



Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13, 1040 Wien

## **DIPLOMARBEIT**

# ***Innovative Technologien im Kombinierten Verkehr*** ***Transportbehälter – Umschlagtechnik - Waggonbau***

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

unter der Leitung von

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Norbert Ostermann

Betreuerin

Universitätsassistentin Dipl.-Ing. Ruth Hierzer

Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft

und Seilbahnen, E 232

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Lydia Mirna Novoszel

0050853

Margaretenstr. 71-73/2/11, 1050 Wien

Wien, im März 2008

## **Abstract**

The amount of goods transported and the resulting emissions are projected to rise, with studies differing as to the exact numbers. Combined transport might be one possibility to counteract these recent developments. The transportation of goods with two transport modes is no new invention, but the question is whether the current technologies are feasible to deal with new requirements of all agents involved and the demands of the entire transport process; which new technologies are available and how can they be implemented? This paper deals with innovations in the field of containers, handling equipment and wagons used in the areas of combined transport. The development is situated in different industries and diverse scientific disciplines. First, the general conditions and the interactions within the process are outlined. The diffusion of innovative products depends on various variables. The selection environment for the technologies is strongly affected by the current market forces, which are recently undergoing dynamic developments driven by European liberalization initiatives, and the intermodal and intramodal competition environment. These issues were approached by reviewing the literature and by interacting with experts to analyze their opinions, which is important for the assessment of the innovative technologies. A survey was made to evaluate 27 innovations.

## **Zusammenfassung**

Die Menge der transportierten Güter und damit verbundene höhere Emissionen werden in Zukunft zunehmen, wenn auch die verschiedenen Analysen unterschiedlich hohe Werte prognostizieren. Kombiniertes Verkehr ist eine Möglichkeit, die Auswirkungen dieser Entwicklung abzuschwächen. Der multimodale Verkehr (in dieser Arbeit in der Form von Schiene-Straße behandelt) ist keine neue Entdeckung, doch es stellt sich die Frage, ob die vorhandenen Technologien den neuen Anforderungen der Akteure und des Prozesses entsprechen, welche neuen Technologien bestehen und wie diese umgesetzt werden können. Diese Arbeit behandelt die Bereiche Transportbehälter, Umschlagtechnik und Waggonbau. Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten unterschiedlicher Branchen liefern ihren Beitrag zu diesem interdisziplinären Thema (unter anderem Eisenbahnwesen, Innovationsmanagement, Transportlogistik, Schienenfahrzeugbau). Vorab werden die grundlegenden Rahmenbedingungen dargestellt. Die Diffusion innovativer Produkte hängt von vielen Faktoren ab. Die Selektionsumgebung sowie die intramodalen und intermodalen Wettbewerbsbedingungen und die Struktur des Netzwerkes beeinflussen die Innovationstätigkeit. Das Thema wurde mittels Literaturrecherche und Expertenbefragungen behandelt. Die Beurteilung von 27 verschiedenen Innovationen erfolgte mittels eines Erhebungsbogens.

## Danksagung

Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle dem Institut für Eisenbahnwesen der Technischen Universität Wien und Institutsvorstand Prof. Norbert Ostermann für die Möglichkeit die vorliegende Diplomarbeit verfassen zu können. Frau Dipl. Ing. Ruth Hierzer hat mich umfassend bei der Verfassung der Arbeit unterstützt und begleitet. Herr Prof. Adolf Stepan, Institut für Managementwissenschaften – Abteilung für Industrielle Betriebswirtschaftslehre und Wettbewerb hat mich mit Input für die Innovationstheorie unterstützt und mich allgemein für das Thema Innovationen, Wettbewerb und Unternehmensführung interessiert.

Diese Arbeit hätte ohne den Rahmen des RTCA – Rail Technology Cluster Austria und deren Mitglieder nicht initiiert werden können. Besonderer Dank gilt dem Engagement von Herrn Karl Thaller – Arbeitskreisleiter Multimodaler Verkehr, Geschäftsführer der Montanspedition Kapfenberg und Initiator des neuen Umschlagsterminals Kapfenberg. Die Mitglieder des Arbeitskreises haben mir ein umfangreiches Podium für die Präsentation meiner Arbeit geliefert, dabei möchte ich mich besonders bei Herrn Alexander Klar, Herrn Karl Gruber, Frau Prof. Brigitta Riebesmeier und den Vertretern der Rail Cargo Austria für Ihre Expertenmeinung und Ihr Expertenwissen bedanken.

Zusätzlich hat das Praxiswissen der Mitglieder des Vereins CombiNet eine Evaluierung der innovativen Technologien möglich gemacht, stellvertretend möchte ich dabei vor allem Herrn Dipl. Ing. Herbert Peherstofer danken.

Herr Dr. Reinhard Pfliegl hat mich vorab dem Thema und dem Netzwerk Verkehr und Transport in allen seinen Facetten und internationalen Aspekten nähergebracht und mich in persönlichen Fähigkeiten gestärkt.

Darüber hinaus haben mich viele Impulse, Aktivitäten und Feedback von zahlreichen Personen direkt oder indirekt persönlich unterstützt.

Nachdem dieses Thema eine internationale Tragweite aufweist, möchte ich mich auch dementsprechend in verschiedenen Sprachen bedanken:

„Lipa hvala!“ - „Tack sa mycket!“ - “Muchas gracias!” – “Thank you very much!” – “Danke!”

# Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	vii
Abbildungsverzeichnis .....	viii
Abkürzungsverzeichnis .....	ix
1 Einleitung .....	2
1.1 Problemstellung .....	2
1.2 Forschungsfrage.....	3
1.3 Vorgehensweise.....	4
1.4 Aufbau der Arbeit.....	4
2 Kombiniertes Verkehr .....	6
2.1 Begriffsbestimmung .....	6
2.2 Rahmenbedingungen in Österreich und der EU .....	9
2.2.1 Strukturelle Rahmenbedingungen .....	9
2.2.2 Technologische Rahmenbedingungen.....	13
2.3 Entwicklung des Verkehrsaufkommens im KV .....	18
2.4 Spannungsfeld Schiene – Straße.....	21
2.4.1 Qualitative Aspekte .....	22
2.4.2 Quantitative Aspekte .....	24
2.5 Ablaufprozess .....	27
2.5.1 KV als Prozess .....	27
2.5.2 Qualitätsaspekte im KV .....	32
2.6 Akteure und deren Anforderungen .....	34
2.6.1 Verlader.....	35
2.6.2 Vermarkter .....	36
2.6.3 Spediteure.....	37
2.6.4 Logistikdienstleister .....	38
2.6.5 Operateure .....	38
2.6.6 Frachtführer / Carrier .....	39
2.6.7 Terminalunternehmer .....	40
2.7 Vor- und Nachteile des KV .....	41
3 Innovative Technologien im KV .....	44
3.1 Innovationstheoretische Konzepte.....	44
3.1.1 Large Technical Systems .....	53

---

3.1.2	Bewertung von Innovationen .....	54
3.2	Innovationstätigkeit im KV .....	56
3.3	Transportbehälter .....	60
3.3.1	Anforderungen .....	60
3.3.2	Standardprodukte .....	64
3.3.3	Innovative Systeme .....	70
3.4	Umschlagtechnik .....	74
3.4.1	Anforderungen .....	75
3.4.2	Standardprodukte .....	78
3.4.3	Innovative Systeme .....	81
3.5	Waggonbau .....	91
3.5.1	Anforderungen an Güterwagen .....	91
3.5.2	Standardprodukte .....	95
3.5.3	Innovative Systeme .....	99
4	Zusammenfassung und Schlussfolgerung .....	105
	Literaturverzeichnis .....	109
5	Anhang .....	120

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht Güterverkehr .....	6
Tabelle 2 Formen des Kombinierten Verkehrs .....	8
Tabelle 3 Reibungsverhältnisse Schiene - Straße .....	13
Tabelle 4 KV in Europa 2002/2015 .....	20
Tabelle 5 Produktionsverfahren im Schienenverkehr .....	30
Tabelle 6 Funktionen von Transportbehältern .....	61
Tabelle 7 Technische und ökonomische Auswahlkriterien für Transportbehälter .....	62
Tabelle 8 ISO Norm Maße der gebräuchlichsten Box-Container .....	65
Tabelle 9 EURO-Norm-Maße der gebräuchlichsten Großcontainer.....	65
Tabelle 10 Wechselbehälter, technische Dimensionen .....	67
Tabelle 11 Ranking Transportbehälter .....	73
Tabelle 12 Auswahlkriterien für kranbasierte Umschlaggeräte .....	77
Tabelle 13 Rankig Umschlagtechnik .....	88
Tabelle 14 Übersicht Anforderungen an Güterwagen.....	92
Tabelle 15 Ranking Waggon .....	103

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 UIC Regellichtraum .....	15
Abbildung 2 Regelprofile für Eisenbahn- und Straßentransport.....	15
Abbildung 3 Europäische Strom- und Zugsicherungssysteme .....	17
Abbildung 4 Güterverkehr Schiene Straße 1985 - 2003 (Tonnen-km).....	19
Abbildung 5 Bisherige Entwicklung des KV in Österreich .....	19
Abbildung 6 Schienengüterverkehr bis 2015 .....	20
Abbildung 7 Marktsegmente im KV .....	25
Abbildung 8 Externe Kosten der Verkehrsmittel in Österreich - Güterverkehr .....	26
Abbildung 9 Ablauf des KV.....	27
Abbildung 10 Beispiel für die Organisation der Wertschöpfungskette .....	35
Abbildung 11 Vernetzung der Akteure im KV .....	35
Abbildung 12 SWOT Analyse KV.....	43
Abbildung 13 Wettbewerbskräfte in einer Branche nach Porter.....	47
Abbildung 14 MKS Modell eines Schienenfahrzeuges .....	59
Abbildung 15 Festlegung und Entstehung von Kosten über die gesamte Lebensdauer eines Produktes.....	60
Abbildung 16 Anforderungen an Container während des Transports.....	63
Abbildung 17 Containertypen .....	66
Abbildung 18 Kranbarer Sattelanhänger.....	68
Abbildung 19 Mega Trailer - Sattelanhänger.....	68
Abbildung 20 Bewertungsdimensionen für Transportbehälter .....	74
Abbildung 21 Bewertungsdimensionen einzelner Umschlagtechniken.....	90
Abbildung 22 Gegenüberstellung horizontale – vertikale Umschlagtechniken.....	90
Abbildung 23 Bewertungsdimensionen Waggons .....	104

## Abkürzungsverzeichnis

ACTS	Abrollcontainer Transport System
BGL	Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung European Committee for Standardization, Comité de Européen Normalisation,
CEN/TS	Europäisches Komitee für Normung /Technical Specifications, Technische Spezifikation TS
d.h.	Das heißt
DB	Deutsche Bahn
DIN	Deutsche Industrienorm
DVWG	Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EoS	Economies of Scale
ERA-NET	Initiative zur Integration europäischer Forschungssysteme
ERP - Fonds	European Recovery Program = Europäisches Wiederaufbau-Programm
ERTMS	European Rail Traffic Management System
etc.	Et cetera
EU	European Union / Europäische Union
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FP	Framework Programme / (Forschungs-)Rahmenprogramm
GGVE	Gefahrgutverordnung Eisenbahn
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
IRU	International Road Transport Union
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISU	Innovativer Sattelumschlag
JIT	Just in Time
KV	Kombinierter Verkehr
LCC	Lifecycle Costs
LEILA	Leichtes und lärmarmes Güterwagendrehgestell
MCC	Mobile Container Converter (Mobiler Container Umsetzers)
NEHTS	Neuweiler Tuchschild Horizontal System
ÖBB	Österreichische Bundesbahn

---

OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development / Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
ÖNORM	Normen des österreichischen Normungsinstituts
RAMS	Reliability, Availability, Maintenance, Safety – Theorie
RCA	Rail Cargo Austria
RFID	Radio Frequency Identification
RTCA	Rail Technology Cluster Austria
SCG	Schienencontroll-GmbH
SCK	Schienencontroll-Kommission
SGKV	Studiengesellschaft Kombiniertes Verkehr
SOK	Schienenoberkannte
TEN-T	Trans-European Network for Transport
TEU	Twenty Foot Equivalent
TSI	Technical Specification for Interoperability / Technische Spezifikationen Interoperabilität
UIC	International Union of Railways
UIRR	International Union of combined Road-Rail transport companies
UNIFE	Association of the European Railway Industries / Europäischer Verband der Bahnindustrie
Vgl.	Vergleiche
WAB	Wechselaufbau
z.B.	Zum Beispiel
Z-AK	Automatische Zugkupplung

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Der internationale Güterverkehr wird durch die weltweiten Wertschöpfungsketten, Produktionsstandorte und Entwicklungen im globalen Supply Chain Management in der Zukunft weiter ansteigen. Darüber hinaus werden steigende Anforderungen an internationales Transport- und Logistikmanagement und Transportleistungen neue Impulse in der Transportwirtschaft mit sich bringen.<sup>1</sup> Gleichzeitig werden restriktivere Umweltschutzanforderungen an Transportketten, Kostenwahrheit und Preisdruck die Marktentwicklung beeinflussen.

