale Transportketten erstellen und unterschiedliche Parameter zum Versandort, Umschlagort und Empfangsort angeben, z.B. Stadtgebiet, Güterbahnhof, Hafen, PLZ, etc. Bei den Transportgeschwindigkeiten können allerdings keine Angaben gemacht werden, *EcoTransit* verwendet bei der Bilanzierung jene Geschwindigkeiten, die für die ausgewählten Transportmittel auf den jeweiligen Routen höchstens zulässig sind.¹⁹³

¹⁹¹ Vgl. *EcoTransIT* (5), 29.06.2012

¹⁹² *EcoTransIT* (4), 28.06.2012

¹⁹³ Vgl. *EcoTransIT* (5), 29.06.2012

6.2.5.2. Topographische Gegebenheiten

Weiters werden **die länderspezifischen topographischen Gegebenheiten** mitberücksichtigt. Je steiler der Anstieg einer Straße ist, desto höher ist der Kraftstoffverbrauch eines LKW. Auch beim Transport auf der Schiene ist das Gelände eine **wesentliche Einflussgröße für den Energieverbrauch**. *EcoTransIT* berücksichtigt bei den Bilanzierungen der Transportketten je nach angegebener Transportstrecke automatisch die geländespezifischen Gegebenheiten im Verkehrsnetz.¹⁹⁴

6.2.5.3. Umschlagvorgänge

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der in der Berechnung miteinfließt, sind die **Umschlagvorgänge**. Die Energie, die für die Umschläge (z.B. Wechsel eines Containers von einem LKW auf einen Waggon mittels Portalkran) benötigt wird, wird abgeschätzt und **fließt in die Gesamtbilanz automatisch mit ein**. Ebenso werden die ausgestoßenen Emissionen dabei ermittelt und den Emissionen des eigentlichen Gütertransportes dazugerechnet.¹⁹⁵

6.2.5.4. Energiebereitstellung

Die **Art der Stromerzeugung** hat einen wesentlichen **Einfluss auf die Gesamtemissionen eines Transportes**. Der Energieverbrauch fällt nicht nur beim tatsächlichen Transport an, sondern beginnt schon bei der **Bereitstellung der Antriebsenergie**. Die wichtigsten Energieträger im Transportsektor sind dabei Diesel und Elektrizität. Emissionen entstehen bereits bei der Förderung des Energieträgers, dann beim Transport zum Kraftwerk, bei der Umwandlung in elektrische Energie und anschließend bei der Energieverteilung über Leitungen. Bei Diesel entstehen Emissionen bei der Förderung von Rohöl, beim Transport zur Raffinerie, bei der Umwandlung zu Dieseltreibstoff und beim Transport zu Tankstellen. ***EcoTransIT* berücksichtigt diese Aspekte in allen Berechnungen** in Form von Energie- und Emissionszuschlägen, weiters werden die Anteile der Stromerzeugungsmethoden im jeweiligen Land ständig am neuesten Stand gehalten, um so möglichst realitätsnahe Ergebnisse gewährleisten zu können.¹⁹⁶

6.2.6. Modelloutput

Die **Ergebnisse der Berechnungen mit dem *EcoTransIT*-Modell** werden in Form von **Balkendiagrammen und Tabellen** dargestellt, um einen bestmöglichen Vergleich zwischen den einzelnen Transportketten herstellen und somit Aussagen treffen zu können. Zusätzlich zu den **Energie- und Emissionsanalysen** werden auch noch die einzelnen

¹⁹⁴ Vgl. *EcoTransIT* (5), 29.06.2012

¹⁹⁵ Vgl. *EcoTransIT* (4), 28.06.2012

¹⁹⁶ Vgl. *EcoTransIT* (5), 29.06.2012

Streckenabschnitte aus den Transportketten in km angegeben, die von den verschiedenen Transportmitteln auf den gewählten fiktiven Transportstrecken zurückgelegt werden. Die Verläufe der Transportstrecken werden in *Google-Maps* dargestellt. Die Rechenergebnisse können als *PDF*-Dokument und als *Excel*-Datei von der *EcoTransIT*-Homepage kostenfrei abgespeichert werden. In den nun folgenden Unterkapiteln werden die wichtigsten Modelloutput-Ergebnisse kurz erläutert, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit anhand konkreter Beispiele mit *EcoTransIT* berechnet wurden.

6.2.6.1. Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf gilt als Hauptindikator für den Ressourcenverbrauch. Bei der Bilanzierung wird dabei nicht nur der direkte Energieverbrauch eines Transportmittels ermittelt, sondern auch der indirekte. Das bedeutet, es fließen auch jene Prozesse und Vorgänge in die Berechnung mit ein, die für die Erzeugung und Verteilung der letztendlich verbrauchten Energie notwendig waren. Somit wurde die Basis für ein möglichst realitätsnahes Rechenmodell geschaffen. **Alle Parameter, die in 6.2.3., 6.2.4. und 6.2.5. ausführlich behandelt wurden, fließen in den zentralen Umweltparameter Primärenergiebedarf mit ein.** Als Energieeinheit können im Modell Megajoule, Kilowattstunden oder Liter Dieseläquivalent ausgewählt werden.¹⁹⁷

6.2.6.2. Dieseläquivalent

Wie zuvor in 6.2.6.1. erwähnt wurde, kann der **Primärenergiebedarf auch in Liter Dieseläquivalent** angegeben werden. Diese spezielle Einheit lässt sich vor allem von Laien ohne spezifischem Fachwissen sehr gut nachvollziehen und gibt jene theoretische **Menge in Liter Diesel** an, die für den gesamten Transportvorgang (inkl. direktem und indirektem Energiebedarf) verbraucht wurde. Bei einer E-Lok wird der Energiebedarf während der Fahrt in Liter Dieseläquivalent umgerechnet, ebenso werden die Stromerzeugung, Dieselherstellung und der Energiebedarf bei den Umschlagvorgängen in diese Größe umgerechnet.

6.2.6.3. Ökologische Auswirkungen – Schadstoffe

Ein **besonders wichtiger Modelloutput** von *EcoTransIT* sind die **Schadstoffe bzw. Emissionen**, die während der gesamten Transportkette ausgestoßen werden. Ebenso fließen - analog zum Primärenergiebedarf (siehe 6.2.6.1.) - auch jene Emissionen in die Gesamtbilanzierung mit ein, die z.B. bei der Dieselherstellung oder bei der Strombereitstellung anfallen. *EcoTransIT* gibt eine Vielzahl von Schadstoffemissionen an, für diese Arbeit wurden vom Autor allerdings nur die **Kohlendioxid (CO₂)- und die PM₁₀ (Staub)-Emissionen** berücksichtigt, welche beide in Tonnen angegeben werden. Das **CO₂-Gas** gilt als Hauptindikator für den **Treibhauseffekt und** ist somit Hauptverursacher des globalen Klimawandels. Im eigentlichen Sinne ist CO₂ kein Schadstoff (siehe 6.1.1.).

¹⁹⁷ Vgl. *EcoTransIT* (2), 25.06.2012

Feinstaubpartikel (PM₁₀), die bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen (allen voran Diesel) entstehen, werden heutzutage als **Krebsrisiko für Menschen** angesehen.¹⁹⁸

Weitere Informationen zu den beiden genannten Umweltparametern und deren Auswirkungen auf die Umwelt, sowie zu den anderen Emissionen, die in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden, findet man unter folgendem Link:

<http://www.ecotransit.org/environmental.de.html>, 23.07.2012

6.2.7. Ausgewählte Transportstrecken

Im Folgenden werden nun jene **drei Strecken** gezeigt, die im weiteren Verlauf der Arbeit für die **Bilanzierung der Transportketten** mittels *EcoTransIT* herangezogen wurden. Dabei wurde als **Endpunkt jeder Transportkette ein fiktives Großunternehmen im Industrieviertel der niederösterreichischen Gemeinde Gumpoldskirchen** (PLZ: 2352) ausgewählt. Als Startpunkte der Transportketten fungieren ebenfalls fiktive Unternehmen in verschiedenen Gemeinden. Um in weiterer Folge Aussagen über den Vergleich von Ökobilanzen zwischen dem unbegleiteten bimodalen kombinierten Verkehr (Straße und Schiene) und dem reinen Straßenverkehr treffen zu können, wurden fiktive Transporte über **eine grenzüberschreitende Fernstrecke** (Strecke A: ca. 1.000km), **eine nationale Strecke in Österreich** (Strecke B: ca. 500km) und **eine nationale Kurzstrecke in Österreich** (Strecke C: ca. 200km) mit *EcoTransIT* untersucht.

6.2.7.1. Strecke A: Hamburg – Gumpoldskirchen



Die in **Abbildung 44** gezeigte Strecke zeigt den **Straßenverlauf von Hamburg (D) nach Gumpoldskirchen**. Beginnend im Hafen von Hamburg führt die Strecke in die Tschechische Republik und dann nach Österreich bis zum Empfänger der Waren nach Gumpoldskirchen. Streckendistanz laut *Google Maps*: ca. 993km

Abbildung 44: Strecke A: Hamburg - Gumpoldskirchen
(*Google Maps*; eigene Darstellung)

¹⁹⁸ Vgl. *EcoTransIT* (2), 25.06.2012

6.2.7.2. Strecke B: Imst – Gumpoldskirchen



Abbildung 45 zeigt den **Straßenverlauf von Imst in Tirol nach Gumpoldskirchen**. Die Strecke verläuft größtenteils durch Österreich, lediglich ein kleiner Streckenabschnitt verläuft durch Deutschland. Streckendistanz laut *Google Maps*: 534km

Abbildung 45: Strecke B: Imst - Gumpoldskirchen
(*Google Maps*; eigene Darstellung)

6.2.7.3. Strecke C: Voitsberg – Gumpoldskirchen

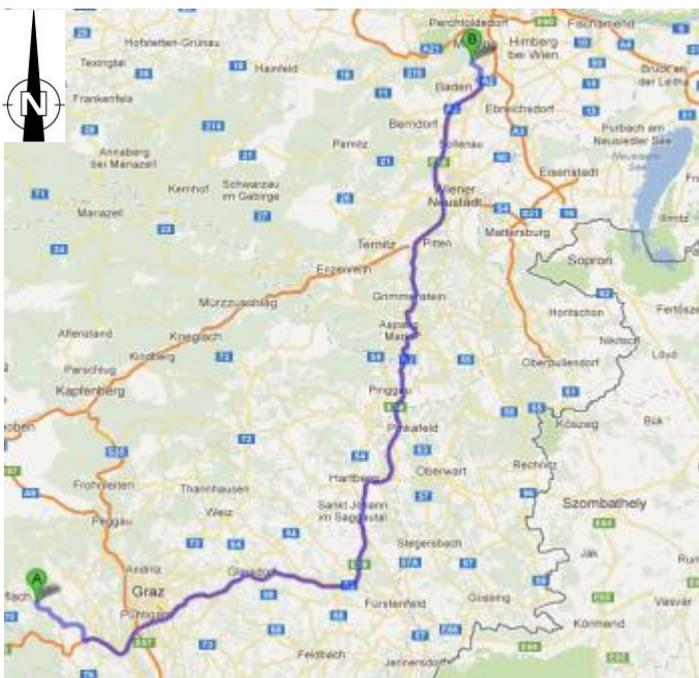


Abbildung 46 zeigt den **Straßenverlauf** von der dritten und letzten Transportroute, welche mit dem *EcoTransIT*-Modell bilanziert wird. **Ausgehend von der Gemeinde Voitsberg** in der Steiermark verläuft die Strecke C ausschließlich auf österreichischem Boden und **endet im niederösterreichischen Gumpoldskirchen**. Streckendistanz laut *Google Maps*: 203km

Abbildung 46: Strecke C: Voitsberg - Gumpoldskirchen
(*Google Maps*; eigene Darstellung)

6.2.8. Ausgewähltes Fahrzeugmaterial

Das folgende Unterkapitel gibt Überblick über das, für die Berechnung im *EcoTransIT* herangezogene, Fahrzeugmaterial. Da in weiterer Folge **ausschließlich der Container als Transportbehältnis** für die Berechnungen verwendet wird, werden auch dementsprechend passende moderne Fahrzeuge für den Einsatz im unbegleiteten KV bzw. für den reinen Straßenverkehr verwendet. Dadurch gewinnen die Ökobilanzierungen an Realitätsnähe.

Für den **reinen Straßentransport, bzw. für den Vor- und Nachlauf** in den Transportketten des KV, kommt eine **IVECO Stralis AS-L 440 S42/45 T/P** Sattelzugmaschine mit Active Space Fernverkehrskabine zum Einsatz. Diese Zugmaschine weist einen EURO5-Motor mit 440 PS auf. Das fahrbereite Leergewicht inkl. Fahrer und gefülltem 400 Liter Tank plus 80 Liter Adblu beläuft sich auf 7.353kg.¹⁹⁹

Das dazu passende **Containerchassis in Form eines Sattelauflegers** wurde von der Firma **KRONE** ausgewählt. Es handelt sich dabei um ein neues Modell der Reihe BOX LINER des Typs SDC 27 eLTU6. Das Chassis lässt sich flexibel in der Länge einstellen und kann u.a. zwei 20-Fuß-Containerboxen transportieren. Das Chassis hat ein Eigengewicht von 5,9 Tonnen, das max. zulässige Gesamtgewicht des Auflegers beträgt 41 Tonnen.²⁰⁰

Für den **Schienengüterverkehr** bzw. konkret für den **Hauptlauf im KV** kommt eine moderne **Taurus-E-Lok** der **EuroSprinter**-Familie des Herstellers **Siemens** zum Einsatz. Die Antriebsleistung beträgt 10.000PS, die Höchstgeschwindigkeit beträgt 230km/h und das Gesamtgewicht der Lok beläuft sich auf 86 Tonnen.²⁰¹

Für den Containertransport kommen **Containertragwagen des Typs Sgnss** zum Einsatz. Diese Waggons können, abhängig vom Gewicht der Ladung, bis zu drei 20-Fuß-Container gleichzeitig aufnehmen. Das Eigengewicht der Waggons beträgt 20,4 Tonnen, das max. zulässige Gesamtgewicht je Waggon beträgt 90 Tonnen.²⁰²

6.2.9. Ausgewählte Transportbehältnisse

Für die Berechnung wurde angenommen, dass die **Güter** jeweils in den für den unbegleiteten kombinierten Verkehr typischen **Containern transportiert** werden. Hierfür wurden **20-Fuß-Binnencontainer** in Stahlbauweise ausgewählt. Diese sind universell einsetzbar und eignen sich hervorragend für den Transport der meisten Güter. Das Gesamtvolumen dieser Container beträgt ca. 34m³. Die Innen- und Außenmaße lassen sich aus Tabelle 4 und 5 dieser Arbeit ablesen. Das Eigengewicht eines solchen Containers beträgt ca. 2,3 Tonnen, das höchstzulässige Gesamtgewicht ist mit 20,3 Tonnen beschränkt. Insgesamt bieten diese Container Platz für 14 Euro-Paletten.

Jede **Europalette** hat ein Eigengewicht von ca. 22kg und darf je mit max. 1.000kg belastet werden, wobei wiederum die maximale Höhe einer mit Ladegut bepackten Palette 1,8m nicht überschreiten darf.^{203 204}

¹⁹⁹ Vgl. ZEITZEN, Lastauto Omnibus: Zeitungsartikel, 2009, S.18

²⁰⁰ Vgl. Krone Box Liner, 24.07.2012, S.1

²⁰¹ Vgl. ÖBB (2), 24.07.2012

²⁰² Vgl. Naccorail, 24.07.2012

²⁰³ Vgl. KLAUS et al., 2008, S.77

²⁰⁴ Vgl. TNT, 24.07.2012

6.2.10. Ausgewählte Transportgüter

Im Folgenden werden jene drei Güter (**ein Massen-, ein Durchschnitts- und ein Volumengut**) beschrieben, welche dann im weiteren Verlauf dieser Arbeit (siehe 6.3.1. und 6.3.2.) für die Bilanzierung der drei ausgewählten Strecken mit dem *EcoTransIT*-Modell verwendet wurden. Da sich diese drei Güter sowohl vom Gewicht, als auch vom Volumen und der Beschaffenheit voneinander unterscheiden, ist mit unterschiedlichen Bilanzierungsergebnissen zu rechnen. **Für diese drei Güter wurden mit Excel rechnerisch verschiedene Werte und Parameter ermittelt.** Diese sind jeweils in tabellarischer Form aufbereitet worden und werden in das *EcoTransIT*-Modell passend eingesetzt. All diese Güter werden, wie schon mehrfach erwähnt wurde, in 20-Fuß-Binnencontainern (siehe 6.2.9.) auf die LKW bzw. auf die Bahn verladen und bleiben während des gesamten Transportvorganges in diesen Containern. Ein zeitaufwendiges Aus- und Umladen ist daher nicht erforderlich. Die mit den Gütern beladenen Container selbst, werden beim unbegleiteten KV in Terminals auf andere Verkehrsträger (Straße und Schiene) umgeschlagen.

6.2.10.1. Massengut: Weizen für Futterzwecke

Weizen für Futterzwecke

Allgemeine Information	Ladungsspezifische Berechnung pro Container
LKW-Zuladung im KV: höchstens 30,7 Tonnen (zwei 20-Fuß-Container auf Chassis) ein 20-Fuß-Container darf somit nur max. 15,37 Tonnen wiegen mögliche Zuladung pro Container: 13,07 Tonnen	Dichte von Weizen: 0,7t/m ³ 18,68m³ Weizen passen ohne Paletten in einen 20-Fuß-Container 13,07 Tonnen wiegt der Weizen 15,37 Tonnen wiegt der gesamte Container ca. 34m³ kann ein 20-Fuß-Container fassen
Beladungsgrad LKW im KV (fasst zwei 20-Fuß-Container): 100% Beladungsgrad Waggon (fasst drei 20-Fuß-Container): 66% insgesamt 14 Waggons insgesamt 42 Container beladen mit Weizen für Futterzwecke	Zuggewicht: 1017,3 Tonnen LKW-Gewicht: 44,0 Tonnen Leerfahrtenanteil LKW bei Massengütern: 60% Leerfahrtenanteil Zug bei Massengütern: 80%

Tabelle 20: Berechnung Massengut: Weizen für Futterzwecke

(Börse Wien, 10.09.2012; eigene Berechnung; siehe 6.2.8. und 6.2.9)

6.2.10.2. Durchschnittsgut: frische Tomaten

frische Tomaten

Allgemeine Information	Ladungsspezifische Berechnung pro Container
LKW-Zuladung im KV: höchstens 30,7 Tonnen (zwei 20-Fuß-Container auf Chassis) ein 20-Fuß-Container darf somit nur max. 15,37 Tonnen wiegen mögliche Zuladung pro Container: 13,07 Tonnen Fassungsvermögen 14 Europaletten Volumen 14 Paletten: 2,02m ³ Gewicht 14 Paletten: 0,308 Tonnen	Dichte von frischen Tomaten: 1,00t/m ³ 14 Tonnen Tomaten passen in einen 20-Fuß-Container je Palette max. 1 Tonne Beladung möglich 13,01 Tonnen Ladungsgewicht (inkl. 14 Paletten) 15,31 Tonnen wiegt der gesamte Container 14,72m³ Ladungsvolumen (inkl. 14 Paletten) 25,40m³ beladungstechn. möglich (je Palette max. 1,80m hoch) ca. 34m³ kann ein 20-Fuß-Container fassen
Beladungsgrad LKW im KV (fasst zwei 20-Fuß-Container): 100% Beladungsgrad Waggon (fasst drei 20-Fuß-Container): 66% insgesamt 14 Waggons insgesamt 42 Container beladen mit frischen Tomaten	Zuggewicht: 1014,5 Tonnen LKW-Gewicht: 43,9 Tonnen Leerfahrtenanteil LKW bei Durchschnittsgütern: 20% Leerfahrtenanteil Zug bei Durchschnittsgütern: 50%

Tabelle 21: Berechnung Durchschnittsgut: frische Tomaten

(TSCHEUSCHNER, 2004, S.328; eigene Berechnung; siehe 6.2.8. und 6.2.9)

6.2.10.3. Volumengut: Steinwolleplatten

Steinwolleplatten

Allgemeine Information	Ladungsspezifische Berechnung pro Container
LKW-Zuladung im KV: höchstens 30,7 Tonnen (zwei 20-Fuß-Container auf Chassis) ein 20-Fuß-Container darf somit nur max. 15,37 Tonnen wiegen mögliche Zuladung pro Container: 13,07 Tonnen Fassungsvermögen 14 Europaletten Volumen 14 Paletten: 2,02m ³ Gewicht 14 Paletten: 0,308 Tonnen	Dichte von Steinwolle: 0,16t/m ³ 14 Tonnen Tomaten passen in einen 20-Fuß-Container je Palette max. 1 Tonne Beladung möglich 4,0 Tonnen Ladungsgewicht (inkl. Paletten) 6,3 Tonnen wiegt der gesamte Container 25,14m³ Ladungsvolumen (inkl. Paletten) 25,40m³ beladungstechn. möglich (je Palette max. 1,80m hoch) ca. 34m³ kann ein 20-Fuß-Container fassen
Beladungsgrad LKW im KV (fasst zwei 20-Fuß-Container): 41% Beladungsgrad Waggons (fasst drei 20-Fuß-Container): 27% insgesamt 14 Waggons insgesamt 42 Container beladen mit Steinwolleplatten	Zuggewicht: 636,5 Tonnen LKW-Gewicht: 25,9 Tonnen Leerfahrtenanteil LKW bei Volumengütern: 10% Leerfahrtenanteil Zug bei Volumengütern: 20%

Tabelle 22: Berechnung Volumengut: Steinwolleplatten

(GRAUBNER et al., 2003, S.327; eigene Berechnung; siehe 6.2.8. und 6.2.9)

6.3. Gegenüberstellung von Transportketten UKV und LKW

Das **Unterkapitel 6.3.** zeigt den **generierten Modelloutput**, welcher aus der Ökobilanzierung der **drei verschiedenen fiktiven Transportstrecken** mit dem **EcoTransIT-Modell** gewonnen wurde. Pro Strecke wurden zwecks Erkenntnisgewinnes drei verschiedene Transportgüter in Containern sowohl mit dem LKW als auch mit dem KV transportiert. Dadurch, dass die Güter während des gesamten Transportes in den Containern bleiben, lassen sich nun die Transportketten für die verschiedenen Güter hinsichtlich unbegleiteten kombinierten Verkehr (UKV) und reinem LKW-Transport miteinander vergleichen und man erlangt Auskunft, ob es ökologisch verträglicher ist, die Güter ausschließlich mit dem LKW oder in Kombination mit der Bahn zu transportieren.

Unterkapitel 6.3.1. betrachtet die Transportketten mit einem Leerfahrtenanteil von 0%. Das bedeutet, dass der Fokus hier nur auf die **reine Transportstrecke der Güter zwischen Quelle und Senke gelegt wurde**. Leerfahrten, das sind jene Fahrten, bei dem das Fahrzeug ohne Güter beladen ist, fließen hier nicht in die Berechnung mit ein.

Unterkapitel 6.3.2. betrachtet die Transportketten für eine von den drei ausgewählten Transportstrecken (Strecke B) **mit spezifischen Leerfahrtenanteilen je Güterklasse und Transportmittel**. In der Praxis kommen so gut wie überall Leerfahrten zu dem eigentlichen Gütertransport hinzu. Diese erzeugen ebenfalls teils beachtliche Emissionen, welche oft in Bilanzen nicht berücksichtigt werden. Die Höhe der Leerfahrtenanteile hängt von der Güterart selbst ab. Für die Berechnung wurde auf die langjährigen Erfahrungswerte von *EcoTransIT* zurückgegriffen (siehe auch 6.2.3.4. und 6.2.4.4.).

6.3.1. Ökobilanzierung der Strecken ohne Leerfahrten

Es folgt nun die Gegenüberstellung der mit *EcoTransIT* ermittelten Ökobilanzen. Dabei wird nur der Transportvorgang selbst zwischen Quelle und Senke bilanziert. Leerfahrten werden nicht berücksichtigt (LFA=0%), diese werden in Unterkapitel 6.3.2. mitberücksichtigt.