Innerhalb der Europäischen Union und damit auch in Österreich gibt es auf Grund der vorher genannten dynamischen Einflüsse das politische Ziel den Kombinierten Verkehr zu fördern. Zusätzlich gibt es zahlreiche Interessensgemeinschaften und interdisziplinäre Arbeitsgruppen, die sich dem Kombinierten Verkehr widmen. Unter anderem beschäftigt sich im Rahmen des RTCA – Rail Technology Cluster Austria - die Arbeitsgruppe „Intermodaler Verkehr“ mit diesem Thema. Im Rahmen dessen haben Experten aus Wissenschaft und Praxis auch die Notwendigkeit dieser Arbeit angeregt.

Eine Möglichkeit die Entwicklung des Kombinierten Verkehrs positiv zu beeinflussen, kann der Einsatz neuer Technologien und das Umsetzen von Innovationen sein. Selbst in Expertenkreisen ist kein gebündeltes einheitliches Know-How zu vorhandenen Innovationen ersichtlich. Eine Herausforderung ist es, dass innovative Technologien sichtbar am Markt eingesetzt werden, und auch kleine Neuerungen von kleineren Anbietern mehr beachtet werden. Vorherrschende Rahmenbedingungen und Marktkräfte, sowie möglicherweise ein geringes Interesse des Endkonsumenten, können Auswirkungen auf das Innovationsverhalten im Kombinierten Verkehr haben.

Diese Arbeit versucht aufzuzeigen, welche Innovationen für den Kombinierten Verkehr vorhanden sind und welche Faktoren die Umsetzung der innovativen Technologien beeinflussen. Ziel dieser Arbeit ist es, eine Ist-Analyse der vorhandenen innovativen Systeme im Kombinierten Verkehr zu erarbeiten sowie eine Bewertung dieser Technologien anhand relevanter Faktoren durchzuführen.

---

<sup>1</sup> Vgl. z.B. Ameling (2006) S. 17f.

## 1.2 Forschungsfrage

Die Arbeit ist unter anderem in den Wissenschaftsdisziplinen Eisenbahnwesen, (Transport-) Logistik und Innovationsforschung anzusiedeln. Im Zuge der Formulierung des Betrachtungsfeldes ist vorerst die Abgrenzung des Themas für diese Arbeit darzulegen. Es wird nur der Schienenhauptlauf und der Vor- bzw. Nachlauf auf der Straße behandelt, d.h. Transport via Schifffahrt ist nicht Gegenstand dieser Arbeit. Die Anwendung des begleiteten Kombinierten Verkehr (z.B. Rollende Landstraße) wird bezugnehmend auf den derzeitigen Trend (aufgrund betriebswirtschaftlicher Kriterien, beispielsweise durch zusätzliche Personalkosten, weniger in Verwendung) nicht behandelt, daher ist nur der unbegleitete Kombinierte Verkehr maßgeblich für diese Arbeit. Hauptsächlich soll der Gesamtprozess und seine Schnittstellen betrachtet werden, daher sind innerbetriebliche Prozesse in den einzelnen Transportmodi (z.B. Rangiervorgänge) nur von geringer Bedeutung. Den Ansätzen der Transportlogistik soll Rechnung getragen werden. Gefahrguttransporte werden aufgrund ihrer besonderen Anforderungen und Regelungen nicht in Betracht gezogen.

Es werden nur Technologien, die in den Bereichen Transportbehälter, Umschlagtechnik und Waggonbau zum Einsatz kommen behandelt, weil diese „einfach und kurzfristig“ von jedem Marktteilnehmer eingesetzt werden können; daher werden zum Beispiel neue Antriebssysteme oder Triebwagen nicht explizit behandelt. Damit ist der flexible und dynamische Einsatz bei gegebener Infrastruktur und Organisation sicher gestellt.

Für den abgegrenzten Betrachtungsraum lassen sich die zentralen Forschungsfragen wie folgt formulieren:

- Welche Rahmenbedingungen, Prozesse und Marktteilnehmer bilden das Umfeld für innovative Systeme im Kombinierten Verkehr?
- Welche innovativen Technologien sind im kombinierten Verkehr vorhanden und anhand welcher Kriterien sind diese vergleichbar?
- Sind die vorhandenen innovativen Systeme ausreichend für die Zukunft des KV oder sind neue Entwicklungen anzustreben?

Diese Arbeit beschäftigt sich mit Innovationen des unbegleiteten Kombinierten Verkehrs (Schiene – Straße) und beantwortet die oben genannte Fragestellung mit Hilfe der nun folgenden Vorgehensweise.

### **1.3 Vorgehensweise**

Die grundlegenden Informationen und Daten zum Kombinierten Verkehr werden mittels Literaturrecherche erarbeitet. Als Quelle dienen Fachbücher, wissenschaftliche Papers, Veröffentlichungen von Interessensvertretungen und Akteuren des Kombinierten Verkehrs, sowie nationaler und internationaler Institutionen. Als Benchmark für die zu betrachtenden neuen Systeme werden der Stand der Technik bekannter Standards und Lehrmeinungen herangezogen. Mit Hilfe von Internetrecherche, Besuch von Branchenveranstaltungen und Befragung von Experten werden die innovativen Systeme identifiziert. Anhand von Expertenmeinungen werden die Bewertungskriterien definiert und ein Erhebungsbogen zur Bewertung von Innovationen erstellt. Die identifizierten 27 Innovationen (sechs aus dem Bereich Transportbehälter, fünfzehn Umschlagtechnik, sechs Waggon) werden anhand von zehn Bewertungskriterien von siebzehn Experten bewertet. Dieser Bewertungsprozess wird begleitet durch ausführliche Experten-Diskussionsrunden.

### **1.4 Aufbau der Arbeit**

Ausgehend von der Begriffsbestimmung und der Begriffsabgrenzung für die relevante Definition des Kombinierten Verkehrs werden die strukturellen und technologischen Rahmenbedingungen behandelt. Dabei soll auch das Spannungsfeld zwischen Straßengüterverkehr und Güterverkehr auf der Schiene betrachtet werden. Die Entwicklung des Güterverkehrs im Allgemeinen und des Kombinierten Verkehrs im Besonderen in der Vergangenheit und zukünftige Prognose liefern eine Basis für die Notwendigkeit der Behandlung des Themas und zeigen erste Anforderungen auf, um der zukünftigen Entwicklung Rechnung zu tragen. Der Prozess zeigt die organisatorischen Aspekte im Kombinierten Verkehr. Es sollen die Besonderheiten im Bereich der Ablauforganisation sowie Qualitätsaspekte herausgearbeitet werden. Daraus lassen sich grundsätzliche Vor- und Nachteile ableiten. Der Einsatzbereich und die Anforderungen der teilnehmenden Akteure zeigen die Kundenbedürfnisse, welche der Kombinierte Verkehr und innovative Technologien befriedigen sollte.

Kapitel 3 beschreibt innovative Technologien für die Bereiche Transportbehälter, Umschlagtechnik und Waggonbau. Einleitend werden Aspekte der Innovationsforschung und charakteristische Bewertungskriterien für den Kombinierten Verkehr herausgearbeitet. Anschließend werden für jeden Bereich derzeitige Standardprodukte und

Anforderungskriterien beschrieben. Schließlich werden die neuen Technologien beschrieben und anhand der Ergebnisse des Expertenbefragungsbogens kommentiert.

Abschließend werden die Erkenntnisse dieser Arbeit zusammengefasst und eine Conclusio für die Umsetzung von Innovationen im Kombinierten Verkehr gegeben. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse aus dem Bereich „innovative Technologien“ wird die Forschungsfrage beantwortet.

## 2 Kombiniertes Verkehr

In diesem Kapitel werden die Grundlagen, die die Rahmenbedingungen für den Kombinierten Verkehr liefern, behandelt. Vorerst wird der Begriff Kombiniertes Verkehr erklärt. Anschließend zeigen die strukturellen (vor allem juristische) und technologischen Rahmenbedingungen den Handlungsspielraum in dem sich der Kombinierte Verkehr bewegt. Die Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens und des Kombinierten Verkehrs zeigt die quantitativen Potentiale und Herausforderungen für den Kombinierten Verkehr in der Zukunft auf. Das Konkurrenzverhältnis zwischen Schiene und Straße wird anhand qualitativer und quantitativer Aspekte beschrieben. Die Prozessdarstellung zeigt den Ablauf und die verschiedenen Produktionsformen im Kombinierten Verkehr sowie Qualitätsmerkmale. Im Kombinierten Verkehr tätige Akteure und deren Anforderungen stellen die Kundensicht dar. Abschließend werden die Vor- und Nachteile des Kombinierten Verkehrs zusammengefasst. Somit wird der Handlungsspielraum beschrieben, in dem der Kombinierte Verkehrs stattfindet, und die Grundlage für das Kapitel 3 vorgestellt.

### 2.1 Begriffsbestimmung

Im Folgenden werden der Begriff Kombiniertes Verkehr und angrenzende Begrifflichkeiten behandelt.

**Transportketten** sind gemäß DIN 30781 definiert, als die Folge von technischen und organisatorisch miteinander verknüpften Vorgängen, bei denen Personen oder Güter von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden.<sup>2</sup>

Der **Kombinierte Verkehr** gliedert sich in den Güterverkehr gemäß folgender Tabelle 1 ein.

**Tabelle 1 Übersicht Güterverkehr<sup>3</sup>**

Güterverkehr		
Eingliedrige Transportkette	Mehrgliedrige Transportkette	
Ungebrochene Verkehre	Unimodal	Multimodal
Direktverkehr – Ganzzugverkehr (Bahn)	Gebrochener Verkehr <sup>4</sup>	Gebrochener Verkehr
Teilladungsverkehre	Verkehre mit Wechsel der Transporteinheit	Intermodaler Verkehr

<sup>2</sup> DIN 30781, Kummer (2006) S. 47

<sup>3</sup> Kummer (2006) S. 48, siehe auch Wichser (2002) S. GG 2-14

<sup>4</sup> Gebrochener Verkehr: Umschlag der transportierten Güter selbst

Der Unterschied zwischen eingliedrigen und unimodalen sowie mehrgliedrigen Transportketten ist der Umschlag auf ein anderes Verkehrsmittel. Bei unimodalem Verkehr wird der Transport nur durch einen Verkehrsträger durchgeführt, wobei beim multimodalen Verkehr mindestens zwei verschiedene Verkehrsträger zum Einsatz kommen.

Im Sinne der Richtlinie 92/106/EWG wird unter Artikel 1 der **Kombinierte Verkehr** im Rahmen der Europäischen Union wie folgt definiert:<sup>5</sup>

*Im Sinne dieser Richtlinie gelten als „kombinierter Verkehr“ Güterbeförderungen zwischen Mitgliedstaaten, bei denen der Lastkraftwagen, der Anhänger, der Sattelanhänger mit oder ohne Zugmaschine, der Wechselaufbau oder der Container von mindestens 20 Fuß Länge die Zu- und Ablaufstrecke auf der Straße und den übrigen Teil der Strecke auf der Schiene oder auf einer Binnenwasserstraße oder auf See, sofern diese mehr als 100 km Luftlinie beträgt, zurücklegt, wobei der Straßenzu- oder -ablauf erfolgt:*