6.3.1.1. Bilanzierung: Strecke A



KV Weizentransport: Hamburg Hafen → Wien Nord → Gumpoldskirchen

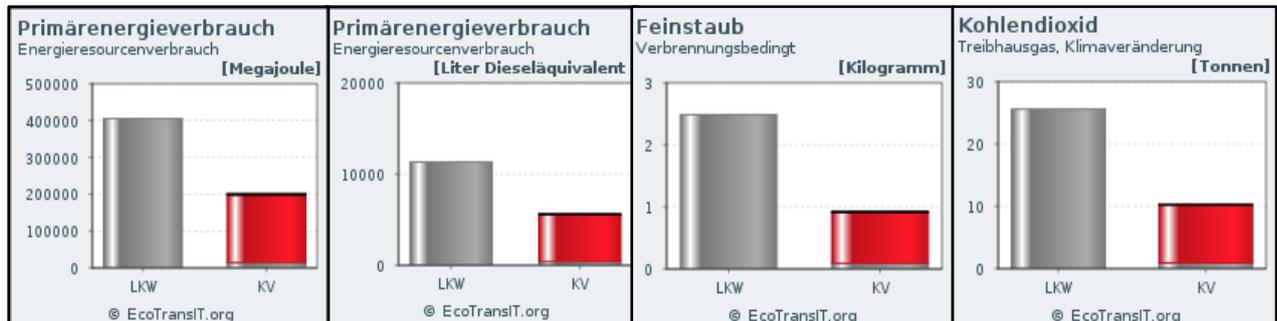


Abbildung 47: Bilanzierung Strecke A mit Weizen (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)



KV Tomatentransport: Hamburg Hafen → Wien Nord → Gumpoldskirchen

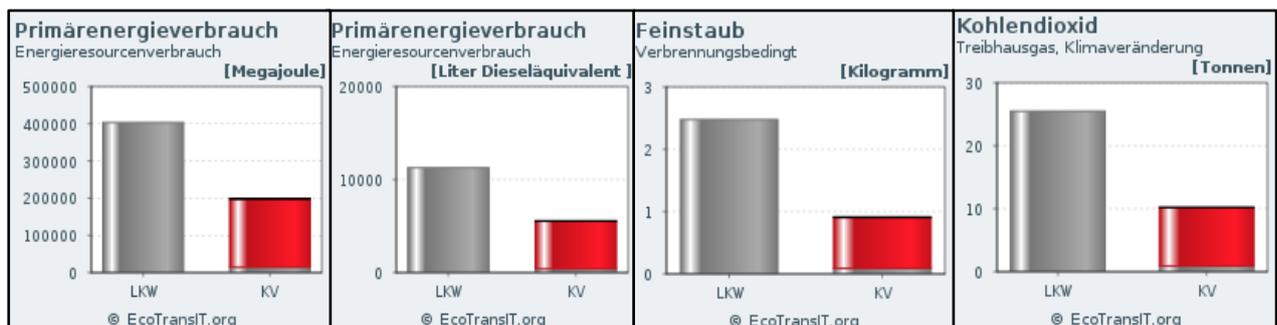


Abbildung 48: Bilanzierung Strecke A mit frischen Tomaten (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)



KV Steinwolletransport: Hamburg Hafen → Wien Nord → Gumpoldskirchen

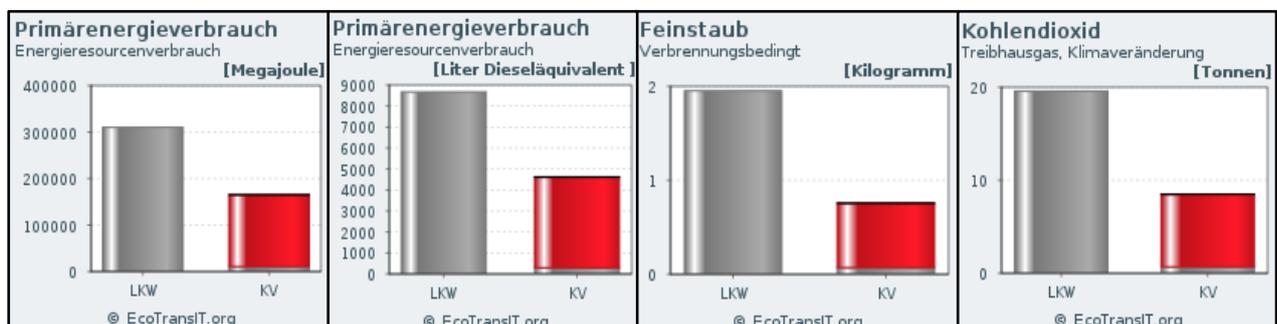


Abbildung 49: Bilanzierung Strecke A mit Steinwolleplatten (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)

LFA...Leerfahrtenanteil

<p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Energie/Emissionen LKW-Transporte Energie/Emissionen Zug-Transport Energie/Emissionen Umschlagvorgänge (Terminals) 	<p>Distanzen der beiden Transportketten:</p> <p>Hamburg - Gumpoldskirchen</p> <p>reiner LKW-Transport auf Straße: 923 km</p> <p>kombi. Verkehr (KV) Straße u. Schiene: 1.055 km (Zug-Hauptlauf: 1.024 km und LKW-Nachlauf: 31 km)</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.3.1.2. Bilanzierung: Strecke B



KV Weizentransport: Imst → Hall in Tirol → Wien Nord → Gumpoldskirchen

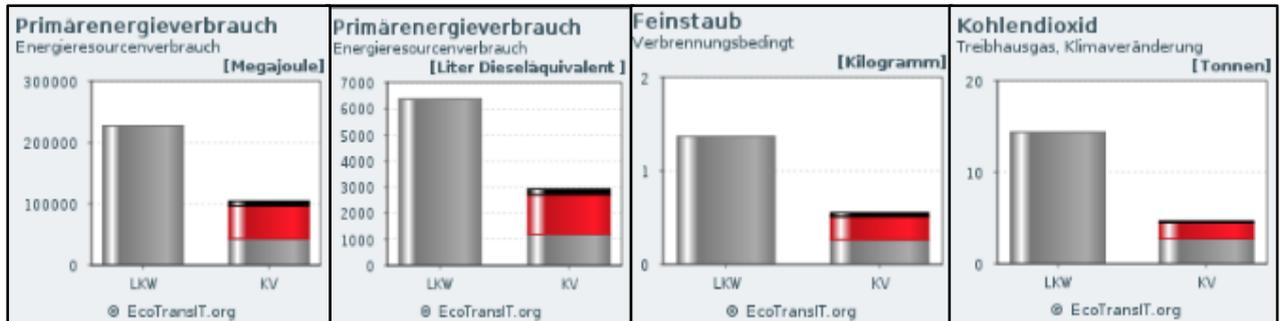


Abbildung 50: Bilanzierung Strecke B mit Weizen (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)



KV Tomatentransport: Imst → Hall in Tirol → Wien Nord → Gumpoldskirchen

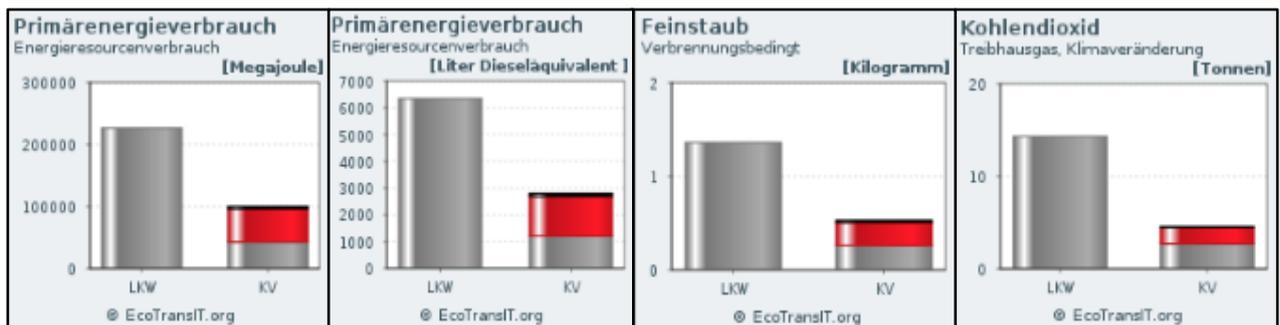


Abbildung 51: Bilanzierung Strecke B mit frischen Tomaten (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)



KV Steinwolletransport: Imst → Hall in Tirol → Wien Nord → Gumpoldskirchen

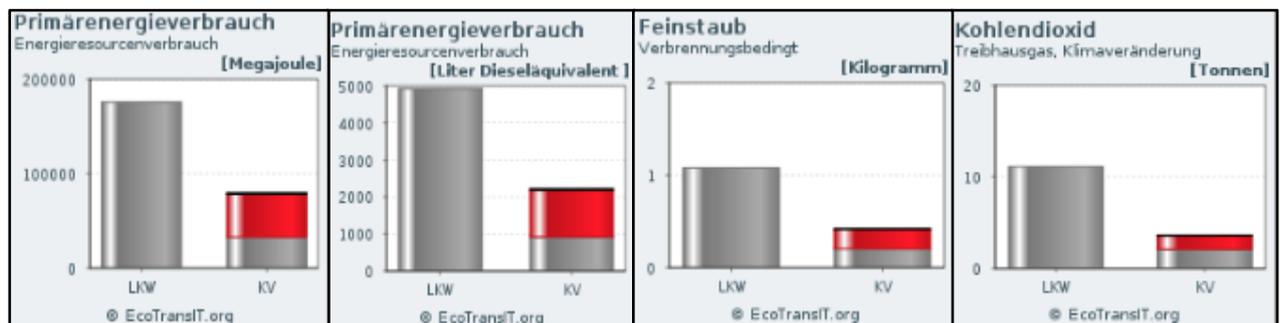


Abbildung 52: Bilanzierung Strecke B mit Steinwolleplatten (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)

LFA...Leerfahrtenanteil

<p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Energie/Emissionen LKW-Transporte Energie/Emissionen Zug-Transport Energie/Emissionen Umschlagvorgänge (Terminals) 	<p>Distanzen der beiden Transportketten: Imst - Gumpoldskirchen</p> <p>reiner LKW-Transport auf Straße: 522 km</p> <p>kombi. Verkehr (KV) Straße u. Schiene: 600 km (LKW-Vorlauf: 66 km, Zug-Hauptlauf: 502 km, LKW-Nachlauf: 32 km)</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.3.1.3. Bilanzierung: Strecke C



 KV Weizentransport: Voitsberg → Graz Süd → Wien Nord → Gumpoldskirchen

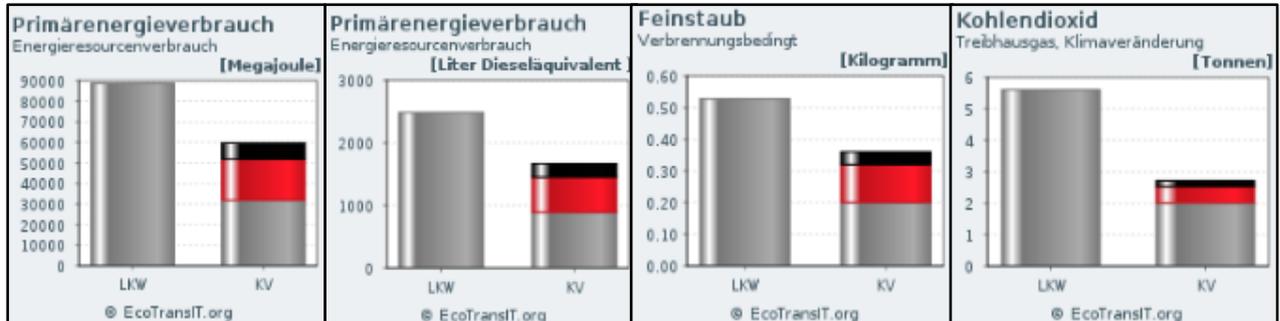


Abbildung 53: Bilanzierung Strecke C mit Weizen (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)



 KV Tomatentransport: Voitsberg → Graz Süd → Wien Nord → Gumpoldskirchen

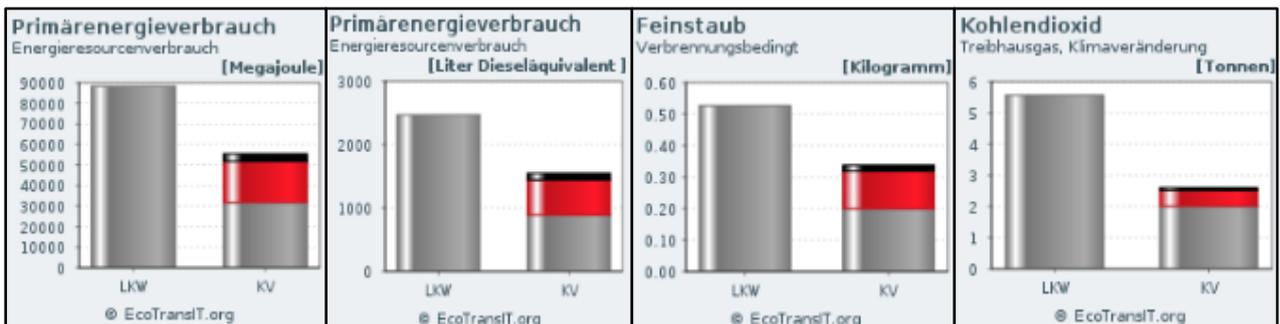


Abbildung 54: Bilanzierung Strecke C mit frischen Tomaten (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)



 KV Steinwolletransport: Voitsberg → Graz Süd → Wien Nord → Gumpoldskirchen

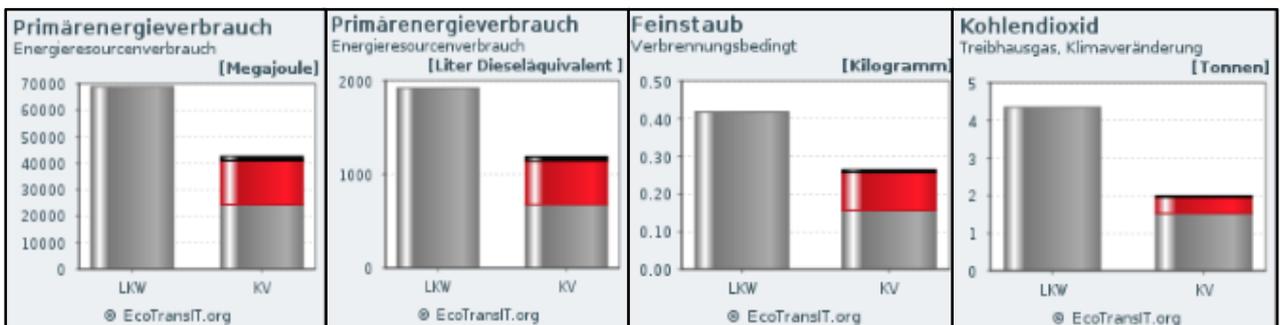


Abbildung 55: Bilanzierung Strecke C mit Steinwolleplatten (LFA: 0%)
(EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)

LFA...Leerfahrtenanteil

<p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Energie/Emissionen LKW-Transporte Energie/Emissionen Zug-Transport Energie/Emissionen Umschlagvorgänge (Terminals) 	<p>Distanzen der beiden Transportketten:</p> <p>Voitsberg - Gumpoldskirchen</p> <p>reiner LKW-Transport auf Straße: 204 km</p> <p>kombi. Verkehr (KV) Straße u. Schiene: 299 km (LKW-Vorlauf: 37 km, Zug-Hauptlauf: 231 km, LKW-Nachlauf: 31 km)</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.3.2. Ökobilanzierung mit güterspezifischen Leerfahrtenanteilen



KV Weizentransport: Imst → Hall in Tirol → Wien Nord → Gumpoldskirchen

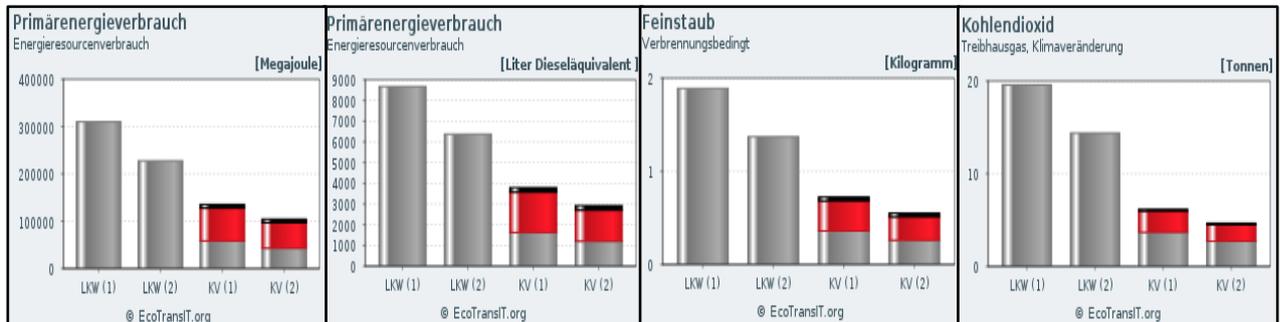


Abbildung 56: Bilanzierung Strecke B mit Weizen (LFA LKW: 60%, LFA Zug: 80%) (EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)



KV Tomatentransport: Imst → Hall in Tirol → Wien Nord → Gumpoldskirchen

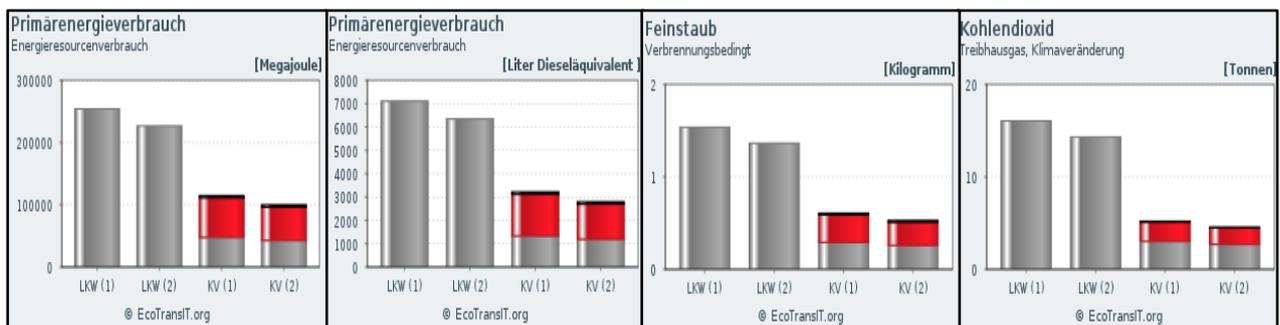


Abbildung 57: Bilanzierung Strecke B mit frischen Tomaten (LFA LKW: 20%, LFA Zug: 50%) (EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)



KV Steinwolletransport: Imst → Hall in Tirol → Wien Nord → Gumpoldskirchen

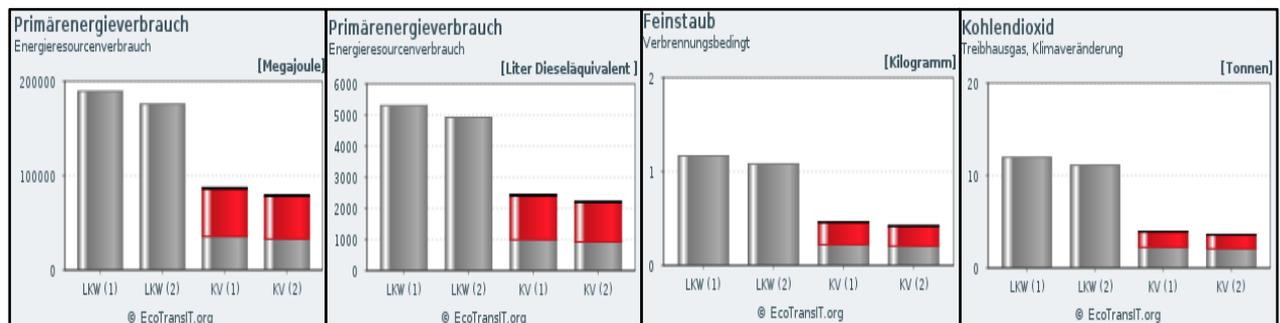


Abbildung 58: Bilanzierung Strecke B mit Steinwolleplatten (LFA LKW: 10%, LFA Zug: 20%) (EcoTransIT (6); eigene Berechnungen)

LFA...Leerfahrtenanteil

<p>Legende:</p> <ul style="list-style-type: none"> Energie/Emissionen LKW-Transporte Energie/Emissionen Zug-Transport Energie/Emissionen Umschlagvorgänge (Terminals) 	<p>Erläuterungen zu den Transportketten der Strecke B:</p> <p>LKW (1): LKW-Transport mit spezifischem LFA in % LKW (2): LKW-Transport mit LFA von 0% (=keine Leerfahrten)</p> <p>KV (1): Kombiniertes Verkehr mit spezifischen LFA in % KV (2): Kombiniertes Verkehr mit LFA von 0% (=keine Leerfahrten)</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.4. Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der Bilanzierung

Mit dem **EcoTransIT-Modell** wurden **jeweils zwei Transportketten** (reiner LKW-Transport und unbegleiteter kombinierter Verkehr LKW/Bahn) **pro Transportstrecke** (Strecke A, B und C) hinsichtlich ihrer ökologischen Verträglichkeit **miteinander verglichen**. Für jede Transportstrecke wurde die Bilanzierung **mit drei verschiedenen Gütern** (Massengut, Durchschnittsgut, Volumengut) durchgeführt. Es wurde angenommen, dass alle Güter sowohl beim reinen LKW-Transport als auch beim KV in 20-Fuß-Containern transportiert werden. Somit lassen sich **am Schluss einige Aussagen treffen** und man bekommt Auskunft, für welche Güterarten und für welche Streckendistanzen sich der reine Straßentransport mit dem LKW oder der unbegleitete kombinierte Verkehr besser eignet.

Zusammenfassend aus 6.3.1.1., 6.3.1.2. und 6.3.1.3. kann gesagt werden, dass bei jedem der drei Güter und bei jeder der drei Transportstrecken der kombinierte Verkehr bzgl. Ökobilanzierung weit besser abschnitt als der reine Straßentransport. Es wurde dabei nur der reine Transportvorgang zwischen Quelle und Senke ohne Leerfahrten (LFA=0%) bilanziert. Sowohl die Primärenergiebilanz (MJ und Liter Dieseläquivalent) als auch die Schadstoffemissionen (CO₂ und Feinstaub) waren stets deutlich geringer. Vor allem bei **Strecke A würde es enorme Emissionseinsparungen beim KV** gegenüber dem reinen Straßentransport geben (z.B. gesamte CO₂-Einsparung bei Strecke A und Weizen liegt bei -59,8%, bei Tomaten bei -60,0% und bei Steinwolle bei -56,6% gegenüber dem reinen Straßentransport). Grund dafür ist kein Vorlauf beim Hafen und die geringe LKW-Nachlaufdistanz von nur 31km gegenüber dem Zug-Hauptlauf von 1.024km. **Auch bei Strecke B** kann der KV gegenüber dem reinen Straßentransport **erhebliche Einsparungen in den Bilanzen** verbuchen (z.B. gesamte CO₂-Einsparung bei Strecke B und Weizen liegt bei -67,4%, bei Tomaten bei -68,2% und bei Steinwolle bei -67,5% gegenüber dem reinen Straßentransport). **Bei der kürzesten Strecke C sind vor allem die Vorlauf- und Nachlauf-Distanzen gegenüber dem Zug-Hauptlauf vergleichsweise lang.** Dementsprechend höher sind die Emissions- und Energiebilanzen beim LKW. Dennoch macht es auch hier Sinn, die Güter mit dem KV zu transportieren (z.B. gesamte CO₂-Einsparung bei Strecke C und Weizen liegt bei -51,8%, bei Tomaten bei -53,4% und bei Steinwolle bei -54,0% gegenüber dem Straßentransport).

Zusammenfassend aus 6.3.2. kann festgestellt werden, dass die tatsächlichen Emissionsausstöße und Energieverbräuche aufgrund der spezifischen Leerfahrtenanteile in Wirklichkeit überall höher liegen (z.B. sind bei Strecke B beim KV mit güterspezifischen Leerfahrtenanteilen die CO₂-Emissionen bei Weizen um 24,2%, bei Tomaten um 12,3% und bei Steinwolle um 8,4% höher als beim KV ohne Leerfahrtenanteile). Diese Bilanzen sind vor allem für Transportunternehmen von großer Relevanz. In der Praxis kommen Leerfahrten zu jedem Transport hinzu. Meist kann z.B. ein LKW nicht beim Entladekunden sofort wieder neue Fracht oder Container aufnehmen und muss leer zu anderen Kunden fahren bzw. leer zu seinem ursprünglichen Ausgangspunkt zurückfahren. Der Grund dafür liegt auch oft an den unterschiedlichen Transportgütern, da diese in der Regel gewisse Anforderungen an den Transport oder an das Transportgefäß stellen. Um diese zusätzlichen Emissionsbelastungen neben dem eigentlichen Transport aufzuzeigen, wurde **die Strecke B, mit von EcoTransIT vorgeschlagenen Leerfahrtenanteilen, bilanziert.**

Bei allen gezeigten fiktiven Fahrbeispielen (sowohl mit als auch ohne Leerfahrtenanteilen) wäre es **aus ökologischer Sicht sinnvoller, die Transporte der Güter mit dem KV durchführen zu lassen**. Dadurch könnte der Primärenergieverbrauch deutlich gesenkt und die unmittelbar damit verbundenen Schadstoffemissionen reduziert werden. Obwohl für den reinen Straßentransport, als auch für den Vor- und Nachlauf im KV, ein moderner **umweltfreundlicher LKW mit EURO 5-Abgasnorm** ausgewählt und das höchste zulässige Gesamtgewicht des LKW möglichst angestrebt wurde, kann im KV die **Güterbahn im Hauptlauf** trotz geringer gewichtsmäßiger Auslastung pro Waggon (66% beim Massen- und Durchschnittsgut und nur 27% beim Volumengut) ökologische Vorteile für sich verbuchen. Ein wichtiger Grund dafür ist, dass man einen einzelnen Containertragwagen (Typ *Sgnss*) mit drei 20-Fuß-Containern beladen kann, ein LKW-Containerchassis fasst hingegen nur zwei solcher Container. Der Zug bietet auch den Vorteil, dass man mehrere Waggons ankuppeln kann, dadurch ist je nach Transportgut und -menge nur eine Fahrt notwendig. Die Traktion der Lok erfolgt auf den Hauptverkehrsstrecken meist mit umweltfreundlich hergestelltem Strom. Beim Straßentransport sind für die gleichen Gütermengen mehrere LKW-Fahrten notwendig, als Energieträger fungiert ausschließlich Diesel, sinnvolle Alternativen dazu gibt es noch nicht. Bezogen auf die drei Transportstrecken konnte festgestellt werden, dass **die Transportstrecken mit dem KV in km gemessen stets länger waren, als der reine LKW-Transport**.

Ein **Problem beim LKW an sich ist die geringe gewichtsmäßige Zuladung**. Ein beladener LKW darf im KV für den Vor- und Nachlauf max. 44 Tonnen (max. Zuladung: 30,7 Tonnen) wiegen, ein einzelner Waggon im Vergleich dazu max. 90 Tonnen (max. Zuladung: 62,7 Tonnen; siehe auch 6.2.8. und 6.2.9.). An dieser Stelle muss auch angemerkt werden, **dass für den besseren Vergleich** beim reinen **LKW-Transport mit einem max. zulässigen Gesamtgewicht von 44 Tonnen** gerechnet wurde, in der Realität wäre das gesetzlich nicht erlaubt, da im Normalfall ein max. zulässiges Gesamtgewicht von nur 40 Tonnen gilt. Dadurch kommt es zu geringfügigen Abweichungen der Rechenergebnisse beim reinen Straßenverkehr. Ebenso wurde der Einfachheit halber angenommen, dass die Güter beim reinen Straßentransport in 20-Fuß-Containern auf einem Containerchassis transportiert werden. Diese vom Autor getroffenen Annahmen erlauben letztendlich eine **direkte bessere Vergleichbarkeit** der verschiedenen Transportketten. Ziel ist es, nicht eine exakte Bilanzierung durchzuführen, sondern ein Gefühl und Verständnis dafür zu entwickeln, wie sehr sich der unbegleitete kombinierte Verkehr gegenüber dem reinen LKW-Transport hinsichtlich verschiedener Ökobilanzen unterscheidet. In der Realität werden die drei verwendeten Güter beim reinen LKW-Transport je nach Beschaffenheit mit Aufliegern oder Anhängern mit Kofferaufbau, Planenaufbau oder Mulden auf der Straße transportiert, seltener in Containern.

Es muss allerdings ferner auch angemerkt werden, dass **die Bilanzierungsergebnisse aus dem EcoTransIT-Modell** zwar aufgrund der wissenschaftlichen Basis der Daten und aufgrund der vielen daran beteiligten Partner **als sehr zuverlässig gelten**, aber trotzdem nicht alle ökologischen Auswirkungen berechnet werden. Die immer mehr in den Fokus geratenden **Lärmemissionen oder der Landschaftsverbrauch** werden von *EcoTransIT* **nicht thematisiert**. Denn z.B. nicht nur der Straßenverkehr verursacht Lärm, auch der Schienenverkehr. Insbesondere Güterzüge verursachen teils hohe Lärmemissionen, die von der Bevölkerung als besonders störend empfunden werden, wobei diese aber auch massive Einflüsse auf Fauna und Flora haben. Ebenso muss der Landschaftsverbrauch, den eine Straße bzw. ein Terminal, Rangierbahnhof oder ein Gleis in Anspruch nimmt, abgewogen werden. Weitere **Faktoren wie Flexibilität, Verfügbarkeit, Transportkosten,**

Schnelligkeit, Zuverlässigkeit, etc. fließen in das EcoTransIT-Modell ebenfalls nicht mit ein, spielen aber in der Praxis eine besonders wichtige Rolle bei der Transportmittelwahl. Dieses Berechnungsinstrument liefert **keine hundertprozentig exakten Ergebnisse**, sondern diese weichen mit Sicherheit etwas von der Realität ab. Es soll lediglich dazu dienen, zu vermitteln, wie ökologisch ein Transport von A nach B ist, wie viel Energie dafür aufzubringen ist und welche Mengen an Schadstoffe ausgestoßen werden. Weiters lassen sich **verschiedene Transportketten** nach Eingabe der verschiedenen Inputfaktoren **direkt miteinander vergleichen** und ein Unternehmen oder ein Spediteur weiß über die ökologische Verträglichkeit seiner Transporte Bescheid. Mit diesem Wissen kann man eine **nachhaltige Energiestrategie entwickeln**, Produktionsstandorte optimieren, die Logistik besser aufeinander abstimmen und dabei neben den wichtigen Kosteneinsparungen einen großen Beitrag zum aktiven Umweltschutz leisten.

7. Der KV als Instrument einer nachhaltigen Raumplanung

Unternehmen in den Bereichen Logistik und Güterverkehr profitieren enorm von der zunehmenden **Globalisierung des Welthandels** mit der einhergehenden räumlichen und funktionalen Arbeitsteilung. Alle Unternehmen im Handel und Gewerbe sind auf zuverlässige, schnelle und pünktliche Transporte angewiesen. Tritt ein unerwarteter **Störfaktor in der Transportkette** auf, und kommt es dadurch zu Verzögerungen des Transportes, kann das oft **fatale Folgen für z.B. Unternehmen mit sich bringen** z.B. kann es zu Produktionsausfällen in einer Fabrik mit finanziellen Konsequenzen kommen. Auch beim Homeshopping via Internet möchte man so schnell wie möglich und unversehrt das gekaufte Produkt nach Hause geliefert bekommen.²⁰⁵

Die Transporte und die **flächendeckende Versorgung mit Gütern bilden** neben verschiedenen anderen Faktoren (wie z.B. politisches Umfeld, Bildung, Gesundheitswesen, Natur, Freizeitmöglichkeiten, etc.) **eine wesentliche Grundlage für die Lebensqualität und die Entfaltungsmöglichkeiten der Menschen**. Ebenso sind sie Voraussetzung für die Vernetzung und Ansiedlung von Unternehmen und von sozialen Interaktionen. Die Mobilität der Menschen und die Mobilität der Transportgüter bilden eine **wichtige Grundlage in einer modernen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft**. Dennoch hat diese allgemeine Mobilität auch eine **Negativseite**. Im europäischen Raum hat in den letzten Jahren vor allem der Straßengüterverkehr, trotz intensiver Bemühungen ihn auf die Schiene zu verlagern, weiter zugenommen. Auch das Alpen transitland Österreich kämpft seit Jahren mit dem zunehmenden LKW-Verkehr. Der **wachsende Güterfernverkehr gilt als größtes Problem** und hat aufgrund seiner unterschiedlichen Emissionen (CO₂, Feinstaub, Lärm,...) den meisten Einfluss auf die umliegende Umwelt, auf das Verhalten und die Gesundheit aller Lebewesen und Pflanzen und auf die Lebenssituation der entlang der Straßen wohnenden Bevölkerung. **Der Straßengüterverkehr nimmt ohne jeden Zweifel großen Einfluss auf das Wohlbefinden und das Verhalten der Menschen**. Jeder ist in irgendeiner Form davon betroffen, sei es durch die persönliche Wohnsituation oder durch z.B. das von den LKW eingeschränkte persönliche Fahrverhalten auf einem vielbefahrenen Autobahnabschnitt. Auf **den Straßentransport wird man allerdings nie ganz verzichten können**, da das Verkehrssystem Straße sehr viele Vorteile und großen Nutzen gegenüber z.B. der Schiene aufweist. Auf diese wurde bereits in einigen Unterkapiteln

²⁰⁵ Vgl. Die deutsche Bundesregierung, 2008, S.8-9

dieser Arbeit näher eingegangen. Transportalternativen zum reinen Straßentransport gibt es einige, wie auch der in dieser Arbeit ausführlich behandelte umweltfreundliche unbegleitete kombinierte Verkehr, bei dem die Güter den Großteil der Transportroute mit dem Zug zurücklegen. Die Straßen sollen dadurch vom LKW-Fernverkehr entlastet werden.²⁰⁶

Um die **wachsende Verkehrs- bzw. Transportproblematik** im Transportsektor in den Griff zu bekommen, ist nun die **Raumplanung und die Verkehrspolitik gefordert**, geeignete Maßnahmen, Strategien und konkrete Lösungsvorschläge auszuarbeiten und in die Praxis umzusetzen. Einerseits soll die Gütermobilität für erfolgreiche Unternehmertätigkeiten und Interaktionen gewährleistet bleiben bzw. durch Aus- und Neubau der Straße, Schiene und Wasserstraße verbessert werden. Andererseits versucht man parallel dazu, die Lebensqualität und die Lebensbedingungen der Menschen für die Zukunft nachhaltig zu verbessern. Diese beiden Ziele stehen nicht immer im Einklang miteinander und die **Politik und auch die Wirtschaft müssen sich gleichermaßen ökonomischen, sozialen und ökologischen Herausforderungen stellen**. Der Fokus der Verkehrspolitik lag dabei in den letzten Jahren zunehmend auf dem kombinierten Verkehr. Er stellt, wie schon mehrfach erwähnt, eine umweltschonende Alternative gegenüber dem reinen Straßengüterverkehr dar. Dennoch erfreut er sich trotz Ausbau der Schiene und politischer Förderungen und Projekten nicht besonders großer Beliebtheit im Transportgewerbe. **Obwohl man mit dem KV viele Gütertransporte von der Straße auf die Schiene verlagern könnte, bringt er auch in städtebaulicher Hinsicht einige Probleme mit sich**, da eine neu geplante Schienentrasse oder neue Terminals in dicht besiedelten Ballungszentren bzw. in Stadtgebieten oft flächenmäßig gar nicht durchführbar sind bzw. kaum Akzeptanz bei der potentiell ansässigen Bevölkerung finden.²⁰⁷

Kapitel 7 untersucht den **unbegleiteten kombinierten Verkehr aus raumplanerischer Perspektive** und beleuchtet neben den Zielen und Möglichkeiten einer ökologischen Verkehrspolitik auch den **für die Raumplanung besonders wichtigen Begriff der „grünen Logistik“**. Dabei werden deren vier Optimierungsfelder beschrieben, an Hand derer man ein umweltgerechtes und energieschonendes Logistiksystem aufbauen kann. Weiters wird der Einsatz **des EuroCombis im KV** thematisiert und auf neue technische Entwicklungen und Trends im KV näher eingegangen. Danach wird auf die **zentrale Problematik der „letzten Meile“** in der Transportkette des kombinierten Verkehrs eingegangen und abschließend ein **Ausblick über die Zukunft des KV in Österreich** hinsichtlich Förderungen, Projekte und Strategien gegeben.

7.1. Ziele der nachhaltigen Verkehrspolitik

Abbildung 59 auf der nächsten Seite zeigt die **drei Möglichkeiten einer Mobilitätsbeeinflussung** auf politischer Ebene auf:

- **die Verkehrslenkung,**
- **die Verkehrsvermeidung**
- **und die Verkehrsverlagerung**

²⁰⁶ Vgl. Die deutsche Bundesregierung, 2008, S.8-12

²⁰⁷ Vgl. Ebenda, S.8-11

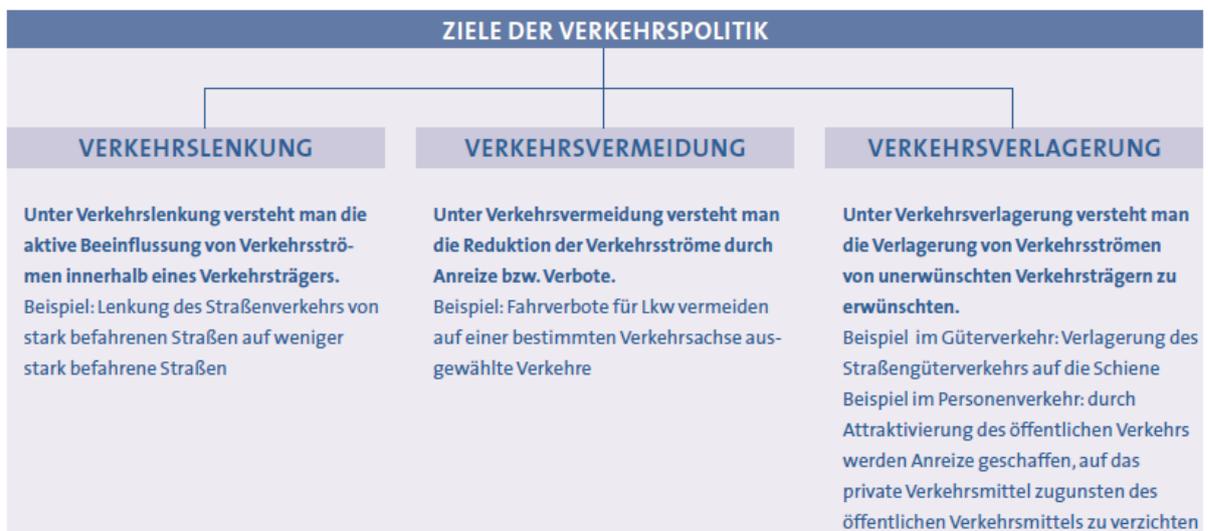


Abbildung 59: Ziele der ökologischen Verkehrspolitik
(AWS, 2006, S.20)

Die **Verkehrslenkung** eignet sich als raumplanerisches Instrument weniger, um die politisch gewünschten Gütertransporte von der Straße auf die Schiene zu verlagern. Viel mehr kann man mit finanziellen Anreizen, Förderungen bzw. auch Verboten eine **Verkehrsvermeidung** auf der Straße bewirken und dadurch die Güterbahn als geeignetere Transportalternative gegenüber dem LKW positionieren. Durch beispielsweise den Ausbau der Schiene und den Bau von neuen Containerterminals bzw. Anschlussbahnen in der Nähe von bestehenden Industrieansiedlungen kann eine wirkungsvolle **Verkehrsverlagerung** von der Straße auf die Schiene bewirkt werden.

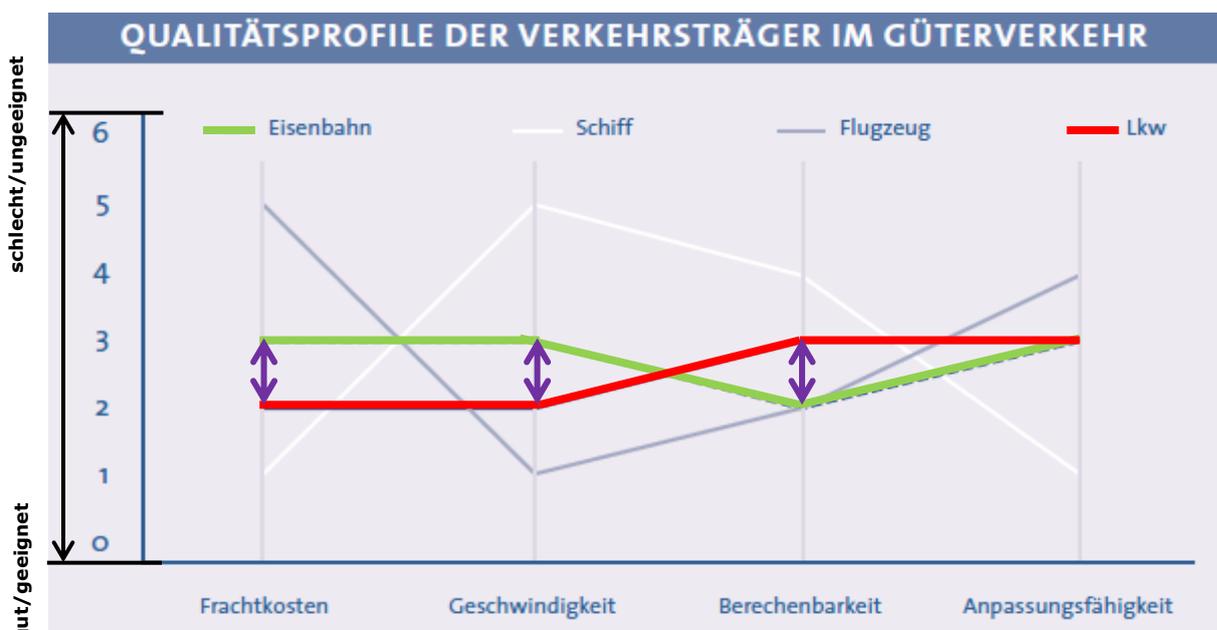


Abbildung 60: Qualitätsprofile der Verkehrsträger
(AWS, 2006, S.16; eigene Darstellung)

Mit den eben genannten drei Hauptzielen einer nachhaltigen Verkehrspolitik in Bezug zum KV gebracht, zeigt die obenstehende **Abbildung 60** ein Diagramm auf, in dem **die vier wichtigsten Qualitätsprofile der Transportmittel Eisenbahn, Schiff, Flugzeug und LKW** dargestellt sind. Auf der Abszisse sind die Qualitätsmerkmale aufgetragen, auf der Ordinate die Bewertung dieser, wobei 0 als besonders gut/geeignet und 6 als besonders schlecht/ungeeignet gilt.

Für diese Arbeit **von hoher Relevanz** sind die **Transportmittel Eisenbahn und LKW**, welche durch eine grüne bzw. rote Linie dargestellt sind. Man erkennt, dass sich der LKW besonders bei den **Frachtkosten und der Transportgeschwindigkeit** gegenüber der Bahn behaupten kann. Die Güterbahn weist hingegen den Vorteil einer höheren **Transportberechenbarkeit** gegenüber dem LKW auf, da aufgrund genauer Fahrpläne die Abfahrts- und Ankunftszeiten eingehalten werden und in der Regel Störungen während des Transportes nicht zu erwarten sind. Beim Straßentransport kann durch Unfälle, Staus, etc. nie eine Garantie bezüglich einer genauen Ankunftszeit des Transportes beim Empfänger gegeben werden. Bei der **Anpassungsfähigkeit** liegen der LKW und die Güterbahn gleich auf, da es für jedes Transportgut das passende Fahrzeug oder den passenden Waggon gibt.

Jedes Gut lässt sich sowohl mit der Bahn als auch mit dem LKW transportieren, wobei aber gesagt werden kann, dass vor allem sehr schwere Güter bzw. Massengüter mit der Bahn und weniger mit dem LKW zwecks Wirtschaftlichkeit transportiert werden. Um den kombinierten Verkehr in Zukunft noch attraktiver zu gestalten, wäre es nun **Ziel der Verkehrspolitik, die Nachteile der Bahn gegenüber dem LKW vor allem bei den Frachtkosten und der Transportgeschwindigkeit auszumerzen.**

Durch finanzielle Förderungen könnten die Frachtkosten bei der Bahn gesenkt werden, durch den Ausbau oder Neubau von Bahnstrecken könnte man die Transportgeschwindigkeit erhöhen. Eine weitere Möglichkeit wäre es, beim LKW anzusetzen und vor allem die schlagkräftigen günstigeren Frachtkosten gegenüber jenen der Bahn durch eine Steuer/-Abgabenerhöhung, eine Erhöhung der LKW-Maut oder eine Erhöhung des Preises für LKW-Diesel anzuheben.

Durch **gezielte Eingriffe der Verkehrspolitik in den Logistiksektor** kann ein Umdenkprozess zugunsten einer ökologischen Transportkette im KV initiiert werden und so eine gewünschte Verkehrsvermeidung, -verlagerung und Bündelung von Transporten von der Straße auf die Schiene erfolgen.