*— entweder — für die Zulaufstrecke — zwischen dem Ort, an dem die Güter geladen werden, und dem nächstgelegenen geeigneten Umschlagbahnhof bzw. — für die Ablaufstrecke — zwischen dem nächstgelegenen geeigneten Umschlagbahnhof und dem Ort, an dem die Güter entladen werden.— oder in einem Umkreis von höchstens 150 km Luftlinie um den Binnen- oder Seehafen des Umschlags.*

Die OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) bedient sich einer ähnlichen Definition: „Combined Transport: Intermodal transport where the major part of the European journey is by rail and any initial and/or final legs carried out by road are as short as possible.”<sup>6</sup>

In den Allgemeinen Bedingungen der UIRR (Internationalen Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr Schiene-Straße) wird der Begriff folgendermaßen verwendet: „„Kombinierter Verkehr“ ist die Beförderung von intermodalen oder nicht intermodalen Ladeeinheiten mit mindestens zwei Verkehrsträgern, hier Schiene und Straße.”<sup>7</sup>

Seidelmann (Grundsatzartikel 1997) charakterisiert grundlegende Merkmale des Kombinierten Verkehrs:<sup>8</sup>

- Es muss sich im Kombinierten Verkehr um eine intermodale Transportkette handeln.
- Die Sendung muss zwischen verschiedenen Verkehrsträgern (Straße, Schiene, Binnenwasserstraße oder See) wechseln.
- Der Wechsel zwischen den Verkehrsträgern muss systematisch erleichtert sein. (Beim Umladen von konventionellem Stückgut - Kisten, Säcke, Ballen - sprechen wir regelmäßig nicht vom Kombinierten Verkehr.)

---

<sup>5</sup> 92/106/EWG, Artikel 1

<sup>6</sup> OECD (2002) S. 77

<sup>7</sup> UIRR (AB, 1999) S. 1, siehe auch Wichser (2002) S. MA 5-5

<sup>8</sup> Seidelmann (1997) S. 1

Bukold (1996) fügt ergänzend auf, dass die Güter während des gesamten Transports im selben Transportgefäß verbleiben und dass der Schienentransport einen möglichen Straßentransport auf langer Strecke ersetzt.<sup>9</sup>

Synonym werden für Kombinierten Verkehr, der Begriff wird im Folgenden „KV“ abgekürzt, Intermodaler Verkehr, Multimodaler Verkehr, Kombiverkehr, Kombierter Ladungsverkehr verwendet.<sup>10</sup>

Die verschiedenen Formen des Kombinierten Verkehrs sind in Tabelle 2 ersichtlich. Die in dieser Arbeit behandelten sind grau hinterlegt.

**Tabelle 2 Formen des Kombinierten Verkehrs<sup>11</sup>**

Kombinierter Verkehr								
Großcontainer			Huckepackverkehr				Bimodale Techniken	
Bahn	Straße	Schiff	Bahn	Straße	Schiff	Bahn	Straße	
			Load on/ Load off		Roll on/ Roll off			
Binnen-container	Übersee-container	Sonst. Containerverkehr	Wechselbehälter	Sattelaufleger	Sattelaufleger	Rollende Landstr.	Trailer Zug	Road-Trailer

Es wird zwischen begleitetem und unbegleitetem KV unterschieden. Ein begleiteter KV zeichnet sich durch die Begleitung des Ladeguts durch den Fahrer aus und tritt beim Roll on/ Roll off Verkehr in Erscheinung. Durch die zusätzlichen Personalkosten ist dieser meist kostenintensiver.

Anhand dieser Begriffsdefinitionen umfasst der für die Arbeit verwendete „KV“ - Begriff eine mehrgliedrige Transportkette, wobei die Güter auf Schiene und Straße in einem (multimodalen) Behälter/Transportgefäß/Ladegeräß (unbegleitet) transportiert und in diesem auch umgeschlagen werden.

Im Zusammenhang mit KV tritt oftmals der Begriff "intermodale Ladeinheit" auf. Darunter ist ein Container, ein Wechselbehälter und ähnliches Gerät zur Aufnahme von Gut sowie ein kranbarer oder ein bimodaler Sattelanhängen zu verstehen. Eine "nicht intermodale Ladeinheit" ist zum Beispiel ein Straßenfahrzeug für den Gütertransport.<sup>12</sup>

Ein weiterer wesentlicher Begriff ist jener des „**Umschlagens**“. Dieser ist unter anderem definiert nach DIN 30781: „Umschlagen ist die Gesamtheit der Förder- und Lagervorgänge

<sup>9</sup> Bukold (1996) S. 22

<sup>10</sup> Siehe dazu auch Wichser (2002) S. MA 5-6f.

<sup>11</sup> Aberle (2003) S. 22 siehe dazu auch Wichser (2002) S. MA 5-10f.

<sup>12</sup> UIRR (AB, 1999), Punkt 1.7, 1.8. S. 1f.

beim Übergang der Güter auf ein Transportmittel (aufladen), beim Übergang der Güter von einem Transportmittel (abladen) und wenn Güter das Transportmittel wechseln (umladen).“<sup>13</sup>

## 2.2 Rahmenbedingungen in Österreich und der EU

Der KV ist innerhalb klar definierter Systemgrenzen tätig. Diese setzen sich durch normative (juristische), politische und volkswirtschaftliche Kriterien einerseits und technologische Gegebenheiten der Infrastruktur andererseits zusammen.

### 2.2.1 Strukturelle Rahmenbedingungen

Die **nationale Verkehrspolitik**, als die Summe aller nationalen Maßnahmen zur Beeinflussung und Gestaltung des Verkehrssystems<sup>14</sup>, ist eingebettet in nationale und internationale Grundlagen und (rechtliche) Rahmenbedingungen. Ziel der Verkehrspolitik ist es, eine Verkehrs- und Infrastrukturpolitik zu schaffen, die den Anforderungen der gesamtwirtschaftlichen Situation entspricht. Darüber hinaus hat sie stabilisierende und fördernde Auswirkungen auf die Beschäftigungs-, Wirtschafts- und Industriepolitik eines Landes.

Die österreichische Verkehrspolitik - und davon abgeleitet die Maßnahmen für das gesamte Verkehrssystem - ist abhängig von der Verkehrspolitik der EU, internationalen Abkommen, der herrschenden (und zukünftigen) Wirtschaftssituation und den allgemeinen politischen- sowie spezifischen verkehrspolitischen Zielen.