7.2. Bedeutungszunahme der „grünen Logistik“

Aufgrund des weltweit **steigenden Güterverkehrsaufkommens in den letzten Jahrzehnten**, sind die **negativen Auswirkungen auf die Umwelt** deutlich präsenter geworden. Mehr denn je versucht die Politik den fortschreitenden globalen Klimawandel aufzuhalten und die globalen Treibhausgase (THG) zu reduzieren. Im Zusammenhang mit den Begriffen **Umweltschutz und Logistik** hat sich in den letzten Jahren der **Begriff der „grünen Logistik“** entwickelt. Bisher existiert noch kein einheitliches Verständnis oder eine anerkannte Definition dieser.²⁰⁸ Es lässt sich feststellen, dass Speditions- und Logistikunternehmen ihren Fokus grundsätzlich auf die Wirtschaftlichkeit ihrer Gütertransporte legen. Der **Umweltschutz** spielt neben den wichtigen Transportkosten meist nur eine untergeordnete Rolle und **versteht sich als Rahmenbedingung und nicht als Zielsetzung**.²⁰⁹ In den letzten Jahren hat aber aufgrund der globalen Klimaproblematik ein **großes Umdenken** stattgefunden und viele Unternehmen sind sich der schädlichen Umweltauswirkungen ihrer vielen Transporte bewusst bzw. bewusster geworden und haben Konzepte mit Gegenmaßnahmen entwickelt, um in Zukunft langfristig Kosten einzusparen und dabei gleichzeitig die Emissionen ihrer Betriebe und Transporte auf ein Minimum zu senken. Anzumerken ist, dass in der Regel die meisten als grün bezeichneten Maßnahmen nicht aus ökologischen, sondern aus rein ökonomischen betrieblichen Zielsetzungen hervorgehen. Die „grüne Logistik“ soll dabei helfen, die gesetzten Klimaziele zu erreichen, Treibhausgase zu reduzieren und einen bewussteren Umgang mit Energie zu erzielen. **Ziel der „grünen Logistik“ ist es, für ein Unternehmen eine Komplementarität zwischen ökologischen und ökonomischen Zielen herzustellen**.²¹⁰

Folgende Definition der grünen Logistik fängt den eben beschriebenen Sachverhalt besonders gut ein:

„Green Logistics“ umfasst alle Tätigkeiten, die mit der Erfassung und Kompensation von Treibhausgasemissionen in Transport, Lagerhaltung, Vor-, Haupt- und Nachlauf, Dienstreisen und sonstigen Energieverbräuchen verbunden sind oder damit im Zusammenhang stehen.“²¹¹

Während sich in den vergangenen Jahren viele nationale, aber auch internationale Verkehrspolitiken bezogen auf den Transport- bzw. Logistiksektor vor allem auf den Straßenbau konzentriert haben, kommt es nun zu einem Wandel der zentralen Aufgabengebiete. Die **„grüne Logistik“** hat sich **zu einem der wichtigsten verkehrspolitischen Schwerpunktthemen des 21. Jahrhunderts** entwickelt. Neben den vier Kernfelder der „grünen Logistik“: Stärkung des intermodalen Transportes (inkl. KV!), umweltfreundliche Antriebstechnologien, Einsatz der Telematik und Ausbildung in der Logistikbranche geht das Verständnis über die eigentliche Verkehrspolitik und über den Umweltschutzaspekt weit hinaus. Denn neben den genannten Verkehrspolitiken setzen sich vor allem auch die Wirtschafts-, die Umwelt-, die Sozial- und die Forschungspolitiken der einzelnen Länder mit Initiativen, Maßnahmen und Projekten der „grünen Logistik“ intensiv auseinander.²¹²

²⁰⁸ Vgl. IHK, 2011, S.19

²⁰⁹ Vgl. HERSCHLEIN et al., 2010, S.III

²¹⁰ Vgl. Ebenda, S.3-4

²¹¹ HERSCHLEIN et al., 2010, S.6

²¹² Vgl. IHK, 2011, S.22

7.2.1. Optimierungsbereiche der „grünen Logistik“

Das **Konzept der „grünen Logistik“** beschränkt sich dabei nicht nur auf den eigentlichen Transport der Güter, sondern die **gesamte Transportkette** (siehe 2.2 und 3.1.) steht dabei **im Fokus hinsichtlich Umweltverträglichkeit und Ressourceneffizienz**. Insgesamt unterscheidet man in der „grünen Logistik“ vier zentrale Bereiche, in denen Unternehmen sich Ziele setzen und für die Erreichung dieser, geeignete Maßnahmen umsetzen können, um in weiterer Folge ein **umweltgerechteres und ressourcen-effizienteres Logistiksystem realisieren** zu können.²¹³ Abbildung 61 zeigt diese vier möglichen Optimierungsbereiche auf:



Abbildung 61: Optimierungsbereiche der "grünen Logistik"
(Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML) , 17.09.2012)

Optimierungsbereich Transport:

Beim Transportvorgang der Güter können aufgrund einer höheren Transporteffizienz, durch ein reduziertes Transportaufkommen, Vermeidung von Leerfahrten (z.B. einer Frachtbörse), den Einsatz von modernen umweltfreundlichen Fahrzeugen und die Transportverlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsträger (vor allem Schiene und Wasserstraße, kombinierter Verkehr) große Einsparungen bzgl. des Energieverbrauches und des Emissionsausstoßes erreicht werden. Zusätzlich zu den genannten Punkten können Transportunternehmen mit Routenoptimierungen und mit Schulungen bezogen auf die Fahrweise der LKW-Fahrer Kosten senken und einen wichtigen Beitrag für den Umweltschutz leisten.²¹⁴

Optimierungsbereich Intralogistik:

Vor allem in der Förder-, Lager-, Sortier- und Kommissioniertechnik können große Energieeinsparungen erzielt werden. Weiters liegen große Optimierungspotentiale in der Produktverpackung, Abfallentsorgung und -verwertung und der innerbetrieblichen Transport- und Umschlagtechnik. Durch innovative Entwicklungen und durch den Einsatz von moderner IT-Technik erreicht man eine bessere Kommunikation und Vernetzung zwischen Transportgut, Transportmittel, Transportbehältnis, Terminals und allen beteiligten Akteuren in der Transportkette. Auch in der Lagertechnik können durch Steigerung der Lagersicherheit, durch Erhöhung der Ergonomie im Lager und durch verschiedene

²¹³ Vgl. Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML), 17.09.2012

²¹⁴ Vgl. Ebenda

Automatisierungstechniken Emissionen, Kosten und Energieverbräuche gesenkt werden.²¹⁵
216

Optimierungsbereich Planung und Strategie:

In diesen Bereich fällt vor allem die ökoeffiziente Planung der gesamten Transportkette und des Flotten- und Behältermanagements. Unternehmen sollten unter Berücksichtigung des Umweltschutzes und der Emissionsreduktion ihre Standorte möglichst sinnvoll auswählen, sodass positive externe Effekte mit anderen Unternehmen initiiert werden können. Die Transportrouten sollten möglichst optimiert werden und dabei Kosten, aber auch gleichzeitig Emissionen gesenkt werden. Alternative umweltfreundlichere Verkehrsträger sind neben der Straße für Gütertransporte in Betracht zu ziehen. Zusätzlich liegt der Fokus auf Netzwerkplanung und -bildung sowie auf kooperativen Transporten um Leerfahrten bzw. zusätzliche Fahrten zu vermeiden.²¹⁷

Optimierungsbereich Immobilie:

Bei Logistikimmobilien, wie beispielsweise Lagerhallen, Distributionszentren oder Containerterminals, können durch ressourcenschonende Bauweisen ebenfalls massiv Betriebskosten gespart werden. Durch die Nutzung von Tageslicht, durch eine ausgefeilte Heizungs- und Klimatisierungstechnik, durch die Nutzung erneuerbarer Energien und mit Energieeinspar- und Wassersparprogrammen können Emissionen und die Energieverbräuche von Logistikimmobilien erheblich reduziert werden. Eine „grüne Immobilie“ kennzeichnet sich neben den genannten möglichen Merkmalen auch durch eine besonders gute Wärmedämmung aus. Vor allem bei neu geplanten Bauprojekten im Logistiksektor gibt es starke Bestrebungen, möglichst ökologisch und kostensenkend zu bauen. Aber auch bestehende Gebäude werden immer häufiger aufgrund von langfristigen Kosteneinsparungen, aber auch aufgrund verschiedener Umweltzertifikate, welche einen hohen Stellenwert für das „grüne Image“ eines Unternehmens einnehmen, generalsaniert.²¹⁸

Die „grüne Logistik“ und der kombinierte Verkehr (KV):

Die vier eben beschriebenen Optimierungsfelder aus dem Konzept der „grünen Logistik“ lassen sich auch auf den KV übertragen. Der **KV versteht sich als ein wichtiges ökologisches Instrument der „grünen Logistik“**, denn aus dem Unterkapitel 6.3. ging hervor, dass bei den angenommenen Transportketten dieser Arbeit, der KV dem reinen Straßentransport hinsichtlich Emissionen und Energieverbräuchen weit überlegen ist. Bei der Ökobilanzierung mit **EcoTransIT** wurde dabei **nur der Optimierungsbereich Transport** betrachtet. In Verbindung mit den eben beschriebenen drei anderen Optimierungsbereichen könnten viele Unternehmen, zusätzlich zum Transport, große Energiemengen und die damit verbundenen Emissionen und Kosten einsparen. Das zukunftsweisende Konzept der „grünen Logistik“ mitsamt seinen durchdachten und umweltgerechten Transportketten zeigt, dass Ökologie und Ökonomie keine Widersprüche mehr sein müssen. Durch Investitionen der Unternehmen in den Umweltschutz können innerbetriebliche Kostensenkungen bewirkt werden und neben der Globalisierung des Welthandels Klimaziele besser erreicht werden.

²¹⁵ Vgl. Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML), 17.09.2012

²¹⁶ Vgl. Logistik Express - Fachmedium für Logistik, 17.09.2012

²¹⁷ Vgl. Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML), 17.09.2012

²¹⁸ Vgl. PwC - Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft, 20.09.2012

7.2.2. Einsatz des *EuroCombi* im Vor-/Nachlauf

Bei der Konzeption einer **umweltgerechten Transportkette im unbegleiteten kombinierten Verkehr** ergeben sich vor allem **im Straßen-Vor- und Nachlauf mit dem LKW Schwierigkeiten**. Denn oft müssen auf der Straße viele (leere und beladene) Container oder Wechselaufbauten von den Unternehmen zu den Verladeterminals bzw. von den Terminals zu den Endkunden transportiert werden. Wie in den diversen Ökobilanzen von Unterkapitel 6.3. zu sehen war, ergeben sich, verglichen mit den langen Hauptläufen der Güterbahn, bei den **kurzen Straßen-Vor- und Nachläufen relativ schlechte Ökobilanzen**. Da es aufgrund der gesetzlichen Zuladungen, der Gesamtgewichte und der Längenabmessungen der LKW hier nur wenig Einsparungspotential bzgl. der LKW-Fahrten gibt, bestehen schon seit längerem europaweite Überlegungen und Diskussionen, den *EuroCombi* auch im KV einzusetzen.²¹⁹

Beim ***EuroCombi*** handelt es sich um eine **überlange LKW-Kombination, mit einer Fahrzeuglänge von bis zu 26,25m** und einem Gesamtgewicht von bis zu **max. möglichen 60 Tonnen**. In Feldversuchen werden allerdings nur *EuroCombi*-LKW mit einem höchstzulässigen Gesamtgewicht von 40 Tonnen getestet. Der *EuroCombi* ist **politisch höchst umstritten**, es gibt sehr viele Befürworter, aber ebenso viele Gegner. Meist geht es um Themen wie Verkehrssicherheit, Verkehrsverlagerungen und Infrastrukturmaßnahmen. Diese Aspekte wurden bereits in vielen Studien und wissenschaftlichen Arbeiten behandelt und werden in dieser Arbeit nur am Rande erwähnt.²²⁰

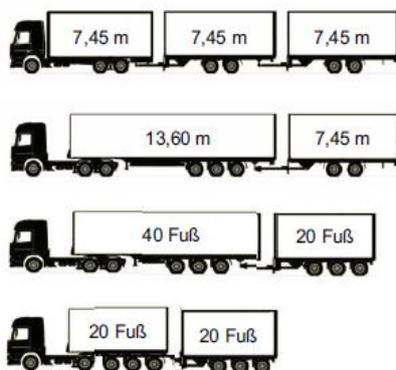


Abbildung 62: EuroCombi-Variationen
(TIM Consult, 2006, S.8)

Vielmehr geht es darum, den **KV zu attraktivieren**, Kosten einzusparen und vor allem Emissionen zu senken, was sich wiederum im Konzept der „grünen Logistik“ widerspiegelt. Der *EuroCombi*-LKW mit einem höchstzulässigen Gesamtgewicht von 44 Tonnen und einer max. Länge von 25,25m könnte durchaus eine Reduktion der LKW-Fahrten und dadurch eine **Verbesserung der Ökobilanzen im Straßen-Vor- und Nachlauf** bewirken. Allerdings müsste sich der Einsatz des *EuroCombi* ausschließlich auf den KV beschränken, da sonst der „herkömmliche“ LKW-Verkehr an Attraktivität gewinnen würde. Ein solch überlanger LKW könnte einen 40-Fuß-Container und einen 20-Fuß-Container gleichzeitig transportieren. Mit einem Standard-LKW wären hierfür zwei Fahrten notwendig. Anzumerken ist, dass das Gesamtgewicht von 44 Tonnen, welches aktuell im Vor- und Nachlauf einzuhalten ist, auch mit Sicherheit für *EuroCombis* gelten würde. Das würde bedeuten, dass der ***EuroCombi* vor allem bei Transporten von (leichten) Volumengütern in Containern oder Wechselaufbauten und für Leercontainertransporte** zum Einsatz kommen würde. Bei Massen- und Durchschnittsgütern würde der zusätzliche Längengewinn des LKW aufgrund der hohen spezifischen Ladungsgewichte keine großen Vorteile mit sich bringen. Der *EuroCombi* ist **mit Sicherheit nicht für jedes Transportgut geeignet**, könnte aber - neben der allgemeinen Straßenentlastung - im KV bewirken, dass viele LKW-Fahrten und somit Emissionen, sowie betriebsinterne Kosten eingespart werden könnten. Oft wird in den Medien der *EuroCombi*, aufgrund der Einsparungspotentiale, mit dem Begriff des „Ökoliners“ gleichgesetzt.

²¹⁹ Vgl. BGBl. I Nr. 116/2010-Kraftfahrgesetz 1967, §4 Abs. 7a

²²⁰ Vgl. WOLF, Lastauto Omnibus: Zeitungsartikel, 2012

7.2.3. Technische Innovationen und Forschung im Bereich des KV

Forschung und Innovation können einen wichtigen **Beitrag zur Erreichung von Umweltschutzziele**n leisten. Zwecks Verlagerung des Straßengüterverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger wie Bahn und Schiff, wird auch **im Bereich des kombinierten Verkehrs seit Jahren intensiv geforscht**, um diesen noch attraktiver und ökologischer für Unternehmen zu gestalten. Es gibt bereits eine Vielzahl von Studien, Visionen, konkreten Projekten, sowie geplanten bzw. umgesetzten Maßnahmen. Diese neuen Innovationen, sei es in technischer, ökologischer oder logistischer Hinsicht sollen helfen, den **KV insbesondere gegen den stetig steigenden Straßengüterverkehr als umweltfreundliche und effizientere Transportalternative zu positionieren**.²²¹ In Folge werden nur ein paar der vielen innovativen Forschungsbereiche mitsamt deren Maßnahmen kurz erwähnt, welche den KV revolutionieren könnten:

Neue Informations- und Kommunikationssysteme (I&K):

Neue IT-Systeme ermöglichen die lückenlose und permanente Verfolgung des einzelnen Gutes innerhalb der gesamten Transportkette im KV. Ebenso forscht man an Fahrerassistenzsystemen für LKW und Bahn. Diese zielen auf eine energiesparende Fahrweise ab und sollen unter Berücksichtigung diverser Einflussgrößen die optimale Transportroute sowohl für die Bahn als auch für den LKW berechnen.²²²

Neue Verkehrsträger und Umschlagtechnologien:

Jahrelange Forschung an einer elektronischen LKW-Deichsel: Das Zugfahrzeug wird von einem Fahrer gelenkt, und die nachfahrenden LKW-Fahrzeuge folgen mittels Sensorik und permanenten Abstandsmessungen führerlos dem ersten Fahrzeug. Durch neue Zugkonzepte sollen Waggons ohne Lok und Zugführer ihre Ladung ferngesteuert zu den jeweiligen Zielen transportieren (z.B. *CargoMover* von *Siemens TS*). Weiters liegt in diesem Forschungsbereich der Fokus auf neuen lärmarmen Reifen, neuen Fahrbahnbelägen, leiseren Bremssystemen bei Waggons und leiseren Schienenwegen. Um im KV Transportbehälter ohne Portalkran auf andere Verkehrsträger umschlagen zu können, wurde eine Reihe von neuen horizontalen Umschlagtechnologien entwickelt. Dadurch entfällt die Notwendigkeit eines Terminals und der Wechsel der Transportbehälter erfolgt direkt ohne zusätzliche technische Hilfsmittel zwischen LKW und Waggon. Solche innovativen Systeme sind z.B. der *CargoBeamer*, der *Steelbro* oder der *Mobiler* (siehe Unterkapitel 3.4.2.).²²³

Behälter- und Systemgrößen:

Hier forscht man schon seit längerem an einer Doppelstockbeladung mit Containern im KV. Das Problem stellen dabei Unterführungen entlang der Bahnstrecken dar, denn Waggons mit doppelt aufeinander gestapelten Containern würden aufgrund der anderen Höhenmaße diese nicht mehr passieren dürfen. Im Straßen-Vor- und Nachlauf diskutiert man seit Jahren über den Einsatz des *EuroCombis* (siehe 7.2.2.). Weiters überlegt man u.a. neben neuen Containerbauarten den 45-Fuß-Container für den KV (Straße und Schiene) zuzulassen.²²⁴

²²¹ Vgl. Öko-Institut et al., 2007, S. 1, 22

²²² Vgl. Ebenda, S.28

²²³ Vgl. Ebenda, S.29

²²⁴ Vgl. Ebenda, S.29

7.3. Die Problematik der „ersten/letzten Transportmeile“

Wie in dieser Arbeit schon mehrfach thematisiert wurde, weist der **unbegleitete kombinierte Verkehr gegenüber dem reinen Straßentransport eine Vielzahl von Vorteilen** hinsichtlich eines ökologischen und ressourcenschonenden **Transportes** auf. Auch bei der Ökobilanzierung der fiktiven Transportketten (siehe Unterkapitel 6.3.1. und 6.3.2.) können diese Unterschiede klar ausgemacht werden. Es hat sich dabei aber auch gezeigt, dass die Emissionen der kurzen Straßen-Vor- und -Nachläufe verglichen mit den Emissionen der Bahn im langen Hauptlauf relativ hoch sind und stark ins Gewicht fallen.

Aus raumplanerischer Sicht gilt es vor allem der „letzten Transportmeile“ hohe Aufmerksamkeit zu schenken. Es handelt sich dabei um den letzten Teil der Transportkette im KV, bei dem die Container oder Wechselaufbauten vom Empfangsterminal zu den Empfängern transportiert werden. In den meisten Fällen wird diese „letzte Transportmeile“ mit dem LKW durchgeführt und somit mit dem Begriff des Straßennachlaufes gleichgesetzt. Vor allem **in dicht besiedelten Ballungsräumen**, in denen sich Containerterminals bzw. Umschlagplätze meist in Randlagen befinden, **kommt es, bezogen auf die „letzte Transportmeile“, zu verschiedenen Problemen.** Die in dem Empfangsterminal mit Containern beladenen schweren LKW müssen oft z.B. direkt durch das Stadtzentrum fahren und der von der Stadtverwaltung unbeliebte innerstädtische LKW-Verkehr nimmt zu. Neben den **steigenden negativen Umweltauswirkungen** (Emissionen, Lärm, Staub,...) in den Ballungsräumen entwickeln sich aufgrund von zusätzlichen LKW-Fahrten unkontrollierbare infrastrukturelle Engpässen, die die Zustellung der Waren erheblich erschweren. Das bewirkt wiederum, dass die **Speditionen die Zuliefer Routen von den Terminals in die Ballungsräume verändern** und möglicherweise der LKW-Verkehr in ökologisch sensible Gebiete verlagert wird.

Der **KV besitzt das Image einer sehr umweltfreundlichen Transportform** gegenüber dem herkömmlichen Straßengüterverkehr, u.a. wird immer wieder von einer Entlastung der Straßen gesprochen. Das ist insofern richtig, da eine Verlagerung des Straßengüterverkehrs auf die Schiene über lange Transportdistanzen erfolgt.²²⁵ Die **Problematiken der „letzten Transportmeile“ und die Belastung der Straßen im Zulieferverkehr werden meist nur wenig thematisiert.**

Der unbegleitete kombinierte Verkehr versteht sich im Sinne der Raumplanung und somit einer vorausschauenden und planmäßigen Gestaltung der bestmöglichen Nutzung des menschlichen Lebensraumes, durchaus als ein **geeignetes Instrument, den Güterverkehr ökologisch verträglicher und ressourceneffizienter zu gestalten.** Bei Planungen im Logistiksektor ist es besonders wichtig, stets wirtschaftliche, aber auch soziale Interessen zu berücksichtigen.²²⁶ Große Projekte wie z.B. ein Containerterminal sind unter **Einbeziehung der Bevölkerung zu entwickeln, um Akzeptanz zu schaffen.** Weiters sind diese auf deren Umweltverträglichkeit zu prüfen und zwecks Wirtschaftlichkeit in der Nähe von großen Industriezentren zu positionieren. Die **Vor- und Nachlaufdistancen sollten im Sinne des KV gegenüber dem Hauptlauf mit der Bahn so gering wie möglich gehalten werden.** Geeignete mögliche Standorte für Umschlagknoten sollten in der Flächenwidmungsplanung in Hinblick auf die zukünftige Stadtentwicklung rechtzeitig abgesichert werden, ebenso muss ausreichend Platz für Gleistrassen zur Verfügung stehen.

²²⁵ Vgl. Kombinerter-Verkehr (2), 24.09.2012

²²⁶ Vgl. Raumordnung Steiermark, 24.09.2012

Oft lassen sich aber neue Umschlagplätze oder Gleiskörper, welche unumgänglich für den Einsatz des KV sind, aufgrund der baulichen Struktur des Siedlungsgebietes oder der mangelnden Akzeptanz der Bevölkerung nicht in die Realität umsetzen. **Die „letzte Meile“ zu den Empfängern der Güter kann aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und der verkehrlichen Anbindung meist nur über ein straßengebundenes Fahrzeug realisiert werden.** Um hier in Zukunft eine umweltfreundlichere Alternative anbieten zu können, wurden im Rahmen der Stadtlogistik und des KV intensive Forschungen angestellt und passende Konzepte ausgearbeitet, um die **negativen Auswirkungen innerstädtischer schwerer LKW-Zulieferverkehre im KV reduzieren** zu können. Im Folgenden wird nun **ein solch interessantes Forschungskonzept** näher beschrieben. Ziel all dieser Konzepte ist es, die Transportketten des KV wirtschaftlicher und umweltfreundlicher als bisher zu gestalten, die **negativen Umwelteinflüsse des Straßenverkehrs bezogen auf die „letzte Transportmeile“ in Ballungsräumen zu reduzieren** und die bestehende Straßeninfrastruktur in den dicht besiedelten Gebieten von schweren LKW-Fahrzeugen zu entlasten.

Konzept des intermodalen Kleincontainerverkehrs mit Combi-Boxen:

Bei diesem Konzept werden die zu transportierenden Güter nicht so wie beim „herkömmlichen“ kombinierten Verkehr mit LKW und Bahn in ISO- oder Binnencontainer verladen. Die Güter werden stattdessen in eigene **Kleincontainer** (auch Combi-Boxen genannt) verladen und bleiben, entsprechend dem Prinzip des KV, während des gesamten Transportes in ein und demselben Transportgefäß. Diese Kleincontainer sind für die **Beladung von vier Europaletten optimiert** und zeichnen sich durch besonders kompakte Außenmaße aus, was wiederum für eine optimale gewichtsmäßige Auslastung der Container spricht. Die Containerlänge von nur 2,5m entspricht exakt der Außenbreite eines Binnencontainers, somit lassen sich gleich mehrere dieser Kleincontainer problemlos und ohne Umbauten quer auf bestehende Fahrzeuge verladen.²²⁷

Der **Containerumschlag auf andere Transportmittel kann sowohl horizontal, als auch vertikal erfolgen.** Große Containerterminals sind für den horizontalen Umschlag nicht notwendig, lediglich ein Anschlussgleis mit einem geeigneten Horizontalumschlaggerät ist erforderlich. Aufgrund der universellen Einsatzbarkeit der kleinen Container, dem Entfall von Umschlagterminals und eventuellen Verteilerzentren und der Kostenvorteile gegenüber herkömmlichen Binnencontainern, **kann ein viel größerer Kundenkreis für den KV gewonnen werden.** Mit diesem Konzept könnte es sich auch für kleinere und mittlere Unternehmen wirtschaftlich - neben den ökologischen Vorteilen - rechnen, Güter zukünftig mit dem KV transportieren zu lassen.²²⁸

Ein weiterer wichtiger Aspekt in Bezug auf die **Raumplanung und die Logistik** ist, dass diese Kleincontainer neben großen LKW auch auf kleine City-Fahrzeuge verladen werden können. **Die „letzte Transportmeile“ erfolgt mit wendigen leichten Fahrzeugen.** Diese können jeweils mit einem Kleincontainer beladen werden, wobei die Be- und Entladung selbst von den Fahrzeugen an jedem Ort problemlos durchgeführt werden kann. Die Belieferung der Empfänger mit den Containern erfolgt somit mittels umweltfreundlicher City-Fahrzeuge, Abgas- und Lärmemissionen können eingespart werden und der bisher **problematische Straßennachlauf in Ballungszentren könnte mit diesem Kleincontainerprinzip revolutioniert und ökologisch verträglicher gestaltet werden.** Wie aktuelle Beobachtungen in der Nutzfahrzeugbranche zeigen, hat in den letzten Jahren branchenintern ein Umdenken in Richtung Umweltfreundlichkeit und Effizienz stattgefunden und man forscht u.a. intensiv an alternativen Antriebskonzepten. Vor allem

²²⁷ Vgl. FIS (3) - Forschungsinformationssystem, 25.09.2012

²²⁸ Vgl. Stadt Zürich, 25.09.2012, S.2

im leichten **Verteilerverkehr gibt es schon brauchbare Antriebskonzepte**, z.B. Hybrid-LKW und -Lieferwägen. Mit der Kombination von Diesel- und Elektromotoren lassen sich, je nach Anwendung, der Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen um 10 bis 20% nach aktuellem Stand der Technik reduzieren.^{229 230}

Das **Kleincontainerkonzept** in Kombination mit alternativen Antrieben in Straßenfahrzeugen (reines Elektrofahrzeug, Hybridfahrzeug,...) könnte als **einer von vielen Lösungsansätzen für die aktuellen Problematiken der „letzten Transportmeile“ in Stadtgebieten** fungieren. Der KV könnte mit besonders ökologischen Transportketten gegenüber dem reinen Straßenverkehr punkten und mit Sicherheit einiges dazu beitragen, dass sowohl **raumplanerische, als auch verkehrspolitische und umweltpolitische Ziele in Bezug auf Transport und Logistik erreicht werden** können.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Funktionsweise des Kleincontainerkonzeptes auf.