Seit dem Beitritt Österreichs zur **Europäischen Union** im Jahr 1995 ist vor allem die Richtlinien 92/106/EWG - Festlegung gemeinsamer Regeln für bestimmte Beförderungen im kombinierten Güterverkehr zwischen Mitgliedstaaten maßgebend für die strukturellen Bedingungen im KV:<sup>15</sup>

*The Council Directive 92/106/EEC of 7 December 1992 on the establishment of common rules for certain types of combined transport of goods between Member States (Official Journal L 368, 17/12/1992 P. 0038 – 0042 :*

- *defines the notion of combined transport;*
- *lays down the liberalisation of combined transport from all quota systems;*
- *states that the transport document must show that the road transport operation is part of the combined transport activity and that it must indicate the terminals used;*
- *lays down the reduction or reimbursement of road taxes in the case of certain combined transport operations;*

---

<sup>13</sup> <http://www.boschko.de/index.php?menu=ftech&content=grulog.php> 5.Mai 2007

<sup>14</sup> Vgl. Kummer (2006) S. 182

<sup>15</sup> [http://ec.europa.eu/transport/intermodality/legislation/dir\\_92\\_106\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/intermodality/legislation/dir_92_106_en.htm), 28.Mai 2007

- *exempts road haulage legs from compulsory tariff regulations.*

*Management of this Directive means that the Commission (DG TREN, Unit G4) has to:*

- *deal with the complaints of the users;*
- *have a look on the compatibility of the candidate countries' legislation and to help them narrowing theirs rules with the transport "acquis";*
- *prepare and publish reports on the application of the Directive.*

Zur Übersicht über die europäische Gesetzgebung siehe Anhang S. II.

Im Jahr 2001 wurde ein Weißbuch<sup>16</sup> mit dem Titel „European transport policy for 2010: time to decide“ erarbeitet. Das zentrale Ziel ist die Schaffung eines EU-Binnenmarkts für den Schienenverkehr. Wichtige Punkte sind die Modernisierung der Schieneninfrastruktur, die Kostenwahrheit für den Benutzer (inkl. Einbeziehung externer Kosten), Qualitätsaspekte und die EU Osterweiterung.<sup>17</sup> Die Erweiterung der Europäischen Union nach Ost- und Südosteuropa stellt neue Chancen für den KV dar, wobei die Infrastruktur (und die Korridore) an die neuen Gegebenheiten angepasst werden muss.

Die EU verfolgt mit der **Liberalisierung**<sup>18</sup> im Schienenverkehr das Ziel, eine Trennung zwischen dem Betrieb der Infrastruktur und der Erbringung der Verkehrsleistung zu erreichen. Damit können auch alternative Anbieter (v.a. im Bereich der Verkehrsleistung) leichter in den Markt eintreten und zahlen ein Infrastrukturbenützungsentgelt an den Infrastrukturbetreiber (und müssen nicht ihr eigenes Schienennetz errichten). Seit der Liberalisierung treten Anbieter in unterschiedlichen Unternehmensformen im KV auf. Unter anderem sind dies Eisenbahnverkehrsunternehmen und deren Tochtergesellschaften, Speditionen und deren KV-Gesellschaften und neue, unabhängige Anbieter.<sup>19</sup>

Die EU hat damit durch die Regelung des Marktzuganges zur Eisenbahninfrastruktur, die Festlegung von Ausbaustandards und Interoperabilitäts- sowie Sicherheitsgrundsätzen (TSI) und darüber hinaus der Definition von Korridoren (Trans European Transport Networks, TEN-T)<sup>20</sup> neue Strukturen im Eisenbahnwesen angeordnet.<sup>21 22</sup>

---

<sup>16</sup> Ein Weißbuch enthält Vorschläge der Europäischen Kommission für ein gemeinschaftliches Vorgehen in einem bestimmten Bereich.

<sup>17</sup> Vgl. UIRR (2001) sowie Europäische Kommission (2001)

<sup>18</sup> Die grundlegende Rechtsquelle stellt die Richtlinie 91/440 (sowie 2001/12) dar. Die praktische Umsetzung hat erst zirka ab dem Jahr 2000 begonnen.

<sup>19</sup> Vgl. Berndt (2001), S. 37

<sup>20</sup> [http://ec.europa.eu/ten/transport/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/ten/transport/index_en.htm) 10. September 2007

<sup>21</sup> Vgl. Ostermann (2003) S. 1f.; Die TSI beziehen sich auf den Hochgeschwindigkeitsverkehr, der nur eine geringe Anzahl an Fahrzeugen und Linien betrifft. Eine einheitliche Regelung für den konventionellen Schienenverkehr ist in Bearbeitung.

<sup>22</sup> Durch die Liberalisierungsbestrebungen können ev. EoS für die vormalig integrierten Unternehmen verloren gehen. Der Prozess ist aber hinsichtlich Wettbewerbsbestrebungen notwendig. „Bestehen zwischen verschiedenen Strecken Verbundvorteile in Form von Netzexternalitäten, so bilden diese Strecken insgesamt ein Netzmonopol [...]. Das natürliche Monopol des Schienennetzes durch Sunk costs vor dem Eintritt von Wettbewerbern geschützt ist (marktzutrittsresistentes Monopol), das prinzipiell einer staatlichen Regulierung bedarf. (Aberle 2002 S. 45, 11.)

In Österreich brachte die Liberalisierung die Aufspaltung der Staatsbahn ÖBB in Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) und Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) mit sich. Für den KV ist heute das Unternehmen Rail Cargo Austria (RCA, welches aus der ÖBB entstanden ist), neben zahlreichen „privaten“ Anbietern zuständig. Um den Markt und Ablauf im liberalisierten Umfeld zu beobachten und kontrollieren zu können, wurden zwei Kontrollinstanzen eingesetzt. Die Schienencontroll-GmbH (SCG) ist Anlaufstelle für Meldepflichten und Statistiken. Die Schienenkontroll-Kommission (SCK) ist Regulator für Beschwerden, Wettbewerbsaufsicht und Berufungsinstanz von der SCG.

Durch die Liberalisierung sollen wirtschaftliche Vorteile realisiert werden. Durch die Aufteilung des Systems stehen nun die neuen Eisenbahnunternehmen vor der Entscheidung, ob mit Eigenproduktion oder Fremdbezug (sog. „make or buy“) produziert werden soll.<sup>23</sup>

In Europa gibt es heute zwei große **Anbietergruppen** im KV. Die ehemaligen Staatsbahnen sind im Internationalen Eisenbahnverband zusammengeschlossen (International Union of Railways - UIC<sup>24</sup>). Die „privaten“ Anbieter haben sich 1970 im UIRR<sup>25</sup> – Internationale Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr Schiene–Straße formiert. 2002 haben diese Interessensgruppen gemeinsam ein internationales Koordinationskomitee „Interunit“ gegründet. Dieses soll eine Drehschreibe für strategische Diskussionen, Entwicklungen und gemeinsame Weichenstellungen sein.<sup>26</sup>

Als **Förderinstrument** auf europäischer Ebene wird vor allem das Marco Polo II Programm für den Zeitraum 2007 bis 2013 eingesetzt. In Österreich werden Förderungen im Rahmen des 7. Forschungsrahmenplanes der EU und des ERP Fonds (European Recovery Program = Europäisches Wiederaufbau-Programm) vergeben. Die transnationale Ausschreibung Intermodal Freight Transport 2007 (von BM für Verkehr, Innovation und Technologie und Forschungsförderungsgesellschaft) im Rahmen von ERA-NET (Initiative zur Integration europäischer Forschungssysteme) versucht Initiativen zu setzen (siehe dazu auch Punkt 3.2).

Im Zuge von Liberalisierungs- und Privatisierungsmaßnahmen sowie überschuldeten Staatshaushalten werden neue Finanzierungsformen gesucht. Nachdem Infrastrukturprojekte sehr kostenintensiv sind, haben sich alternative Formen der Finanzierung entwickelt.

---

<sup>23</sup> Vgl. dazu Höhnscheid, Lennarz (2002) S. 256ff.

<sup>24</sup> [www.uic.asso.fr](http://www.uic.asso.fr)

<sup>25</sup> [www.uirr.com](http://www.uirr.com), UIRR (2000a) S. 66

<sup>26</sup> Satzungsmitglieder Interunit siehe [http://www.uic.asso.fr/tc/article.php3?id\\_article=59](http://www.uic.asso.fr/tc/article.php3?id_article=59), 20. September 2007 sowie vgl. UIRR (2000a) S. 104f.

Es gibt verschiedene Modelle von **Public Private Partnership** (PPP)<sup>27</sup>, die sich hinsichtlich der Wahrnehmung von Eigentum, Errichtung, Finanzierung und Betrieb durch Kooperation von staatlichen Institutionen und privaten Unternehmungen unterscheiden. Ein wesentlicher Faktor neben der Finanzierung ist die Risikoteilung. Das Risiko kann in Form von politischen Risiken, finanziellen Risiken, Projektierungs- und Errichtungsrisiken, Betriebsrisiken, Erlös und Leistungsrisiken quantifiziert werden. Bei PPP geht es darum, das Risiko jenem Partner zu übertragen, der es kostengünstiger abdecken kann. Es wird angenommen, dass solche Projekte transparenter und effizienter abgewickelt werden können. Im Rahmen des Cargo Center Graz<sup>28</sup> ist ein derartiges Projekt im Infrastrukturbereich umgesetzt worden.

Darüber hinaus wird Leasing von Triebfahrzeugen, Güterwagen und Containern als neue Form der Finanzierung und als Kooperationsform zwischen Akteuren eingesetzt.<sup>29</sup>

Die Finanzierungs- und Investitionscharakteristiken beeinflussen auch die Eigenschaften der Branche. Aufgrund der oben beschriebenen **Marktsituation** und dem technologischen Aufwand wird der Markt des KV durch hohe Markteintrittsbarrieren und Marktkräfte charakterisiert. Der Investitionsaufwand für den Markteinstieg ist sehr hoch und es herrschen nahezu oligopolistische Strukturen vor. Wird ein Markteintritt nicht erfolgreich absolviert, hat man mit hohen sunk-Costs zu rechnen. Die Theorie der contestable Markets<sup>30</sup> (Bestreitbarkeit) spricht für die Liberalisierung und Aufgliederung der Teilmärkte, um die Marktein- und Marktaustrittsbarrieren zu verringern. Im KV ist dabei zu beachten, dass dies einen leichteren Zugang zum Schienen-Hauptlauf ermöglicht; andererseits kann eine weitere Zersplitterung der Aufgaben und Tätigkeiten im Rahmen des KV zu einer höheren Komplexität mit mehr Schnittstellen führen und daher den Prozess verkomplizieren (siehe dazu ausführlicher Punkt 2.6 und 3.1).<sup>31</sup>

Um den **ordnungspolitischen Rahmen** für die besonderen Bedürfnisse des KV zu schaffen, gibt es folgende Regelungen:<sup>32</sup>

---

<sup>27</sup> Vgl. Kummer (2006), S. 197ff. sowie Aberle (2003) S. 164ff.

<sup>28</sup> <http://www.ccg-immobilien.at/cms/cms.php?pageId=12> 12. September 2007

<sup>29</sup> Vgl. dazu z.B. Raith (2002) S. 148ff.

<sup>30</sup> Siehe dazu Baumol et. al (1982) unter <http://ideas.repec.org/e/pba92.html>

<sup>31</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 70f., Berndt (2001) S. 72ff.

<sup>32</sup> BGBl. I Nr. 117/2005-Kraftfahrgesetz1967, §4 Abs. 7a, Förderungsmaßnahmen für den Kombinierten Verkehr in Österreich, [http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/foerderung\\_kv.html](http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/foerderung_kv.html), 6.Mai 2007 zum Vergleich für Deutschland: Bericht des Bundesministeriums für Verkehr etc. (D); S. 29

- Erhöhtes Gesamtgewicht von 41 t für kranbare Sattelaufleger, 44 t für die Beförderungen von Containern oder Wechsellaufbauten im Vor- und Nachlauf auf der Straße (vgl. zu allg. 40 t im Straßengüterverkehr)
- Ausnahme vom Fahrverbot an Sonn- und Feiertagen und vom Ferienfahrverbot.<sup>33</sup>
- Rollende Landstraße: Anrechnung auf tägliche Ruhezeit des Fahrers<sup>34</sup>

## 2.2.2 Technologische Rahmenbedingungen

Die Einschränkungen für die Infrastruktur für das KV-System sind vor allem durch die Gegebenheiten der Schieneninfrastruktur bestimmt.