Abbildung 63: vertikaler Umschlag von Combi-Boxen
(Stadt Zürich, 25.09.2012, S.4)



Abbildung 64: Combi-Box
(Stadt Zürich, 25.09.2012, S.2)



Abbildung 66: horizontaler Umschlag von Combi-Boxen
(Stadt Zürich, 25.09.2012, S.2)



Abbildung 65: City-Fahrzeuge für Combi-Boxen
(Stadt Zürich, 25.09.2012, S.2)

²²⁹ Vgl. Ebenda

²³⁰ Vgl. Daf Trucks, 25.09.2012

7.4. Ausblick für die Zukunft des KV in Österreich

Das Unterkapitel 7.4. gibt einen kurzen Ausblick über die zukünftige Entwicklung des kombinierten Verkehrs in Österreich. Neben den prognostizierten Güterverkehrsleistungen auf der Straße und auf der Schiene bis zum Jahr 2025 werden auch die wichtigsten geplanten Bundesinfrastrukturprojekte (Straßen- u. Bahnprojekte) des BMVIT aufgelistet. Anschließend wird auf den Ausbau und Neubau von KV-Terminals und Anschlussbahnen näher eingegangen und es werden politische Umsetzungsstrategien für den KV aufgelistet.

7.4.1. Prognosen der Güterverkehrsleistungen

Im Rahmen der vom BMVIT in Auftrag gegebenen **Verkehrsprognose Österreich 2025+** wurden u.a. auch die zu erwartenden **Güterverkehrsleistungen in Tonnenkilometer für die Verkehrsträger Straße und Schiene ermittelt**. Die Arbeiten wurden zwischen 2003 und 2006 erstellt, eine Aktualisierung erfolgte im Jahr 2008.²³¹

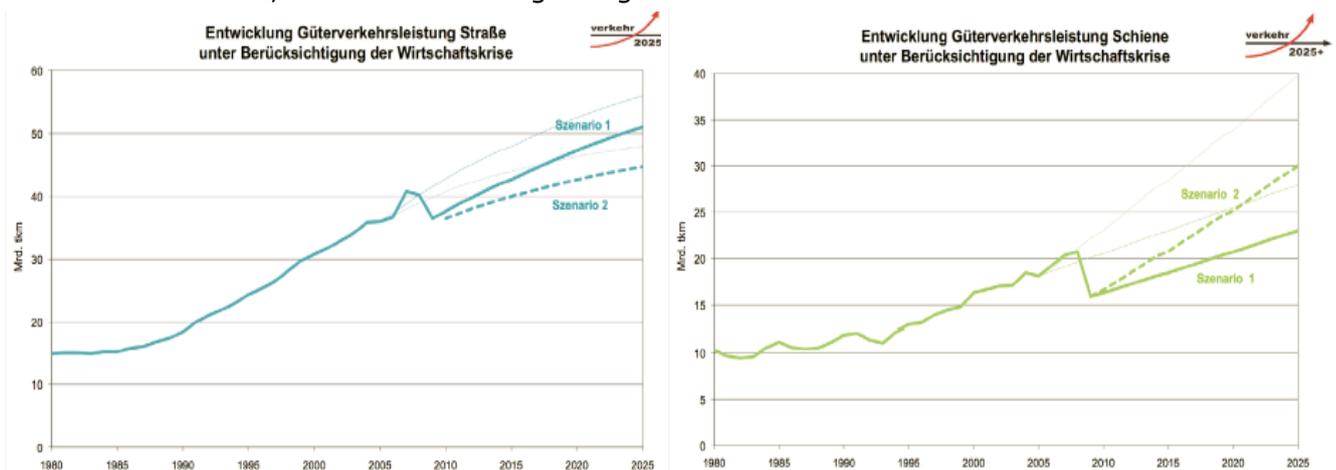


Abbildung 67: Prognosen der Güterverkehrsleistungen bis 2025 von Straße u. Schiene (BMVIT (1), Ausbauplan 2011-2016, S.15)

In der Abbildung 67 sind jeweils zwei Szenarien zu sehen. **Szenario 1** geht von einem **unveränderten Modal Split im Güterverkehr** bis zum Jahr 2025 aus und setzt den bisherigen Trend fort. **Szenario 2 zeigt dabei eine Verschiebung des Modal Splits zugunsten der Schiene** aufgrund des Ausbaus von Bahnstrecken, neu gebauten Strecken, Förderungen und dem steigenden Umweltbewusstsein vieler Unternehmen.

Die dezent hinterlegten und weiterführenden Linien (eingezeichnet für Straße als auch für die Schiene) ab dem Jahr 2005 zeigen die damals prognostizierten beiden Zukunftsszenarien auf. Diese haben allerdings dann ab dem Jahr 2008, aufgrund der Finanz- und Wirtschaftskrise, an Gültigkeit verloren, wodurch im Jahr 2008 neue Szenarien berechnet wurden. Der in dieser Arbeit behandelte **KV spielt vor allem bei Zukunftsszenario 2 eine wichtige Rolle** und könnte dazu beitragen, den Modal Split im Güterverkehr gezielt zu verändern und eine politisch gewünschte Transportverlagerung von der Straße auf die Schiene zu bewirken. Anzumerken ist, dass sich die Güterverkehrsleistungen der

²³¹ Vgl. BMVIT (1), Ausbauplan 2011-2016, S.7-8

Verkehrsprognose 2025+ von denen der STATISTIK AUSTRIA unterscheiden, wobei sich bei letzteren die Daten auf das österreichische Staatsgebiet beziehen. Deshalb kommt es auch zu unterschiedlichen Ergebnissen in Unterkapitel 4.1.²³²

7.4.2. Geplante Infrastrukturprojekte 2011-2016

Das österreichische Verkehrssystem ist ein wichtiger Bestandteil des europäischen Gesamtsystems. Um auch in Zukunft ein weiterhin leistungsfähiges Verkehrssystem anbieten zu können, muss laufend evaluiert, geplant und investiert werden. Das BMVIT hat aufgrund dessen einen **Ausbauplan für die Bundesinfrastruktur für die Jahre 2011-2016** erstellt. In diesem Plan ist ersichtlich, welche Projekte die ASFINAG und die ÖBB in Zukunft umsetzen werden. Neben dem Ausbau von bisherigen als „problematisch“ geltenden Streckenabschnitten wird auch viel in neue Streckenabschnitte, sowohl Straßen- als auch Bahnprojekte, investiert. Mit all diesen geplanten Baumaßnahmen sollen die Bedürfnisse der Bevölkerung an einer **regionalen und überregionalen Mobilität** abgedeckt werden sowie der Wirtschaftsstandort Österreich hinsichtlich Sicherung und Verbesserung der **Erreichbarkeit im Personen- und Güterverkehr** gestärkt werden. Zusätzlich sollen mit diesen Maßnahmen eine Reduktion der Treibhausgase erfolgen und trotz der Bauprojekte die natürlichen Ressourcen möglichst geschont, sowie die Bedürfnisse der Anrainer und die Lebensqualität allgemein verbessert werden.²³³

Die Ziele der **neu geplanten Eisenbahnprojekte**, welche **auch für den KV positive Auswirkungen** haben werden, sind neben der Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene und der Reduktion von verkehrsbedingten CO₂-Emissionen auch die Modernisierung von (Güter-)Bahnhöfen, sowie die spezielle Fokussierung auf Bahnlinien mit ausreichendem Potential für den leistungsfähigen Güterverkehr. Nebenbei soll durch Optimierungsmaßnahmen eine Kostenreduktion von Eisenbahnanlagen und -betrieb erfolgen.²³⁴

In **Abbildung 68** auf der nächsten Seite sind insgesamt **27 Bahn- und 15 Autobahnprojekte** eingetragen. Weitere Informationen zu dieser Karte, zu den Zielen und Projekten, sowie zu dem Ausbauplan allgemein findet man unter folgendem Link:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/>, 27.09.2012

Folgende Schienenprojekte, welche auch in Abbildung 68 eingetragen sind, sind neben dem Personenschienenverkehr **für den kombinierten Güterverkehr von Bedeutung**:

- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1 St. Margrethen – Lauterach;
Attraktivierung Bestandsstrecke | 11 Koralmbahn Graz – Klagenfurt
Werdorf – Spielfeld-Straß;
2-gleisiger Ausbau (inkl. Bhf. Leibnitz) | 20 Gänserndorf – Marchegg –
Staatsgrenze; Elektrifizierung |
| 2 Sicherheitstechnische Maßnahmen
Arlberg-Bahntunnel | 13 Graz Hbf. Bahnhofsumbau | 21 Flughafen Wien-Schwechat –
Götzendorf; Neubaustrecke |
| 3 Tiroler Vertrag – Attraktiv. Außerfernbahn | 14 Ybbs – Amstetten;
4-gleisiger Ausbau (Lückenschluss) | 22 Wien Hauptbahnhof, Neuerrichtung |
| 4 Brennerbasistunnel | 15 St. Pölten; Neubau
Güterzugumfahrung | 23 Meidling – Wampersdorf;
Ausbau Pottendorfer Linie |
| 5 Kundl / Radfeld – Baumkirchen;
4-gleisiger Ausbau | 16 Gloggnitz – Müzzuschlag;
Sanierung Bestandsstrecke | 24 Müllendorf – Eisenstadt;
Errichtung Schleife |
| 6 Salzburg Hbf. – Freilassing;
3-gleisiger Ausbau | 17 Semmeringbasistunnel | 25 Bhf. Schladming |
| 7 Salzburg Hbf.; Bahnhofsumbau | 18 Wien – St. Pölten; Neubaustrecke | 26 Bhf. Bruck/Mur |
| 8 Linz – Wels; 4-gleisiger Ausbau | 19 Verbindungsstrecke zw. West-, Süd-
und Donauländebahn (Lainzer Tunnel) | 27 Bhf. Kitzbühel |
| 9 Linz – Summerau | | 28 Bhf. Schwarzach-St. Veit |
| 10 Bosrucktunnel; Planung | | 29 Bhf. Zeltweg |

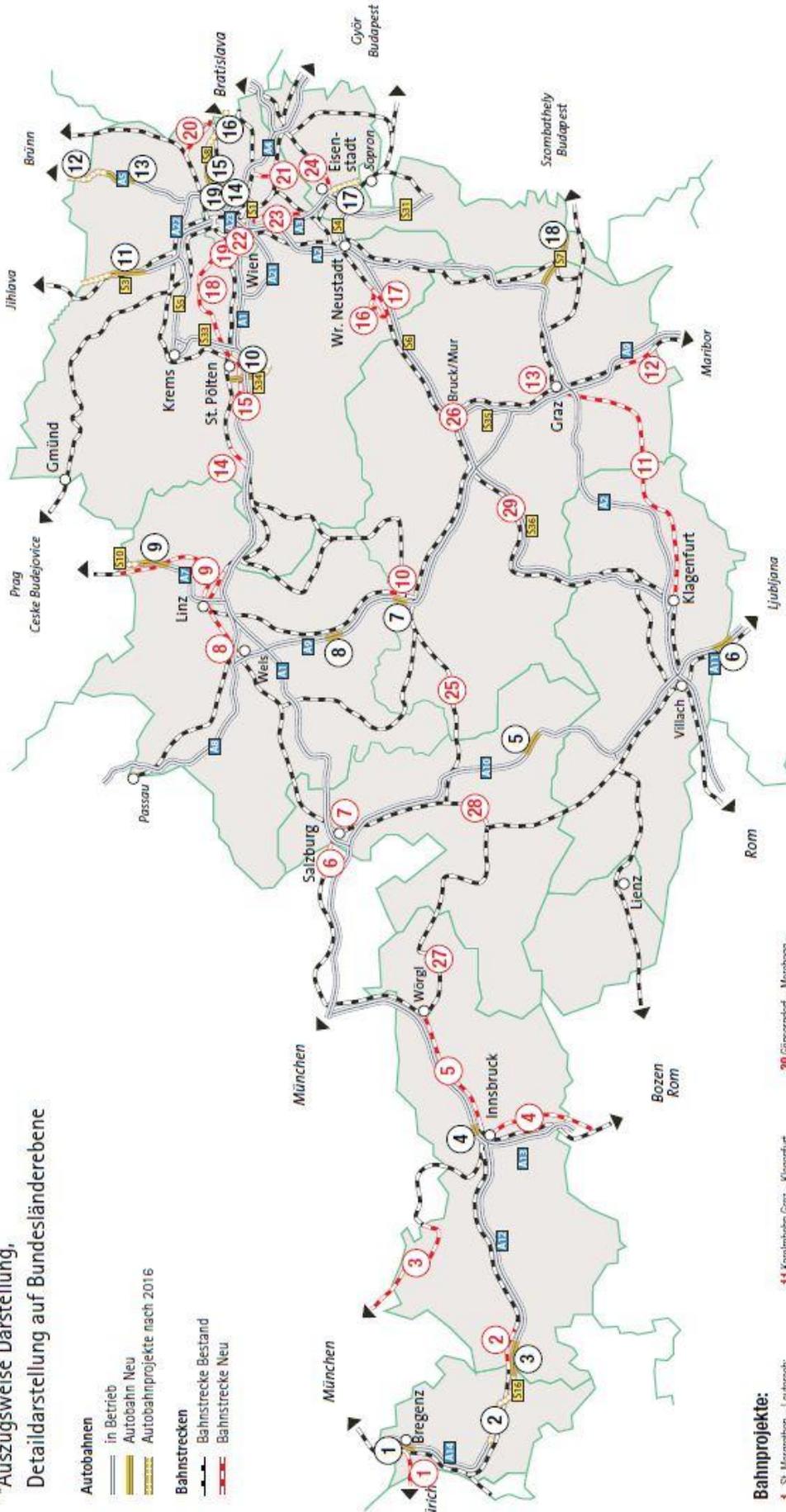
²³² Vgl. BMVIT (1), Ausbauplan 2011-2016, 13-16

²³³ Vgl. Ebenda, S.2-4

²³⁴ Vgl. Ebenda, S.29

Infrastrukturprojekte 2011–2016*

*Auszugsweise Darstellung,
Detaildarstellung auf Bundesländerebene



Bahnprojekte:

- 1 St. Margrethen – Lauterach;
- 2 Ackerkerning Bestandsstrecke
- 3 Anberg-Bahntunnel
- 3 Tinerl Vertrag – Attraktiv. Außenfernbahn
- 4 Brenntalstrecke
- 5 Kundl / Flaßfeld – Baumkircher;
- 4-gleisiger Ausbau
- 6 Salzburg Hbf. – Freilassing;
- 3-gleisiger Ausbau
- 7 Salzburg Hbf., Barmhofsambau
- 8 Linz – Wels; 4-gleisiger Ausbau
- 9 Linz – Summeau
- 10 Bozen/Innsbruck; Planung
- 11 Koralmbahn Graz – Klagenfurt;
- 12 Weimdorf – Spöckle-Strahl;
- 13 Graz Hbf. Bahnhofsambau
- 14 Völs – Amstetten;
- 4-gleisiger Ausbau (Lückenschluss)
- 15 St. Pölten; Neubau
- 16 Gögging – Mürzzuschlag;
- 2-gleisiger Ausbau (inkl. BfH. Leibnitz)
- 17 Sommeringbasistunnel
- 18 Wien – St. Pölten; Neubaustrecke
- 19 Verbindungsstrecke zw. Wiesel- Süd- und Donauuferbahn (Lernzer Tunnel)
- 20 Gänserndorf – Marchegg – Staatsgrenze; Elektrifizierung
- 21 Flughafen Wien-Schwechat – Gänserndorf; Neubaustrecke
- 22 Wien Hauptbahnhof; Neuanordnung
- 23 Mauting – Wampersdorf; Ausbau; Probefahrer Linie
- 24 Müllersdorf – Eisenstadt; Errichtung Schiffe
- 25 BfH. Schladming
- 26 BfH. Bruck/Mur
- 27 BfH. Kirchbühl
- 28 BfH. Schwarzach-St. Veit
- 29 BfH. Zellwag

Autobahnprojekte:

- 1 A 14 Pfändertunnel; 2. Röhre inkl. Sanierung Bestandsröhre
- 2 S 16 Dalaasertunnel – Rudenz
- 3 Sicherheits-technische Maßnahmen Absegersbentunnel
- 4 A 12 Innsbruck – Amras; Sicherheitsausbau
- 5 A 10 Tauernstunnel; 2. Röhre inkl. Sanierung Bestandsröhre/ A 10 Umweltlastungsmaßnahmen Zedersau
- 6 A 11 Karawankentunnel; Sicherheits-technische Nachrüstung Schwechat – Süßenbrunn
- 7 A 9 Borsuckentunnel; 2. Röhre inkl. Sanierung Bestandsröhre
- 8 A 10 Tunneltrete Klaus; 2. Röhre
- 9 S 10 Unterwiesentunnel – Freisbad
- 10 S 34 St. Pölten Helling – Wihlmärsburg
- 11 S 3 Hollabrunn – Gurtenstorf
- 12 A 5 Poysbrunn – Staatsgrenze (Relais-Isolierung Umfahrung Dassenhofen)
- 13 A 5 Schrick – Poggersbrunn
- 14 S1 Wiener Außenring Schnellstraße; Sicherheits-technische Nachrüstung
- 15 S 8 Kraton Dtl. Weagram – Gänserndorf
- 16 S 8 Gänserndorf – Staatsgr. Marchegg
- 17 A 3 Eisenstadt – Staatsgr. Klingmündach
- 18 S 7 Hagenstorf – Staatsgrenze
- 19 A 23 Landstraße Europagata

Abbildung 68: Geplante Infrastrukturprojekte in Ö 2011-2016 (BMVIT (1), Ausbauplan 2011-2016, S.37)

7.4.3. Ausbau von Terminals und Anschlussbahnen

Um in Zukunft den **kombinierten Güterverkehr** für Unternehmen und Betriebe **attraktiver zu gestalten** und gewünschte Güterverlagerungen von der Straße auf die Schiene zu erzielen, muss - neben dem Aus- und Neubau der allgemeinen Bundesinfrastruktur (siehe 7.4.2.), welche auch den Transporten von Personen dient - **der Fokus auf den Anschlussbahnen und Güterterminals liegen**. Diese Anschlussbahnen (in Österreich derzeit ca. 1.000) werden von den Anschlussnehmern verwaltet und sind mit den Gleisen einer Haupt- oder Nebenbahn direkt verbunden. **Anschlussbahnen tragen zur Bündelung von Güterströmen in (Ballungs-)Regionen bei und stellen neben den Terminals einen wichtigen Faktor zur Verlagerung von Gütern auf die Schiene dar.**²³⁵ Seit 01.01.2007 und bis 31.12.2012 läuft im Rahmen des BMVIT in Österreich das Programm zur Unterstützung des Ausbaus von Anschlussbahnen (siehe auch Unterkapitel 4.9. Punkt 3)).²³⁶ Pro Jahr standen für dieses Programm 15 Millionen Euro zur Verfügung. Nach dem Auslaufen dieses Programmes sollen jedoch laut Bundesregierung nur mehr 7,5 Millionen Euro zur Verfügung stehen und ab 2014 die Förderungen komplett gestrichen werden.²³⁷ Das wäre fatal, denn Anschlussbahnen sind für ökologische Verkehrskonzepte im Rahmen des Güterverkehrs besonders wichtig, da es u.a. möglich wäre, einzelne Waggons bzw. Ganzzüge direkt am Firmengelände zu beladen und dadurch umweltschädliche Zwischentransporte mit dem LKW wegfallen würden. Wichtig wäre es, **Anschlussbahnen neben Terminals flächendeckend und vor allem in der Nähe von großen Industriestandorten und -zentren zu bauen**, um hier Unternehmen zukünftig die Möglichkeit an umweltfreundlichen Transporten mit dem KV anbieten zu können. Wie schon mehrfach erwähnt worden ist, spielen im KV neben den Anschlussbahnen besonders **Güterterminals und Umschlagknoten eine tragende Rolle**, wobei beim Einsatz von horizontalen Umschlagtechniken solche Terminals nicht unbedingt von Nöten sind. Diese können sowohl privat als auch durch die öffentliche Hand betrieben werden. Allgemein gilt es, bestehende Umschlagknoten im Rahmen des KV zu sichern und durch Neubauten neue Kundenkreise für den KV zu gewinnen. Um das **Problem der „letzten Transportmeile“, insbesondere in der Großstadt Wien**, besser bewältigen zu können und die innerstädtischen Gebiete vom Straßengüterverkehr zu entlasten, soll an der Schnittstelle der Pottendorfer Linie und der Schnellstraße S1 ein großer **multifunktionaler Güterterminal** errichtet werden. Dieser Terminal Wien Inzersdorf ist für den Wagenladungs-, für den Stückgut- und den kombinierten Verkehr konzipiert. Der voraussichtliche Baubeginn wird im Frühjahr 2013 sein und das voraussichtliche Bauende 2017/2018, wobei in Etappen gebaut werden wird. Dieses **Großprojekt im Süden von Wien soll einen wesentlichen Beitrag zur Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene** leisten, kleinere Güterbahnhöfe im Wiener Bereich sollen darüber hinaus nach Fertigstellung aufgelassen und Verschubfahrten dadurch reduziert werden.²³⁸ Durch die ideale Lage des neuen Terminals ist er verkehrstechnisch in alle Hauptverkehrsrichtungen optimal angeschlossen und ein rascher Anschluss an das nationale und internationale Schienennetz wird gewährleistet. Der Terminal soll dem neuesten Stand der Technik entsprechen und einen großen Beitrag für den Umweltschutz im Wiener Stadtgebiet leisten.

²³⁵ Vgl. Schienen Control, 30.09.2012

²³⁶ Vgl. BMVIT (5), 30.09.2012

²³⁷ Vgl. WKO (2), 2011, S.23

²³⁸ Vgl. ÖBB (3), 30.09.2012

Diverse Informationsmaterialien und das Umweltverträglichkeitsgutachten zum neuen Terminal Wien Inzersdorf findet man unter folgendem Link:

http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/verfahren/gueterterminal_inzersdorf/index.html
, 30.09.2012

7.4.4. Umsetzungsstrategien für die Verlagerung des Güterverkehrs

Im Folgenden werden nun einige **Programme und Förderinstrumente** aufgelistet, welche für den **österreichischen begleiteten und unbegleiteten Verkehr von großer Relevanz** sind. Einiges davon wird im nächsten Unterkapitel 7.4.5. näher beschrieben. Auf alle Programme und Projekte wird nicht genau eingegangen, da dies den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Es soll lediglich gezeigt werden, dass man in Österreich einige Anreize setzt, damit Betriebe und Unternehmen den KV gegenüber dem reinen Straßengüterverkehr vermehrt vorziehen. **Ziel all dieser Förderungen** ist es, eine **Verlagerung des Güterverkehrs** von der Straße auf die Schiene zu bewirken, Kosten einzusparen und einen großen **Beitrag zum Umweltschutz** in Form von ökologisch verträglichen Gütertransporten **zu leisten**.