Die Grundlage für die technologischen Rahmenbedingungen<sup>35</sup> der Schieneninfrastruktur sind maßgeblich an die technischen Eigenschaften des Schienensystems geknüpft. Die Kraftübertragung bei der Eisenbahn erfolgt über ein reibungsbehaftetes Rad-Schiene-System. Der (im Vergleich zum Straßenverkehr) geringere Reibungswiderstand zwischen Stahlrad und Schiene führt zu einem geringeren Energiebedarf aber längeren Bremswegen. Die Spurführung von Eisenbahnfahrzeugen trägt zu einer größeren Sicherheit bei und erfordert andererseits bewegliche Fahrwegelemente (Weichen) für Überholungen etc. Für die Steuerung und Sicherung der beweglichen Fahrwegelemente sind besondere Techniken erforderlich. Diese Merkmale werden in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 3 Reibungsverhältnisse Schiene - Straße<sup>36</sup>**

Merkmal	Schienenverkehr	Straßenverkehr	Konsequenz für Schienenverkehr
Materialpaarung Reibungswiderstand Rad-Fahrbahn Haftreibungsbeiwert	Stahl-Stahl  $\mu = 0,1$	Gummi-Asphalt  $\mu = 0,6.. 0,8$	Geringerer Energiebedarf Erheblich längerer Bremsweg Schlechtes Steigungsverhalten
Spurführung	Über Spurkranz am Rad	Keine	Hohe Sicherheit Technik und Organisation für Spurwechsel, Begegnung und Überholung erforderlich

<sup>33</sup> BGBI. Nr. 855/1994 idgF

<sup>34</sup> Artikel 9 der Verordnung 3820/85/EWG und § 15b Arbeitszeitgesetz

<sup>35</sup> Berndt (2002), S. 4ff.

<sup>36</sup> Berndt (2002), S. 5, Zum Energieverbrauch im Güterverkehr siehe auch Wichser (2002) S. GG 2-21

Diese Systemeigenschaften beeinflussen maßgeblich die Gestaltung der Fahrzeuge, Trassierung der Fahrwege und die Organisation und haben direkte Auswirkungen auf den KV.

Im Folgenden werden maßgebliche Kennzahlen des Eisenbahnwesens beschrieben. Bestimmende Dimensionierungsgrößen sind Fahrzeugprofil, Radsatzlast und Zuglänge. Davon abgeleitete (abhängige) Größen sind zum Beispiel Meterlast, Oberstromgrenze etc.<sup>37</sup>

Die Zuglänge ist definiert als die zulässige Länge des Zuges (nur Wagenzug ohne Triebfahrzeug; bei Anlagen ist die Gesamtlänge maßgeblich). Als Einheit werden Meter- oder Achsangaben herangezogen. Die Zuglänge muss den Einschränkungen durch Bremsverhältnisse, Bahnanlagen, Zug- und Stoßeinrichtungen entsprechen.

Radsatzlast ist per Definition jener Teil des Gesamtgewichts, der bei stillstehendem Fahrzeug auf einen Radsatz wirkt. Diese Kennzahl hat Einfluss auf den Verschleiß und die Beanspruchung der Anlagen sowie auf das maximal zulässige Gewicht des Ladeguts. Es müssen aber auch Bezugsgrößen wie Achsabstände und technische Ausstattung der Wagen, Fahrgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Daher ist eine wichtige abgeleitete Kenngröße das Fahrzeuggewicht je Längeneinheit (je 1 Meter Fahrzeuglänge). Die größte Streckenklasse D4 (geregelt in „Hauptlinien des internationalen Eisenbahnverkehrs“) liegt heute bei 22,5 t (Radsatzlast) und 8 t/m (Meterlast). Auf einigen Strecken könnte eine Erhöhung der Radsatzlast auf 25 t ermöglicht werden und damit positive Auswirkungen auf die Effizienz im Güterverkehr haben. Bei solchen Maßnahmen ist allerdings auch die Konsequenz auf die Interoperabilität zwischen den verschiedenen Strecken zu achten. Übersicht über die Streckenkategorien siehe Anhang.

Der **Regellichtraum** ist ein wesentliches Maß für den Transport auf der Schiene. (Für den Straßenverkehr gilt der Regellichtraum der Straßenverkehrsordnung, vergleiche Abbildung 2). Um Vorgaben für den KV zu entwickeln wurden im UIC Merkblatt 506 drei kinematische Begrenzungslinien (GA, GB, GC) definiert.<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 52ff.

<sup>38</sup> Vgl. Fiedler (2005), S.74; Unterschiedliche Lichtraumprofile in Europa siehe z.B. <http://www.uirr.com/uirr/files/File/downloads/CM/Publi/IU2007-EUROPA.pdf> 12. September 2007

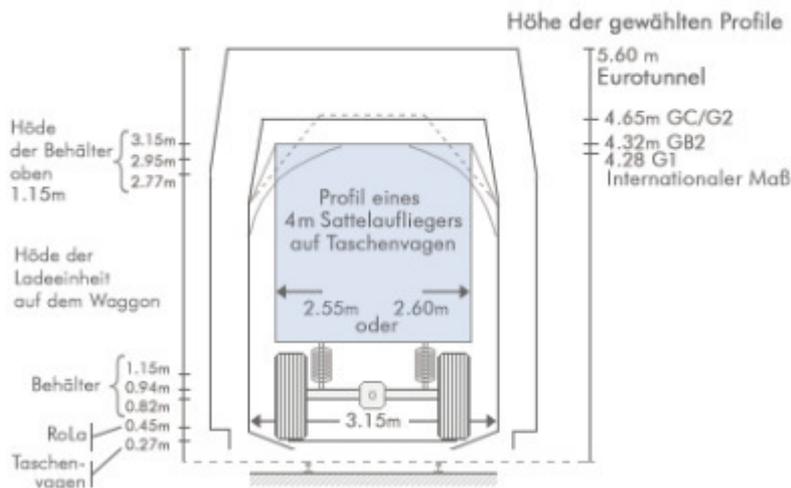