Weiterführende Informationen zu den aufgelisteten Förderungen und Programmen findet man unter folgendem Link mitsamt dort weiterführenden Links:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/index.html>, 01.10.2012

Förderungen:²³⁹

- Finanzielle Förderungen (Investitionen,...)
- Steuerliche Maßnahmen (Begünstigung bei KFZ-Steuer,...)
- Ordnungspolitische Maßnahmen (Ausnahme von Fahrverboten,...)
- Infrastrukturmaßnahmen (BMVIT Ausbauplan der Bundesinfrastruktur 2012-2017)

Programme und Projekte:²⁴⁰

„Innovationsförderprogramm Kombiniertes Güterverkehr“ – Laufzeit: 2009-2014

„Pilotprogramm zur Entwicklung von intermodalen Verkehren und zur Förderung von Projekten im Kombinierten Verkehr auf der Wasserstraße Donau“ – Laufzeit: 2007-2013

EU-Förderprogramm „Marco Polo 2“ – Laufzeit: 2007-2013

Projekt "Transalpine Transport Architects" (TRANSITECTS) – Laufzeit: Juli 2009 – Juni 2012

Verein CombiNet – Netzwerk Kombiniertes Verkehr seit 2007 bis heute

²³⁹ Vgl. BMVIT (6), 01.10.2012

²⁴⁰ Vgl. BMVIT (7), 27.05.2012

7.4.5. Förderungen des kombinierten Verkehrs in Österreich

Die **österreichische Verkehrspolitik** misst dem KV eine zentrale Bedeutung bei der Lösung von Problemen im Straßengüterverkehr bei. **Der LKW an sich gilt als besonders flexibel**, da er schienenungebunden und die Straßeninfrastruktur in Österreich im Allgemeinen sehr gut ausgebaut ist. Jedes Unternehmen und jede Firma besitzt zumindest einen Straßenanschluss. Weites gibt es unterschiedlich schwere und lange LKW mit und ohne Anhänger, die je nach Transportgut optimal eingesetzt und angepasst werden können. **Ziel des KV ist es, die unterschiedlichen spezifischen Vorteile der beiden Verkehrsträger Schiene und Straße optimal zu nutzen und umweltverträgliche Transporte zu organisieren.** In den letzten Jahren hat vor allem die Ökologie im Logistiksektor an großer Bedeutung gewonnen. Aufgrund dessen versucht man auch in Österreich mit diversen Maßnahmen und Förderungen einen **wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Gütermobilität zu setzen.**

Diese Maßnahmen umfassen:

- *„Finanzielle Förderungen (Investitionsbeihilfen, Finanzierung der Terminalinfrastruktur, Abgeltung der gemeinwirtschaftlichen Leistungen),*
- *Steuerliche Maßnahmen (Begünstigungen bei der Kraftfahrzeugsteuer),*
- *Ordnungspolitische Rahmenbedingungen zur Förderung des Kombinierten Verkehrs (zum Beispiel Liberalisierungen, Ausnahmen von temporären Fahrverboten für Vor- und Nachlauf),*
- *Infrastrukturmaßnahmen (für den Schienenverkehr und den Kombinierten Verkehr).²⁴¹*

Fördermaßnahmen für den KV auf nationaler Ebene:

1) Innovationsprogramm Kombiniertes Verkehr

Ziel dieses Programms ist es, den **intermodalen kombinierten Verkehr in Österreich zu fördern und zu verbessern.** Um eine Verlagerung des Straßengüterverkehrs auf andere Verkehrsträger zu erzielen, sollen vor allem die Qualität und die Effizienz der Transportmittel und der Umschlaganlagen gesteigert werden. Eine **jährliche Güterverlagerung von der Straße auf andere Verkehrsträger von bis 2 Milliarden Tonnenkilometer wird angestrebt.** Um dieses Ziel in Österreich so gut wie möglich umzusetzen, stehen jährlich für Fördermaßnahmen finanzielle Mittel in der Höhe von bis zu 3 Mio. € zur Verfügung. Man erwartet sich durch dieses Programm eine allgemein verbesserte Kooperation der Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße sowie eine Optimierung der Verkehrsabläufe. **Ein großes Augenmerk liegt** aufgrund der zu erwarteten Emissionsreduktion **auch auf dem Umweltschutz** und auf der erhöhten Sicherheit im Straßenverkehr.

Dauer der Förderperiode:

1.1.2009 – 31.12.2014

²⁴¹ BMVIT (6), 01.10.2012

Antragsberechtigte:

Alle in Österreich niedergelassenen Transport-, Umschlags- und Logistikunternehmen, wie z.B. Frachtunternehmen, Spediteure, Kombiverkehrsgesellschaften, Hafenbetriebsgesellschaften, Schifffahrts- und Eisenbahnunternehmen sind berechtigt, im Rahmen dieses Programms Förderungen zu erhalten.

Fördergegenstand:

- **Transportgeräte für den KV** (insbesondere Binnencontainer und Wechselaufbauten, sowie Spezialfahrzeuge und -behälter für den kombinierten Verkehr z.B. fahrerlose Transportsysteme, Abrollcontainer-Transportsystem, sowie Adaptierungen an Sattelfahrzeugen und solche für vor- und nachlaufähiges Gerät)
- **Einsatz von innovativen Technologien und Systemen** zur Angebotsverbesserung des kombinierten Verkehrs (Logistiksysteme, innovative Umschlagstechnologien, verkehrsträgerübergreifende Informations- und Kommunikationstechnologien)
- **Machbarkeitsstudien** für konkrete Durchführungsmaßnahmen im Bereich des intermodalen KV im Rahmen von Marco Polo, EUREKA, INTERREG, etc. Bei diesen Studien muss der verkehrspolitische und wirtschaftliche Nutzen für Österreich überwiegen.
- **Externe Ausbildungskosten** (Einschulungen im EDV-Logistikbereich, spezifische Sprachkurse, etc.)^{242 243}

Förderungsausmaß:

- Bei **Transportgeräten** beträgt die **Förderung max. 30% der anrechenbaren Investition**.
- Bei **innovativen Technologien und Systemen** beträgt die **Förderung max. 30% der anerkehbaren Investition**.
- Bei den **Machbarkeitsstudien** werden **max. 50% der Gesamtkosten gefördert**.
- Bei den **externen Ausbildungskosten** werden **max. 50% der anrechenbaren Kosten gefördert**.

Die maximale Fördersumme dieses Programms beträgt pro Projekt 800.000€, hingegen die Geringfügigkeitsgrenze für Förderungen 8.000€.²⁴⁴

Informationen zu den Förderungsvoraussetzungen, Auflagen, Verpflichtungen, zur Einreichung und zur Einreichstelle, Ansprechpartnern, sowie zu nicht förderbaren Objekten und zum Einreichverfahren selbst findet man unter folgendem Link:

http://www.bmvit.gv.at/innovation/verkehrstechnologie/downloads/kgv_richtlinien_09.pdf,
30.05.2012

²⁴² Vgl. BMVIT (2), 2009, S.4-5

²⁴³ Vgl. BMVIT (8), 30.05.2012, S.1-2

²⁴⁴ Vgl. BMVIT (9), 30.05.2012, S.5

2) Programm zur Unterstützung von Umschlagsanlagen im intermodalen Verkehr Straße-Schiene-Schiff (Terminalförderung)

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) bietet ein **Programm für die Förderung von Umschlagterminals an**. Mit diesem Programm, welches ab 01.07.2006 und bis zum 30.06.2012 läuft, werden die **Errichtung, die Erweiterung und die Modernisierung von Umschlaganlagen unterstützt**. Wichtige Voraussetzungen, um finanzielle Mittel im Rahmen dieses Programmes zu erhalten, sind, dass sich diese Anlagen in Österreich befinden müssen und unmittelbar vor Ort dem Güterumschlag dienen. Insgesamt sollen die Zugänge zur Bahn und zur Binnenschifffahrt verbessert werden.

Die **finanzielle Unterstützung erfolgt entweder als einmaliger oder als laufender Zuschuss**, meist im Rahmen eines Annuitätenzuschusses. Anzumerken ist auch, dass sich der oder die Betreiber der Terminals auch dazu verpflichten, die Anlage über eine **Mindestbetriebsdauer von** z.B. 7 Jahren zu betreiben. So bleibt gewährleistet, dass auch die geförderten, meist sehr kostenintensiven Umschlaganlagen auf längere Zeit in Betrieb bleiben und der KV langfristig gesichert wird.^{245 246}

Tabelle 23 zeigt den **Förderanteil in Abhängigkeit von der Mindestbetriebsdauer**. Je länger man einen Terminal aktiv betreibt, desto höher fällt der Förderanteil aus.

Förderanteil (mit einem oder mehreren Gewerken bis zu:)		Mindestbetriebsdauer (gültig für das Gesamtvorhaben)
max. 50 %		11 Jahre
max. 30 %		7 Jahre
max. 20 %		5 Jahre

Tabelle 23: Förderanteile bei Umschlaganlagen
(BMVIT (10), 30.05.2012, S.8)

Informationen zu den Förderungsvoraussetzungen, Auflagen, Verpflichtungen, zur Einreichung und zur Einreichstelle, zum Betrieb der Anlagen, zu den Ansprechpartnern, sowie zu nicht unterstützungsfähigen Vorhaben und zum Einreichverfahren selbst findet man unter folgendem Link:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/downloads/terminalrichtlinie.pdf>, 30.05.2012

²⁴⁵ Vgl. BMVIT (8), 30.05.2012, S.2-3

²⁴⁶ Vgl. BMVIT (10), 30.05.2012, S.4-5

3) Programm zur Unterstützung des Ausbaues von Anschlussbahnen

In Österreich finden **fast zwei Drittel des jährlichen Schienengüterumschlages auf den Schienen einer Anschlussbahn** statt. Für den KV sind private Gleisanschlüsse ebenso von großer Bedeutung und förderungswürdig. Aufgrund dieses Sachverhaltes hat man sich zum Ziel gemacht, Anschlussbahnen weiter auszubauen, um so die **Wettbewerbsgleichheit zwischen Schiene und Straße herzustellen**. Positive Nebeneffekte sind die Stärkung des Umweltschutzes und die Erhöhung der Verkehrssicherheit. Während das gesamte Schienennetz in Österreich laufend ausgebaut und erneuert wird, **muss der Schiene in Quell- und Zielgebieten vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden**, um so die Entscheidung zu Gunsten des Verkehrsmittels Schiene bei den Unternehmen für ihre Transporte zu erleichtern. Bereits im Jahr 1994 hat man ein Programm zum Ausbau von österreichischen Anschlussbahnen erarbeitet. Das aktuelle Programm zur Unterstützung des Ausbaues von Anschlussbahnen läuft im Rahmen des BMVIT vom 01.01.2007 bis zum 31.12.2012. **Gefördert werden können Anlagen und Einrichtungen, welche ausschließlich der Abwicklung und Sicherung des Anschlussbahnbetriebes und des -verkehrs dienen**, eine wichtige Bedingung ist allerdings, dass der Förderwerber Alleineigentümer der Anschlussbahn sein muss. Die Vermietung an Dritte ist, um eine finanzielle Förderung zu erhalten, nicht zulässig.^{247 248}

Förderungsgegenstand:

- Gleisanlagen samt Zubehör wie Entwässerung, Unterbau, Oberbau, Verschiebebahnsteige, Weichen, Fahrleitungsanlagen, etc.
- Gleisrampen
- Krananlagen, Stapler sowie Be- und Entladegeräte
- Gleiswaagen
- Überdachungen
- Für den Betrieb der Anschlussbahn dienende Fahrzeuge, allerdings keine Strecken-triebfahrzeuge, sondern nur für den Nahbereich dienende Fahrzeuge.²⁴⁹

Fördersummen:

- Für den Erhalt einer bestehenden Anschlussbahn bzw. für Verbesserungsmaßnahmen an bestehenden Anschlussbahnen: **maximal 1.500.000€**
- Für die Erweiterung oder Modernisierung einer bestehenden Anschlussbahn: **maximal 2.500.000€**
- Für die Errichtung einer komplett neuen Anschlussbahn **maximal 3.000.000€**
- Es werden insgesamt nur Projekte gefördert, bei denen der Förderungsbetrag **zumindest 15.000€** beträgt.²⁵⁰

Informationen zu den Förderungsvoraussetzungen, Förderanteilen, zur Einreichung und zur Einreichsstelle, zu den Ansprechpartnern, sowie zu nicht förderbaren Vorhaben und zum Einreichverfahren selbst findet man unter folgendem Link:

²⁴⁷ Vgl. BMVIT (5), 30.09.2012

²⁴⁸ Vgl. BMVIT (11), 30.05.2012, S.1-3

²⁴⁹ Vgl. Ebenda, S.3

²⁵⁰ Vgl. Ebenda, S.6

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/downloads/asbrichtlinien2011.pdf>, 30.05.2012

4) Abgeltung gemeinwirtschaftlicher Leistungen

Um ein **qualitativ hochwertiges Angebot im KV** sicherzustellen, bestellt das BMVIT bei den Eisenbahnunternehmen (EVU) sogenannte **gemeinwirtschaftliche Leistungen**. Derzeit ist der aktuelle Vertrag vom 01.01.2012 bis 02.12.2012 gültig, **Vertragspartner sind die Republik Österreich, vertreten durch das BMVIT und die Rail Cargo Austria AG (RCA)**. Der Bund und die RCA möchten weiters mit diesen Leistungen ein nachvollziehbares Anreizsystem zur Nutzung aller Formen des KV schaffen und vor allem die Lärm- und Schadstoffbelastungen für die Umwelt und die Unfallfolgekosten im Straßenverkehr senken. Es wird dabei im Voraus eine vereinbarte **finanzielle Unterstützung vom Bund an die EVU pro Sendung gewährt**. Die Höhe dieser Beiträge ist von der Größe und vom Gewicht, sowie von der in Österreich zurückgelegten Distanz auf dem Schienenweg abhängig.^{251 252}

Es wird dabei von folgenden Überlegungen ausgegangen:

- Dem **Betreiber der Rollenden Landstraße („RoLA“)** wird ein Beitrag zum Ausgleich der Differenz zwischen den Kosten im teuren Schienengüterverkehr (Abwicklung, Organisation der „RoLA“) und den vergleichbaren Kosten im direkten Straßengüterverkehr gezahlt.
- Im **unbegleiteten kombinierten Verkehr** wird ein Beitrag zur Minderung jener Kosten, welche im direkten Straßengüterverkehr nicht anfallen, ausgezahlt.²⁵³

Behälterart	Gewichtsklasse	bis 30 km	0 - 30 km	31 - 100 km	101 - 250 km	über 250 km
20-Fuß-GC	< 25 Tonnen	Leistungen bis 30 Kilometer sind nicht anspruchsberechtigt	0,0	26,2	30,8	35,4
	>= 25 Tonnen		0,0	10,0	15,0	20,0
30-Fuß-GC	< 25 Tonnen		0,0	33,8	37,2	41,6
	>= 25 Tonnen		0,0	15,0	22,5	30,0
>= 40-Fuß-GC	< 25 Tonnen		0,0	42,6	45,8	50,1
	>= 25 Tonnen		0,0	18,0	27,0	36,0
WAB Größe 1+2	< 25 Tonnen		0,0	26,2	30,8	35,4
	>= 25 Tonnen		0,0	10,0	15,0	20,0
WAB Größe 3	< 25 Tonnen		0,0	33,8	37,2	41,6
	>= 25 Tonnen		0,0	15,0	22,5	30,0
WAB Größe 4 u. >4	< 25 Tonnen		0,0	42,6	45,8	50,1
	>= 25 Tonnen		0,0	18,0	27,0	36,0
SAL	< 25 Tonnen		0,0	42,6	45,8	50,1
	>= 25 Tonnen		0,0	18,0	27,0	36,0

Tabelle 24: Gemeinwirtschaftliche Leistungen - unbegleiteter KV
(BMVIT (12), 30.05.2012, Anlage 2, S.3)

Tabelle 24 zeigt die **verschiedenen Zahlungen (in Euro) des Bundes an die EVU im unbegleiteten kombinierten Verkehr**. Man unterscheidet dabei Container (GC), Wechelaufbauten (WAB) und kranbare Sattelaufleger (SAL). Bei einer Transportdistanz

²⁵¹ Vgl. BMVIT (8), 30.05.2012, S.3

²⁵² Vgl. BMVIT (12), 30.05.2012, S.1-2

²⁵³ Vgl. Ebenda, S.2-3

unter 30km auf dem Schienenweg erfolgen keine Zahlungen. Man erkennt auch, dass bei den Zahlungen das Gewicht der Transporteinheiten neben der Transportdistanz pro aufgegebenen Transportsendung eine wichtige Rolle spielt.

Eine monatliche Auszahlung an die EVU kann vereinbart werden. Die endgültigen Leistungen sind nach Vorliegen des Jahresergebnisses anhand der von den EVU tatsächlich erbrachten Leistungen im Nachhinein abzurechnen.²⁵⁴

Informationen zu den Förderungsvoraussetzungen, Zahlungsmodalitäten, Zahlungen des Bundes, zur Abrechnung, sowie zu allgemeinen Bestimmungen des Vertrages findet man unter folgendem Link:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/downloads/vertragoebb2012.pdf>, 30.05.2012

Fördermaßnahmen für den KV auf EU-Ebene:

EU-Förderprogramm Marco Polo II

Das **EU-Förderprogramm Marco Polo II** (Laufzeit 2007-2013) knüpft nahtlos an sein Vorgängerprogramm Marco Polo I an und hat im Wesentlichen dieselben Zielsetzungen, mit dem Unterschied, dass das aktuelle Programm **räumlich für alle 27 EU-Mitgliedsstaaten inkl. Drittländer** gilt. Bei Marco Polo II handelt es sich um ein Finanzierungsinstrument, welches die Transportwirtschaft und die verladende Wirtschaft anwendet. Ziel ist es, **gemeinschaftliche und grenzüberschreitende Projekte im KV umzusetzen und den Güterverkehr von der Straße auf umweltverträglichere Verkehrsträger, wie z.B. auf die Schiene, zu verlagern.**²⁵⁵

Projekte in den folgenden fünf Aktionsfelder sind förderungswürdig:

- **Katalytische Aktionen:** strukturelle Hemmnisse sollen im EU-Güterverkehrsmarkt überwunden, die Effizienz der Transportketten soll gesteigert, bestehende Infrastrukturen sollen besser genutzt und neue Synergien zwischen der Schiene, der Binnenschifffahrt und der Kurzstreckenseefahrt sollen geschaffen werden.
- **Aktionen zur Verkehrsverlagerung:** Straßentransporte sollen möglichst kurz gehalten werden, der Fokus soll dabei primär auf die Binnenschifffahrt, den Kurzstreckenseeverkehr und auf die Schiene sowie deren unterschiedliche Kombinationen gelegt werden.
- **Gemeinsame Lernaktionen:** die Zusammenarbeit zur Optimierung von Arbeitsmethoden und Verfahren im Logistiksektor soll verbessert werden.
- **Meeresautobahnen:** Ein Teil der Güter soll von der Straße auf den Kurzstreckenseeverkehr, aber auch anderen Verkehrsträgern verlagert werden. Man denkt an eine Meeresautobahn zwischen Frankreich und Spanien, so könnte man den Engpass bzgl. des Straßengüterverkehrs in den Pyrenäen umgehen.

²⁵⁴ Vgl. BMVIT (12), 30.05.2012, S.4

²⁵⁵ Vgl. BMVIT (13), 30.05.2012

- **Aktionen zur Straßenverkehrsvermeidung:** Aktionen, mit denen der Transport in die Produktionslogistik so integriert werden soll, dass die Transportdistanzen der Güter möglichst gering gehalten werden und wenn möglich, mit anderen Verkehrsträgern erfolgen soll.²⁵⁶

Projektvorschläge und Förderanträge können im Rahmen jährlicher Aufrufe (Calls) bei der Exekutivagentur für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation (EACI), auch von kleinen und mittleren Unternehmen, eingereicht werden. Nach Beendigung des Aufrufs können keine Projekte mehr eingereicht werden. **Die eingereichten Projekte werden von der Kommission bewertet und müssen den vorgegebenen Zielen und Anforderungen entsprechen.** Die genehmigten Projekte müssen zur Verbesserung der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit, sowie zur Weitergabe von Fachwissen beitragen. Die Förderung für Unternehmen erfolgt dabei als Anschubfinanzierung in Höhe von 35 bis 50% für Projekte und Vorhaben der eben genannten fünf Aktionsfelder und wird auf 2 bis 5 Jahre zur Verfügung gestellt. Im Bereich der gemeinsamen Lernaktionen liegt die Höchstgrenze bei 50%. **Die Höhe der finanziellen Förderung ist in den meisten Fällen von der verlagerten bzw. vermiedenen Transportleistung abhängig** (Aktionen zur Verkehrsverlagerung, Meeresautobahnen, Verkehrsvermeidungsaktionen).²⁵⁷

Für **Marco Polo II werden insgesamt Fördermittel in der Höhe von 400 Mio.€ für den Zeitraum 2007-2013 zur Verfügung stehen**, bei Marco Polo I waren es damals „nur“ 115 Mio.€. Marco Polo II ist nur auf jene Aktionen anwendbar, welche die Hoheitsgebiete von zumindest zwei oder mehreren EU-Ländern oder von zumindest einem EU-Land und einem nahe gelegenen Nicht-EU-Land betreffen.^{258 259 260}

Unter folgendem Link findet man weitere Informationen und weiterführende Links zu dem Marco Polo II-Förderprogramm:

http://www.bmvit.gv.at/verkehr/international_eu/eu/marcopolo.html, 30.05.2012

²⁵⁶ Vgl. Europäische Union (1), 30.05.2012

²⁵⁷ Vgl. BMVIT (13), 30.05.012

²⁵⁸ Vgl. Europäische Union (1), 30.05.2012

²⁵⁹ Vgl. Europäische Union (2), 30.05.2012

²⁶⁰ Vgl. EU-Förderung für Bayern, 30.05.2012

8. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Herausforderungen des **globalen voranschreitenden Klimawandels** erfordern im **Verkehrssektor erhebliche Anstrengungen und Überlegungen**. Da man für die Zukunft mit einer weiteren weltweiten Zunahme des Güteraufkommens rechnet, muss es das vordringlichste Ziel sein, den **Transportsektor insgesamt ökologisch verträglicher zu gestalten** und insbesondere die Emissionen erheblich zu reduzieren. Vor allem der wachsende Straßengüterverkehr stellt zunehmend ein Problem für die Umwelt und die Lebensqualität der Menschen dar. Schon jetzt kommt es bezogen auf den LKW-Verkehr vielerorts zu infrastrukturellen Engpässen und zu großen Problemen in dicht besiedelten Gebieten (Staus, Unfälle, Lärm und andere Emissionen, Umfahrungen in sensible Gebiete, usw.) und die **Verkehrspolitik und Raumplanung versucht mit verschiedenen Instrumenten, eine Verlagerung der Güter von den LKW auf andere Transportmittel**, insbesondere auf die Bahn, zu erzielen. Da das Schienennetz in Österreich (aber auch in vielen anderen Ländern) sehr gut ausgebaut ist, liegt es auf der Hand, viele Güter, die bisher per LKW befördert wurden, in Kombination mit der Bahn, folglich mit dem kombinierten Verkehr, zu transportieren.

Der **bimodale KV** hat zum Ziel, die in dieser Arbeit behandelten spezifischen Vorteile der beiden Transportmittel LKW und Güterbahn sinnvoll miteinander zu verknüpfen und die für den Transport notwendigen Umschlagvorgänge der Transportgefäße (z.B. Container) möglichst einfach zu gestalten. Die **Transportgüter werden dabei im Hauptlauf auf lange Distanzen mit der umweltfreundlichen Bahn** (in der Regel mit Elektrotraktion) **transportiert**. Der Vor- und Nachlauf wird in der Regel mit dem LKW durchgeführt, wobei die Distanzen von Vor- und Nachlauf möglichst gering zu halten sind, das bedeutet, dass in der Region des Versenders und des Empfängers Umschlagterminals bzw. Umschlagplätze vorhanden sein sollten.

Aufgrund der **aktuellen negativen Umweltproblematiken**, welche der Güterverkehr an sich mitbringt und welche in den Medien oft thematisiert werden und aufgrund der vielen Förderungen und Projekte, die im Bereich des KV in Österreich vergeben bzw. umgesetzt wurden, war es nun interessant zu erfahren, wie umweltfreundlich der KV im Vergleich zum reinen Straßenverkehr tatsächlich ist. **Aus diesem Grund wurden die Umweltauswirkungen (CO₂-Emissionen und Primärenergieverbrauch) von fiktiven Transporten** auf jeweils drei ausgewählten Transportstrecken und mit je drei unterschiedlichen Transportgütern bilanziert. Die Bilanzierung pro Strecke und Gut wurde zwecks guter Vergleichbarkeit **für den reinen Straßenverkehr als auch für den KV mit dem wissenschaftlich anerkannten EcoTransIT-Modell durchgeführt** (siehe 6.3.1. und 6.3.2.).

Es konnte festgestellt werden, dass bei allen durchgeführten Ökobilanzierungen der KV weit weniger Energie für die Transporte benötigt und somit weniger Emissionen verursacht. Bei jedem dieser Transportbeispiele sollte man den KV zwecks ökologischer Verträglichkeit dem reinen Straßenverkehr vorziehen. Bei den Bilanzierungen war auch gut ersichtlich, **wie stark sich der Vor- und Nachlauf mit dem LKW auf die gesamte Bilanz auswirkt**. Der kombinierte Verkehr ist deshalb hauptsächlich nur für jene Unternehmen und Betriebe eine sinnvolle umweltfreundliche Variante, bei denen in der Nähe auch ein Umschlagterminal oder zumindest ein kleiner Umschlagknoten vorhanden ist und somit die Distanzen von Vor- und Nachlauf gering ausfallen.

Da sich die Ökobilanzen nur auf die eigentliche Transportstrecke zwischen dem Versender und Empfänger der Güter beziehen, wurden in Unterkapitel 6.3.2. Leerfahrten, welche zusätzlich zum eigentlichen Transport anfallen, mitberücksichtigt. **Leerfahrten lassen sich in der Praxis sowohl beim LKW als auch beim Güterzug nur schwer vermeiden** und diese **verursachen zusätzliche Emissionen**, welche wiederum in die gesamte Bilanzierung eines Transportes miteinfließen. Mit der Berücksichtigung dieser Leerfahrten bekommt man aufgezeigt, welche **zusätzlichen Emissionsbelastungen und Energieverbräuche neben dem Transport zwischen Versender und Empfänger** anfallen. Vor allem für Transportunternehmen stellen diese Leerfahrten ein großes Problem dar, da sie Kosten verursachen und sich zusätzlich negativ auf die Umwelt auswirken.

Der KV ist für den Transport von Massen-, Durchschnitts- und Volumengütern gleichermaßen geeignet. Ein **großes Problem beim KV stellt mit Sicherheit die geringe Zuladung eines LKW im Vor- und Nachlauf dar** (max. zul. Gesamtgewicht 44 Tonnen). Dadurch ist man gezwungen, z.B. Container aufgrund dieser strengen Gewichteinhaltung dementsprechend zu beladen. So kann es passieren, dass Container nur halb voll beladen werden und auch die max. Zuladung der Waggons bei weitem nicht ausgenutzt wird. Ein weiteres, **viel diskutiertes Problem beim KV ist die „letzte Transportmeile“ zum Empfänger** der Transportgüter. Vor allem in dicht besiedelten Ballungsräumen stößt der Zulieferverkehr oft an seine Grenzen. Da Umschlagterminals meist in Randlagen oder in größerer Entfernung zum Stadtzentrum liegen und sich einige Empfänger von Gütern bzgl. KV im Stadtgebiet angesiedelt haben, müssen große, mit Transportgefäßen beladene LKW oft durch diese Gebiete fahren. Allerdings gibt es hier schon einige Überlegungen und Ideen, die Problematiken der „letzten Transportmeile“ zu lösen (siehe 7.3.).

Es muss aber auch gesagt werden, dass für die **Funktionsweise des unbegleiteten KV nicht unbedingt Umschlagterminals Voraussetzung** sind. Neben vertikalen gibt es auch eine Reihe an horizontalen Umschlagtechniken, bei denen die Transportgefäße ohne Probleme und ohne weiteres Personal vom LKW-Fahrer auf den Waggon bzw. LKW selbstständig verladen werden können. Lediglich **kleine Umschlagknoten mit einem Anschlussgleis und mit Straßenanschluss** sind dafür Voraussetzung. Der Idealfall wäre es, wenn der Versender und/oder der Empfänger der Güter an ihren Standorten je ein eigenes Anschlussgleis zur Verfügung hätten. Dadurch würden der Vor- und/oder der Nachlauf mit dem LKW komplett wegfallen, wodurch die Ökobilanz des Transportes hinsichtlich Emissionen und Energieverbrauch verbessert werden könnte.

Viele Firmen, Unternehmen, Betriebe, Spediteure und Frachtunternehmen sind sich der negativen Umweltproblematiken ihrer Transporte mittlerweile bewusst geworden. Der **Aspekt der ökologischen Verträglichkeit von Transporten gewinnt erfreulicherweise zunehmend an Bedeutung**, ebenso der Begriff der „**grünen Logistik**“. Man hat erkannt, dass Ökonomie und Ökologie von Transporten keine Widersprüche mehr sein müssen. Mit der „grünen Logistik“ können gesetzte Klimaschutzziele besser erreicht, umweltfreundliche Gütertransporte durchgeführt und gleichzeitig noch erhebliche Kosten eingespart werden. Der **kombinierte Verkehr mit den Verkehrsträgern Straße und Schiene** stellt im Sinne der „grünen Logistik“ somit eine **umweltfreundliche Alternative neben dem reinen Straßengüterverkehr** dar.

In dieser Arbeit wurde nur der unbegleitete kombinierte Verkehr (Straße und Schiene) mit Containern betrachtet. Neben diesem sollten die Möglichkeiten mit Wechselaufbauten und Sattelaufliegern, sowie der begleitete KV („RoLa“) erwähnt werden, welche ebenfalls umweltfreundliche Alternativen zum reinen Straßengüterverkehr mit dem LKW darstellen und so den Transportsektor ökologisch verträglicher gestalten können.

9. Résumé

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl der **LKW** als auch der **Güterzug** viele spezifische **Vorteile, aber auch einige Nachteile** hat. Die Kombination dieser beiden Transportmittel soll die Stärken beider miteinander optimal kombinieren und so den **KV als besonders umweltfreundliche, einfache und effiziente Transportalternative gegenüber dem reinen LKW-Transport positionieren**.

Die vom Autor selbst gewählten fiktiven Transportketten wurden je nach Transportgut und Transportstrecke mit dem *EcoTransit*-Modell ökologisch bilanziert und im Anschluss gegenübergestellt. Es hat sich dabei gezeigt, dass die **CO₂-Emissionen und die Primärenergieverbräuche bei allen Bilanzen beim reinen Straßengüterverkehr viel höher waren als beim KV**. Es wäre bei der Umsetzung der Transporte in die Praxis aus ökologischer Sicht sinnvoller, diese mit dem KV durchführen zu lassen. Dennoch muss eingeräumt werden, dass **Lärmemissionen oder der Landschaftsverbrauch der Verkehrsinfrastrukturen nicht in dieser Arbeit berücksichtigt** wurden. Denn obwohl der Schienengüterverkehr als besonders umweltschonend gilt und das auch konkret in dieser Arbeit bestätigt werden konnte, müsste zusätzlich ökologisch abgewogen werden, wie negativ sich ein großer, für den KV notwendiger Umschlagterminal, ein Rangierbahnhof oder ein Gleis auf die Umwelt auswirken würde.

In dieser Arbeit wurden der Straßengüterverkehr und der KV **ausschließlich aus ökologischer und nicht aus ökonomischer Sicht** betrachtet. Dennoch lässt sich sagen, dass Betriebe, Unternehmen, Terminals und Transporteure im Sinne einer umweltfreundlichen „**grünen Logistik**“ u.a. mit dem KV neben Kostensenkungen auch einen wichtigen Beitrag zur Erreichung gesetzter Klimaziele leisten können. Das **Image von umweltfreundlichen Transporten gewinnt im Güterverkehrssektor immer mehr an Bedeutung**. Weiters muss je nach Transportaufgabe abgewogen werden, ob der Einsatz des KV möglich bzw. auch finanziell und ökologisch tragbar ist. Die ökologische Verträglichkeit des KV ist meist gegeben, allerdings aus ökonomischer Sicht schlagen sich in der Praxis die steigenden LKW-Kosten (z.B. Erhöhung der Treibstoffpreise, Erhaltungskosten, Personalkosten, etc.) ebenso auch im Vor- und Nachlauf negativ zu Buche, wodurch der KV gegenüber dem reinen Straßengüterverkehr wiederum an Attraktivität einbüßen muss. Das **Einsatzgebiet des KV** ist sehr breit gefächert, im Prinzip lassen sich alle jene Güter in Transportgefäßen befördern, die auch mit dem herkömmlichen LKW transportiert werden können. Vor allem bei Transportketten in **jenen Branchen, bei denen der Hauptlauf mit der Bahn besonders lang gegenüber dem Vor- und Nachlauf ausfällt**, wird der KV vorwiegend eingesetzt. Das sind z.B. die Textil- und Bekleidungs-, die Forst- und Holz-, die Lebensmittel- sowie die Chemie- und Automobilbranche.

Erwähnenswert ist auch, dass **im Bereich des KV sehr viel Forschung und Entwicklung** betrieben wird. Mit neuen Konzepten (bei „letzter Transportmeile“, *EuroCombi*), Umschlagtechniken, Kommunikationstechnologien und Transportbehältern setzt man alles daran, den KV noch attraktiver für die Kunden und **ökologisch verträglicher** zu gestalten.

In Österreich gibt es eine Vielzahl an Akteuren, Projekten und finanziellen Förderungen bzgl. dem KV. Die Bundesinfrastrukturen (Straßen- und Schienennetz) werden laufend ausgebaut und es gibt ein **österreichweit flächendeckendes Netz an Terminalstandorten**, welche vor allem für den unbegleiteten KV konzipiert sind. Der neue **Terminal Wien Inzersdorf** soll bis 2017/18 fertiggestellt werden und vor allem die Nutzung des KV im Wiener Stadtgebiet erheblich fördern und verbessern.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Transportkette	20
Abbildung 2: Unterscheidung von Transportketten	21
Abbildung 3: Gliederung der Transportketten	22
Abbildung 4: Mit Wechselaufbauten beladener Ganzzug	23
Abbildung 5: Wagenladungsverkehr	24
Abbildung 6: Multimodaler Transport	25
Abbildung 7: Sieben Abschnitte einer bimodalen Transportkette	30
Abbildung 8: Transportkette im kombinierten Verkehr	32
Abbildung 9: Containerzug	33
Abbildung 10: Huckepackverkehr mit Wechselaufbauten	34
Abbildung 11: kranbarer Sattelauflieger	34
Abbildung 12: Trailerzug	35
Abbildung 13: "Rollende Landstraße"	35
Abbildung 14: Straßenrollertransport	36
Abbildung 15: Beladevorgang eines Wechselaufbaus	38
Abbildung 16: Containertypen der Firma <i>Hapag-Lloyd</i>	41
Abbildung 17: Container-Spreader	41
Abbildung 18: Kranbarer Sattelauflieger (1)	43
Abbildung 19: Kranbarer Sattelauflieger (2)	43
Abbildung 20: Portalkran	46
Abbildung 21: Reach-Stacker	47
Abbildung 22: Horizontaler Umschlag mit dem <i>Mobiler</i>	48
Abbildung 23: Schemaskizze eines KV-Terminals	52
Abbildung 24: Querschnitt eines KV-Terminals mit Portalkran	53
Abbildung 25: Terminalstandorte in Österreich	53
Abbildung 26: <i>Rail Cargo Austria</i> Terminalstandorte in Österreich	54
Abbildung 27: Transportaufkommen in Österreich 2007-2010	60
Abbildung 28: Aufteilung des Transportaufkommens nach Verkehrsart 2010	61
Abbildung 29: Aufteilung des Transportaufkommens nach Entfernungsstufen 2010	62
Abbildung 30: Transportleistung in Österreich 2007-2010 (1)	62
Abbildung 31: Transportleistung in Österreich 2007-2010 (2)	63
Abbildung 32: Anteile des KV am Schienengüterverkehr	65
Abbildung 33: Prognose der Güteraufkommenanteile von 2005 und 2025	65
Abbildung 34: Modal Split Vergleich EU und Österreich 2009	66

Abbildung 35: Transportleistungen in der EU 1995-2009	67
Abbildung 36: Österreichische Außenhandelsbilanz 2005	68
Abbildung 37: Hauptkorridore in Österreich	69
Abbildung 38: Rail Net Europe-Korridore.....	69
Abbildung 39: LKW-Belastung auf Österreichs Bundesstraßen 2005	70
Abbildung 40: Güterverkehrsbelastung am höherrangigen Schienennetz 2005	71
Abbildung 41: Auswahlkriterien für die Transportmittelwahl	79
Abbildung 42: Vergleich Straße-Schiene.....	80
Abbildung 43: Energieverbrauch verschiedener Transportmittel (D) pro tkm.....	86
Abbildung 44: Strecke A: Hamburg - Gumpoldskirchen	94
Abbildung 45: Strecke B: Imst - Gumpoldskirchen	95
Abbildung 46: Strecke C: Voitsberg - Gumpoldskirchen.....	95
Abbildung 47: Bilanzierung Strecke A mit Weizen (LFA: 0%)	99
Abbildung 48: Bilanzierung Strecke A mit frischen Tomaten (LFA: 0%)	99
Abbildung 49: Bilanzierung Strecke A mit Steinwolleplatten (LFA: 0%)	99
Abbildung 50: Bilanzierung Strecke B mit Weizen (LFA: 0%)	100
Abbildung 51: Bilanzierung Strecke B mit frischen Tomaten (LFA: 0%)	100
Abbildung 52: Bilanzierung Strecke B mit Steinwolleplatten (LFA: 0%)	100
Abbildung 53: Bilanzierung Strecke C mit Weizen (LFA: 0%)	101
Abbildung 54: Bilanzierung Strecke C mit frischen Tomaten (LFA: 0%)	101
Abbildung 55: Bilanzierung Strecke C mit Steinwolleplatten (LFA: 0%)	101
Abbildung 56: Bilanzierung Strecke B mit Weizen (LFA LKW: 60%, LFA Zug: 80%)	102
Abbildung 57: Bilanzierung Strecke B mit frischen Tomaten (LFA LKW: 20%, LFA Zug: 50%)	102
Abbildung 58: Bilanzierung Strecke B mit Steinwolleplatten (LFA LKW: 10%, LFA Zug: 20%)	102
Abbildung 59: Ziele der ökologischen Verkehrspolitik	107
Abbildung 60: Qualitätsprofile der Verkehrsträger	107
Abbildung 61: Optimierungsbereiche der "grünen Logistik"	110
Abbildung 62: EuroCombi-Variationen.....	112
Abbildung 63: vertikaler Umschlag von Combi-Boxen	116
Abbildung 64: Combi-Box	116
Abbildung 65: City-Fahrzeuge für Combi-Boxen	116
Abbildung 66: horizontaler Umschlag von Combi-Boxen.....	116
Abbildung 67: Prognosen der Güterverkehrsleistungen bis 2025 von Straße u. Schiene.....	117
Abbildung 68: Geplante Infrastrukturprojekte in Ö 2011-2016	119

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschied zwischen NST/R und NST 2007	18
Tabelle 2: NST 2007-Klassifikation	19
Tabelle 3: Maße von Wechselaufbauten.....	38
Tabelle 4: Maße von Containern.....	40
Tabelle 5: Vergleich von Transportbehältnissen	44
Tabelle 6: Vergleich der Umschlagtechniken	49
Tabelle 7: Aufgaben eines Terminals	50
Tabelle 8: Frachtunternehmen in Österreich.....	57
Tabelle 9: Speditionen in Österreich	57
Tabelle 10: KV-Operateure in Österreich	58
Tabelle 11: Terminalbetreiber in Österreich	58
Tabelle 12: Eisenbahnverkehrsunternehmen für den Güterverkehr in Österreich.	59
Tabelle 13: Stärken des reinen LKW-Transportes	73
Tabelle 14: Schwächen des reinen LKW-Transportes.....	73
Tabelle 15: Stärken des reinen Bahnverkehrs.....	74
Tabelle 16: Schwächen des reinen Bahnverkehrs	75
Tabelle 17: Stärken des kombinierten Verkehrs (LKW/Bahn)	76
Tabelle 18: Schwächen des kombinierten Verkehrs (LKW/Bahn)	77
Tabelle 19: Einsatzgebiete für den kombinierten Verkehr	81
Tabelle 20: Berechnung Massengut: Weizen für Futterzwecke	97
Tabelle 21: Berechnung Durchschnittsgut: frische Tomaten	97
Tabelle 22: Berechnung Volumengut: Steinwolleplatten.....	98
Tabelle 23: Förderanteile bei Umschlaganlagen	124
Tabelle 24: Gemeinwirtschaftliche Leistungen - unbegleiteter KV	126

12. Literaturverzeichnis

Anmerkungen zu Online-Links:

Beziehen sich die verwendeten Quellenangaben auf Online-Links im Internet, ist stellvertretend für jeden dieser Links ein Begriff in der Fußnote inklusive dem jeweiligen Abrufdatum des Links angegeben, z.B. „¹²⁵ Kombimodell, 13.05.2012“. Dieser Begriff (in dem Fall: Kombimodell) kann im Literaturverzeichnis, welches alphabetisch geordnet ist, wiedergefunden werden. Im Literaturverzeichnis ist unter diesem Begriff der jeweilige Download-Link mitsamt Abrufdatum und eventueller Seitenanzahl bei PDF-Dokumenten ersichtlich. Z.B.:

Kombimodell

Downloadlink

<http://www.kombimodell.de/WiW-LE.html>, 13.05.2012

Wird ein und dieselbe Online-Quelle mehrfach genannt, z.B. die STATISTIK AUSTRIA und handelt es sich dabei um unterschiedliche Online-Links, so wird die Quelle fortlaufend in der Fußnote nummeriert, z.B. STATISTIK AUSTRIA (1), STATISTIK AUSTRIA (2), usw.

Bei Angaben zu Downloadlinks bezieht sich die dort stehende jeweilige Seitenzahl auf die im Online-Dokument richtige „gedruckte“ Seite und nicht auf die im *Adobe Acrobat Reader* (PDF-Dokument) angezeigte Seite!

Anmerkungen zur Fachliteratur:

Bei der verwendeten Fachliteratur (Bücher, Zeitungsartikel, Prospekte, Infobroschüren, etc.) werden alle bekannten und zur Verfügung stehenden wichtigen Informationen (z.B. Name des/der Autor/en, Titel, Erscheinungsjahr, Erscheinungsort, Verlag, Datum der Veröffentlichung, etc.) im Literaturverzeichnis vollständig angegeben. In der Arbeit selbst, wird in der Fußnote nur der Nachname des Autors bzw. der Name einer Firma, eines Instituts, etc., das Erscheinungsjahr und die quellenbezogene(n) Seitenzahl(en) angegeben. Sollte die Fachliteratur zusätzlich zur analogen Form online zur Verfügung stehen, wird der entsprechende Downloadlink mit Abrufdatum bei der jeweiligen Quelle im Literaturverzeichnis angegeben.

AK Wien - Arbeiterkammer Wien, Aktuelle Verkehrsentwicklung im grenzüberschreitenden Güterverkehr – Analyse Verkehrsmarkt 2005, erstellt vom Österreichischen Institut für Raumplanung im Auftrag der AK Wien, 2007

Downloadlink:

http://www.arbeiterkammer.at/bilder/d58/Grenzuberschreitender_Gueterverkehr_neu.pdf, 01.06.2012

Atenta

Downloadlink:

<http://www.atenta.org/Innovationen/Technik/KOMBIVERKEHR>, 09.05.2012

August Burk Spedition

Downloadlink:

<http://www.august-burk.de/fahrzeuge/index.html>, 13.05.2012

Ausbildung Kaufmann

Downloadlink:

<http://www.ausbildung-kaufmann.de/kombinierter-und-multimodaler-verkehr/>, 21.06.2012

AWS - Arbeitsgemeinschaft Wirtschaft und Schule, Die österreichische Verkehrswirtschaft, Heft 53, Februar 2006

Bearingpoint

Downloadlink:

http://www.bearingpoint.com/de-de/download/RailNetEurope_Deine-Bahn.pdf, 25.05.2012

BGBI. I Nr. 116/2010-Kraftfahrgesetz 1967, §4 Abs. 7a

Downloadlink:

<http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011384>, 21.09.2012

BGL - Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung (BGL) e.V.

Downloadlink:

http://www.bgl-ev.de/images/downloads/service/mauttabellen/benutzerhinweis_mautkosten.pdf,
28.06.2012

Binnenhafen

Downloadlink:

http://www.binnenhafen.info/download/akt_5024_Abschlussbericht_Kap_3_Grundlagen.pdf,
03.05.2012

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Downloadlink:

http://www.bmu.de/verkehr/herausforderung_verkehr_umwelt/doc/40758.php, 10.09.2012

BMVIT (1) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Ausbauplan
Bundesinfrastruktur 2011-2016 – Klug investieren, verantwortungsvoll sparen

Downloadlink:

http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/projekte/2011_2016/gesamtbericht.pdf, 27.09.2012

BMVIT (2) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie,
Innovationsförderprogramm Kombiniertes Verkehr, 2. Aktualisierte Auflage, Wien, Mai 2009

Downloadlink:

<http://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/innovation/verkehrstechnologie/downloads/ikv.pdf>, 08.10.2012

BMVIT (3) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Verkehr in Zahlen
– Österreich Ausgabe 2007, in Auftrag gegeben und herausgegeben vom BMVIT Abteilung
V/Infra 5, bearbeitet durch Auftragnehmer Herry Consult GmbH, Wien im November 2007

Downloadlink:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/statistik/downloads/viz07gesamt.pdf>,
25.05.2012

BMVIT (4) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

http://www.bmvit.gv.at/verkehr/international_eu/eu/ten.html, 24.05.2012

BMVIT (5) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/anschlussbahnen.html>, 30.09.2012

BMVIT (6) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/foerderung.html>,
01.10.2012

BMVIT (7) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/index.html>, 27.05.2012

BMVIT (8) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/downloads/ford_finanziell2011.pdf, 30.05.2012

BMVIT (9) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

http://www.bmvit.gv.at/innovation/verkehrstechnologie/downloads/kgv_richtlinien_09.pdf,
30.05.2012

BMVIT (10) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/downloads/terminalrichtlinie.pdf>, 30.05.2012

BMVIT (11) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/downloads/asbrichtlinien2011.pdf>, 30.05.2012

BMVIT (12) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

<http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/downloads/vertragoebb2012.pdf>, 30.05.2012

BMVIT (13) - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Downloadlink:

http://www.bmvit.gv.at/verkehr/international_eu/eu/marcopolo.html, 30.05.2012

Börse Wien

Downloadlink:

<http://www.boersewien.at/?id=2500%2C%2C%2C5116>, 10.09.2012

BRÖER Julian, KOKKEEL Robbert, MITTELMAIER Max Felix, Studienarbeit: Sustainable Supply Chain Management – Vergleich emissionsarmer Antriebstechniken für die urbane Versorgung, GRIN-Verlag, 1. Auflage 2011

BUCHHOLZ Jonas, CLAUSEN Uwe, VASTAG Alex, Handbuch der Verkehrslogistik, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1998

BUKOLD Steffen, Kombiniertes Verkehr Schiene/Straße in Europa – Eine vergleichende Studie zur Transformation von Gütertransportsystemen, Peter Lang – Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main, 1996

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Publikation: Wahnsinn Güterverkehr – Natürlich effizient, Berlin, 2006

Downloadlink:

http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/verkehr/20060800_verkehr_gueterverkehr_flyer.pdf, 25.06.2012

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Aggregierte Verkehrsprognosen Schweiz und EU – Zusammenstellung vorhandener Prognosen bis 2020, 2002

Downloadlink:

<http://www.are.admin.ch/dokumentation/publikationen/00108/index.html?lang=it>, 27.11.2012

CERWENKA Peter, HAUGER Georg, HÖRL Bardo, KLAMER Michael, Einführung in die Verkehrssystemplanung, Österreichischer Kunst- und Kulturverlag, Wien, 2004

CombiNet - Netzwerk kombinierter Verkehr

Downloadlink:

<http://www.combinet.at/community/community.php>, 27.05.2012

ConTraiLo

Downloadlink:

<http://www.contrailo.de/news/dienstleistungen/did1482419/der-tschechische-bohemia-express.html>, 10.05.2012

CombiNet - Netzwerk kombinierter Verkehr

Downloadlink:

<http://www.combinet.at/community/community.php>, 27.05.2012

DADUNA Joachim R., VOSS Stefan, Informationsmanagement im Verkehr, Physica-Verlag-Heidelberg, 2000

Daf Trucks

Downloadlink:

<http://www.daf.eu/DE/Trucks/Model-range/Pages/DAF-LF-Hybride.aspx>, 25.09.2012

Die deutsche Bundesregierung, Masterplan - Güterverkehr und Logistik, September 2008

Downloadlink:

<http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/23142/publicationFile/491/masterplan-gueterverkehr-und-logistik.pdf>, 04.09.2012

Drewry Shipping Consultants, HVB Group, Globale Hafengpässe – Keine schnelle Lösung in Sicht, Februar 2005

Downloadlink:

http://www.ostfalia.de/export/sites/default/de/ifvm/download/FoLue/Dokumente_TT/studie_hafengpass.pdf, 18.05.2012

Economic Commission for Europe (UN/ECE), Terminologie des kombinierten Verkehrs, Vereinte Nationen, New York und Geneva, 2001

Downloadlink:

<http://www.oecd.org/dataoecd/42/32/1941816.pdf>, 04.05.2012

EcoTransIT (1), Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports - Methodology and Data Update, Berlin – Hannover – Heidelberg am 31.07.2011

Downloadlink:

http://www.ecotransit.org/download/ecotransit_background_report.pdf, 28.06.2012

EcoTransIT (2)

Downloadlink:

<http://www.ecotransit.org/environmental.de.html>, 25.06.2012

EcoTransIT (3)

Downloadlink:

<http://www.ecotransit.org/about.de.html>, 26.06.2012

EcoTransIT (4)

Downloadlink:

<http://www.ecotransit.org/calculation.de.html>, 28.06.2012

EcoTransIT (5)

Downloadlink:

<http://www.ecotransit.org/basis.de.html>, 29.06.2012

EcoTransIT (6)

Downloadlink:

<http://www.ecotransit.org/>

EU-Förderung für Bayern

Downloadlink:

<http://www.eu-foerderung.bayern.de/Marco-Polo-II-.319.15418/index.htm>, 30.05.2012

EUR-LEX

Downloadlink:

http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=de&numdoc=31991L0440&model=guichett, 18.05.2012

Europäisches Parlament

Downloadlink:

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?language=de&type=IM-PRESS&reference=20081216IPR44606>, 27.06.2012

Europäische Union (1)

Downloadlink:

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l24465_de.htm, 30.05.2012

Europäische Union (2)

Downloadlink:

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/02/193&format=HTML&aged=1&language=DE&guiLanguage=fr>, 30.05.2012

EZV - Eidgenössische Zollverwaltung

Downloadlink:

<http://www.ezv.admin.ch/themen/00504/00505/00509/index.html?lang=de>, 02.05.2012

FIS (1) - Forschungsinformationssystem

Downloadlink:

<http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/341200/>, 10.05.2012

FIS (2) - Forschungsinformationssystem

Downloadlink:

<http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/341206/>, 12.05.2012

FIS (3) - Forschungsinformationssystem

Downloadlink:

<http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/333704/>, 25.09.2012

FIS (4) - Forschungsinformationssystem

Downloadlink:

<http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/306230/>, 21.06.2012

FISCHER Tobias, Doktorarbeit: „Geschäftsmodelle in den Transportketten des europäischen Schienengüterverkehrs - Eine Typologisierung von Eisenbahnverkehrsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung der Anbieterstruktur im deutschsprachigen Raum, Fachgebiet: Transportwirtschaft und Logistik, Wirtschaftsuniversität Wien, Wien im Februar 2008

Downloadlink:

<http://epub.wu.ac.at/1892/1/document.pdf>, 04.05.2012

Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML)

Downloadlink:

http://www.iml.fraunhofer.de/de/themengebiete/umwelt_ressourcenlogistik/umwelt_ressourcen/Green_Logistics.html, 17.09.2012

Gabler Wirtschaftslexikon

Downloadlink:

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/einheitliches-gueterverzeichnis-fuer-die-verkehrsstatistik-der-eu.html?referenceKeywordName=NST>, 02.05.2012

Gate4logistics (1)

Downloadlink:

<http://www.gate4logistics.de/logistikwelt/gueterverkehr/strassengueterverkehr.html>, 20.06.2012

Gate4logistics (2)

Downloadlink:

<http://www.gate4logistics.de/logistikwelt/gueterverkehr/schienengueterverkehr.html?PHPS ESSID=ca889133ed060473847e99d37b3b34fe>, 20.06.2012

Geocaching

Downloadlink:

<http://img.geocaching.com/cache/large/6e1175a1-dd53-48db-81be-73d1b101e913.jpg>, 05.05.212

GIES Stefan, WALLENTOWITZ Henning, Neues Fahrzeugkonzept „Eurotrailer“, Institut für Kraftfahrwesen Aachen (ika), Pressekonferenz am 03. April 2007

Downloadlink:

http://www.ika.rwth-aachen.de/veranstaltung/2007/04-03/7zb0102-00_koegel_pressemitteilung.pdf, 13.05.2012

Global 2000

Downloadlink:

<http://www.global2000.at/site/de/tag/klimawandel>, 05.05.2012

Google Maps

Downloadlink:

<http://maps.google.de/>

GRASSINGER René, Diplomarbeit: „Bedeutung und Entwicklung des kontinentalen Kombinierten Verkehrs, mit Schwerpunkt des Sattelauflegers als intermodale Ladeinheit und Bezug auf das Wiencont Containerterminal Freudenu“, Fachhochschulstudiengang: Logistik und Transportmanagement, Studienkennzahl 0224, Fachhochschule des BFI Wien, Wien am 31.03.2009

Downloadlink:

<http://www.wien.gv.at/forschung/institutionen/pdf/fhbfi-da-lang.pdf>, 04.05.2012

GRAUBNER Carl-Alexander, HÜSKE Katja, Nachhaltigkeit im Bauwesen – Grundlagen, Instrumente, Beispiele, Verlag: Ernst & Sohn, 1.Auflage 2003

HERRMANN Philipp, Güterfernverkehr im Binnenmarkt und Umweltschutz – Optionen der Bundesrepublik Deutschland zur umweltverträglichen Gestaltung des Güterfernverkehrs innerhalb des gemeinschaftlichen Verkehrsmarktes, Nomos Verlagsgesellschaft Baden-Baden, 1. Auflage 2000

HERSCHLEIN Steffen, LOHRE Dirk, Grüne Logistik: Studie zu Begriffsverständnis, Bedeutung und Verbreitung „Grüne Logistik“ in der Speditions- und Logistikbranche, Institut für Nachhaltigkeit in Verkehr und Logistik (INVL) im Studiengang Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik, Hochschule Heilbronn, Januar 2010

Downloadlink:

http://www.btl-bb.de/fileadmin/login/bilder/dokumente/1001_INVL_Studie_Gruene_Logistik.pdf, 16.09.2012

HGA - Frachtvermittlung, Handel und Consulting GmbH

Downloadlink:

<http://www.hga-com.at/index.php/de/consulting/kombinierter-ladeverkehr.html>,
21.06.2012

Hochschule Merseburg

Downloadlink:

http://www.hs-merseburg.de/~nosske/EpocheII/vk/e2v_csr1.html, 12.05.2012

HOFFMANN Annette, Unternehmensübergreifendes Kostenmanagement in intermodalen Prozessketten – Theoretische Fundierung und erste empirische Ergebnisse, Kölner Wissenschaftsverlag, Köln, 2007

Hupac

Downloadlink:

<http://www.hupac.ch/index.php?node=393&lng=3&rif=78f58e1494>, 22.06.2012

IHK – Industrie- und Handelskammer Region Stuttgart, Grüne Logistik: Ein Gewinn für Verlader und Logistikdienstleister, November 2011

Downloadlink:

http://www.stuttgart.ihk24.de/linkableblob/1923084/.3./data/Grundlagenteil_der_IHK_Studie_Gruene_Logistik-data.pdf, 16.09.2012

IHME Joachim, Logistik im Automobilbau – Logistikkomponenten und Logistiksysteme im Fahrzeugbau, Carl Hanser Verlag München Wien, 2006

Infraserv

Downloadlink:

http://www.infraserv.com/includes/upload/inter/news//20040519-PM-Trimodalport_5715005_005.JPG, 14.05.2012

KÄFER Andreas, Vortrag: Aufkommen des Kombinierten Verkehrs in Österreich und Entwicklungsperspektiven, CombiNet – Tagung, Marriott-Hotel, Wien am 08.11.2011

Downloadlink:

<http://www.combinet.at/CN-TagungPrsKfer111007.pdf>, 21.05.2012

KILLE Christian, SCHMIDT Norbert, Wirtschaftliche Rahmenbedingungen des Güterverkehrs – Studie zum Vergleich der Verkehrsträger im Rahmen des Logistikprozesses in Deutschland, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Arbeitsgruppe für Technologien der Logistik-Dienstleistungswirtschaft ATL, Fraunhofer IRB Verlag, Nürnberg, Mai 2008

Downloadlink:

http://www.scs.fraunhofer.de/Images/Wirtschaftliche_Rahmenbedingungen_des_Gueterverkehrs_tcm128-98028.pdf, 20.06.2012

KLAUS Peter, KRIEGER Winfried, Gabler Lexikon Logistik A-Z, Gabler-Verlag, 4. Auflage, September 2008

Kombimodell

Downloadlink:

<http://www.kombimodell.de/WiW-LE.html>, 13.05.2012

Kombinierter-Verkehr (1)

Downloadlink:

<http://kombinierter-verkehr.com/ladeeinheiten/container/>, 13.05.2012

Kombinierter-Verkehr (2)

Downloadlink:

<http://kombinierter-verkehr.com/vorteil-des-kombinierten-verkehrs/>, 24.09.2012

Kombiverkehr (1)

Downloadlink:

http://www.kombiverkehr.de/web/Deutsch/Startseite/Wissen/Kombinierter_Verkehr/Transportketten/, 09.05.2012

Kombiverkehr (2)

Downloadlink:

http://www.kombiverkehr.de/web/deutsch/startseite/wissen/kombinierter_verkehr/variante_n_des_kv/, 09.05.2012

Kombiverkehr (3)

Downloadlink:

http://www.kombiverkehr.de/web/deutsch/startseite/wissen/kombinierter_verkehr/vorteile/, 21.06.2012

Krone Box Liner

Downloadlink:

http://www.krone-trailer.com/fileadmin/contentmedia/pdf/datenblaetter/boxliner_eLTU6_de.pdf, 24.07.2012

Kroneshop

Downloadlink:

http://www.kroneshop.de/nfz/dbl/profiliner_el4bw_de.pdf, 13.05.2012

KÜPER Norbert, Entlastung des Straßengüterverkehrs durch den Schienengüterverkehr – historische, funktionale und rechtliche Aspekte, Juristische Schriftenreihe LIT, 1997

LAMPE Thorsten, Studienarbeit: Kombiniertes Verkehr in Osteuropa, GRIN Verlag – Verlag für akademische Texte, 2005

LKW-Modellauto

Downloadlink:

<http://www.lkwmodellauto.de/btzFoto004.jpg>, 10.05.2012

Logistik Express - Fachmedium für Logistik

Downloadlink:

<http://logistik-express.com/meldungen/1/17171/neue-trends-in-der-intralogistik-cemat-setzt-gruene-akzente/>, 17.09.2012

Logistikum

Downloadlink:

<http://www.logistikum.at/logis/upload/Test/Eisenbahnverkehrsunternehmen.pdf>,
27.05.2012

Media7

Downloadlink:

http://media7.news.ch/news/680/246107-Hupac_SBB.jpg, 27.11.2012

MÜLLER Josef, Zeitungsartikel der Handelszeitung: Jetzt können alle Auflieger auf die Schiene, Online erschienen am 20.10.2010 um 05:30

Downloadlink:

<http://www.handelszeitung.ch/unternehmen/jetzt-koennen-alle-auflieger-auf-die-schiene>,
14.05.2012

Naccorail

Downloadlink:

http://www.naccorail.com/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=94&lang=de, 24.07.2012

Nauticexpo (1)

Downloadlink:

http://img.nauticexpo.de/images_ne/photo-g/drehbarer-twin-lift-spreader-fur-container-190052.jpg, 13.05.2012

Nauticexpo (2)

Downloadlink:

http://img.nauticexpo.de/images_ne/photo-g/reach-stacker-fur-container-mit-obenhubspreader-189568.jpg, 14.05.2012

NFM - Nutzfahrzeugmanagement

Downloadlink:

http://www.nfm-verlag.de/uploads/Contrailo/News_Artikel/Dienstleistungen/boheaikombi.jpg, 13.05.2012

ÖBB (1) - Österreichischen Bundesbahnen

Downloadlink:

http://www.oebb.at/infrastruktur/de/_p_3_0_fuer_Kunden_Partner/3_3_Schieneinfrastruktur/3_3_4_Korridore/index.jsp, 25.05.2012

ÖBB (2) - Österreichischen Bundesbahnen

Downloadlink:

http://werbung.oebb.at/de/Loks/Taurus_Flotte_1016/index.jsp, 24.07.2012

ÖBB (3) - Österreichischen Bundesbahnen

Downloadlink:

http://www.oebb.at/infrastruktur/de/5_0_fuer_Generationen/5_4_Wir_bauen_fuer_Generationen/5_4_1_Schieneinfrastruktur/Grossraum_Wien/Planung_Terminal__Wien_Inzersdorf/, 30.09.2012

ÖBB (4) - Österreichischen Bundesbahnen

Downloadlink:

http://www.oebb.at/infrastruktur/de/_p_3_0_fuer_Kunden_Partner/3_4_EVU_am_Netz/Gueterverkehrs_EVU/index.jsp, 27.05.2012

Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie), Universität Dortmund: Fakultät Maschinenbau – Lehrstuhl Verkehrssysteme und –logistik, Fraunhofer – Institut für Materialfluss und Logistik, Nachhaltige Mobilität durch Innovation im Güterverkehr (FKZ 906 96 533) – Endbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin/Dortmund am 30. November 2007

Downloadlink:

<http://www.oeko.de/oekodoc/372/2007-021-de.pdf>, 21.09.2012

Peischl - Fahrzeugbau

Downloadlink:

http://www.peischl-fahrzeugbau.at/produkte/bilder/fern_4.jpg, 13.05.2012

PLÜMER Thomas, Logistik und Produktion, Managementwissen fürs Studium und Praktikum, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2003

PwC - Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft

Downloadlink:

<http://www.pwc.de/de/transport-und-logistik/oekologie-und-oekonomie-sind-kein-widerspruch-fallbeispiele-gruener-logistikimmobilien.jhtml>, 20.09.2012

Rail Cargo Austria (1)

Downloadlink:

http://www.railcargo.at/de/Unsere_Leistungen/Intermodal/Mobiler/index.jsp, 14.05.2012

Rail Cargo Austria (2)

Downloadlink:

<http://www.railcargo.at/de/Kundenservice/Publikationen/rca-terminals.pdf>, 25.05.2012

Raumordnung Steiermark

Downloadlink:

<http://www.raumplanung.steiermark.at/cms/ziel/32390209/DE/>, 24.09.2012

Reissweb

Downloadlink:

<http://www.reissweb.net/images/dd0030g.jpg>, 12.05.2012

RNE - RailNetEurope

Downloadlink:

http://www.rne.eu/index.php/oss_network.html, 25.05.2012

Schienen Control

Downloadlink:

<http://www.schienencontrol.gv.at/deutsch/homepage/glossar/glossar.html>, 30.09.2012

SCHREYER René, Quantifizierung des Zeitbedarfs von Umschlageinrichtungen im Güterverkehr, Beiträge zu einer ökologisch und sozial verträglichen Verkehrsplanung, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Technischen Universität Wien, 1/1996

Servicechannel

Downloadlink:

<http://www.servicechannel.at/?siid=8&arid=642>, 14.05.2012

SGKV - Studiengesellschaft für den kombinierten Verkehr e.V.

Downloadlink:

<http://www.sgkv.de/index.php>, 10.09.2012

SIEPERMANN Christoph, Logistik – gestern, heute, morgen, Festschrift für Richard VAHRENKAMP zur Vollendung des 65. Lebensjahres, GITO-Verlag, Berlin, 2011

Snizek

Downloadlink:

<http://www.snizek.at/go/de/projekte-mainmenu-50/verkehrs-konzepte/363-terminalkonzept-oesterreich>, 25.05.2012

Spiegel, Zeitungsartikel: Strafzoll für Schlaue, Online erschienen am 10.06.1996, Heft 24/1996,

Downloadlink:

<http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-8933746.html>, 10.05.2012

Stadt Zürich

Downloadlink:

http://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/ted/Deutsch/taz/Fachunterlagen/Publikationen_und_Broschueren/Verkehr/Wirtschafts_und_Gueterverkehr/Kompaktumschlag_City_Logistik.pdf, 25.09.2012

Staticflickr (1)

Downloadlink:

http://farm8.staticflickr.com/7062/6942415566_40156ac4de_o.jpg, 09.05.2012

Staticflickr (2)

Downloadlink:

http://farm2.static.flickr.com/1055/1471857813_b394bf60c2_o.jpg, 10.05.2012

STATISTIK AUSTRIA (1)

Downloadlink:

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/strasse/gueterverkehr/index.html, 02.05.2012

STATISTIK AUSTRIA (2)

Downloadlink:

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/055565.html, 02.05.2012

STATISTIK AUSTRIA (3)

Downloadlink:

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/schiene/gueterverkehr/index.html,
21.05.2012

STATISTIK AUSTRIA (4)

Downloadlink:

http://www.statistik.at/web_de/presse/055506, 25.05.2012

Statistisches Bundesamt (1): Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik - 2007, Wiesbaden, erschienen am 31.08.2008

Downloadlink:

https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Gueterverkehr/Tabellen/NST2007.pdf?__blob=publicationFile, 03.05.2012

Statistisches Bundesamt (2): Güterverkehrsstatistik der Binnenschifffahrt 2010, Fachserie 8, Reihe 4, Wiesbaden, erschienen am 10.05.2011, aktualisiert am 12.05.2011 (Tabelle 4.7.1.)

Downloadlink:

https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Schifffahrt/BinnenschifffahrtJ2080400107004.pdf?__blob=publicationFile, 03.05.2012

Terminal (1)

Downloadlink:

http://www.terminal.co.at/downloads/Perspektiven_KV_Zeitung_Verkehr_vom_111111.jpg,
21.05.2012

Terminal (2)

Downloadlink:

<http://www.terminal.co.at/>, 21.05.2012

TIM Consult, Kombi Verkehr – Wettbewerbswirkungen der Einführung des Gigaliners auf den Kombinierten Verkehr, Pressekonferenz, Frankfurt, 05.09.2006

Downloadlink:

<http://www.nomegatrucks.eu/deu/service/download/tim-consult-studie.pdf>, 21.09.2012

Tinypic

Downloadlink:

<http://i39.tinypic.com/28uo6jm.jpg>, 05.05.2012

TIS - Transportinformations-Service

Downloadlink:

<http://www.tis-gdv.de/tis/containe/inhalt2.htm>, 13.05.2012

TNT

Downloadlink:

http://www.tnt.com/express/de_at/site/home/support/paperwork_and_packaging/useful_packaging_tips/pallets.html, 24.07.2012

Totoweise

Downloadlink:

<http://totoweise.blogspot.co.at/2011/05/sie-waren-nur-mal-zwischendurch-in.html>, 27.11.2012

Transportberater

Downloadlink:

http://www.transportberater.portal-c.info/kombinierter_verkehr.html, 21.06.2012

TSCHEUSCHNER Horst-Dieter, Grundzüge der Lebensmitteltechnik, Behr-Verlag, 3. Auflage 2004

UIRR (1) - Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr
Schiene-Straße

Downloadlink:

<http://www.uirr.com/de/road-rail-ct/framework-conditions/loading-units.html>, 10.05.2012

UIRR (2) - Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr
Schiene-Straße

Downloadlink:

<http://www.uirr.com/de/road-rail-ct/players.html>, 21.05.2012

UIRR (3) - Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr
Schiene-Straße

Downloadlink:

<http://www.uirr.com/de/road-rail-ct/players/infrastructure-managers.html>, 18.05.2012

UIRR (4) - Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr
Schiene-Straße

Downloadlink:

<http://www.uirr.com/de/road-rail-ct/players/railway-undertakings.html>, 18.05.2012

UIRR (5) - Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr
Schiene-Straße

Downloadlink:

<http://www.uirr.com/de/road-rail-ct/players/ct-operators.html>, 18.05.2012

UIRR (6) - Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr
Schiene-Straße

Downloadlink:

<http://www.uirr.com/de/road-rail-ct/players/terminal-managers.html>, 18.05.2012

UIRR (7) - Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr
Schiene-Straße

Downloadlink:

<http://www.uirr.com/de/road-rail-ct/players/customers.html>, 18.05.2012

UIRR (8) - Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr
Schiene-Straße

Downloadlink:

<http://www.uirr.com/de/road-rail-ct/advantages.html>, 21.06.2012

UNTERREINER Viktoria, Zeitungsartikel der Welt-Zeitung: Krabben nach Marokko, Online
erschieden am 12.03.2007

Downloadlink:

<http://www.welt.de/wirtschaft/article756944/Krabben-nach-Marokko.html>, 17.06.2012

Umweltbundesamt

Downloadlink:

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/laerm/verursacher/laerm_strasse/,
28.11.2012

VDA - Verband der Automobilindustrie

Downloadlink:

http://www.vda.de/files/abt_normenausschuss_wechselbehaelter.pdf, 12.05.2012

VDB - Verband der Bahnindustrie in Deutschland e.V.

Downloadlink:

<http://www.bahnindustrie.info/fileadmin/Dokumente/Oeffentlich/Klima/BahnindustrieKlimaschutz.pdf>, 25.06.2012

VDV - Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Die Güterbahnen – Zukunftsfähige
Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Freight Railways – Sustainable Mobility for
Economy and Society, Alba Fachverlag, August 2002

VEIT Peter, WALTER Stefan, Vorlesungsskriptum: Güterverkehr, LVA-Nummer: 211.461, Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft, Technische Universität Graz, Wintersemester 2011/2012

Downloadlink:

http://www.ebw.tugraz.at/downloads/Skript_Gueterverkehr.pdf, 04.05.2012

VerbraucherfürsKlima

Downloadlink:

<http://www.verbraucherfuersklima.de/cps/rde/xchg/projektklima/hs.xsl/1149.htm>, 25.06.2012

Verkehrsrundschau (1)

Downloadlink:

http://www.verkehrsrundschau.de/kombi-operateure-946062-vkr_lexikon.html, 09.05.2012

Verkehrsrundschau (2)

Downloadlink:

http://www.verkehrsrundschau.de/fm/4494/mobiler_railcargo_620.jpg, 14.05.2012

VNL Österreich - Verein Netzwerk Logistik (1)

Downloadlink:

<http://www.vnl.at/Vorlauf.555.0.html>, 04.05.2012

VNL Österreich - Verein Netzwerk Logistik (2)

Downloadlink:

<http://www.vnl.at/Hauptlauf.271.0.html>, 04.05.2012

VNL Österreich - Verein Netzwerk Logistik (3)

Downloadlink:

<http://www.vnl.at/Nachlauf.409.0.html>, 04.05.2012

Wikimedia

Downloadlink:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Aufnahme_von_Wechselbr%C3%BCcken.jpg, 12.05.2012

WKO (1) - Wirtschaftskammer Österreich, Die österreichische Verkehrswirtschaft - Daten und Fakten, Ausgabe 2011

Downloadlink:

<http://www.dietransporteur.at/fileadmin/DOWNLOAD-Fachverband/BSTV/Verkehrswirtschaft-Ausgabe2011.pdf>, 27.05.2012

WKO (2) - Wirtschaftskammer Österreich, Analyse des Bundesbudgets 2012, November 2011

Downloadlink:

http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?angid=1&stid=648260&dstid=1236, 30.09.2012

WKO (3) - Wirtschaftskammer Österreich

Downloadlink:

http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?AngID=1&StID=357385&DstID=17, 22.05.2012

WKO (4) - Wirtschaftskammer Österreich

Downloadlink:

http://wko.at/fahrzeuge/main_frame/statistik/JB/Seite5.27%202012.pdf, 22.05.2012

WOLF Andreas, Zeitungsartikel der Lastauto Omnibus: Feldversuch Eurocombi: Irrtümer und Vorurteile, Online erschienen am 09.03.2012

Downloadlink:

<http://www.eurotransport.de/news/feldversuch-eurocombi-irrtuemer-und-vorurteile-512384.html>, 21.09.2012

ZEITZEN Frank, Zeitungsartikel der Lastauto Omnibus: Italienische Versuchung, Ausgabe April 2009, Heft 4, S.18

Notizen: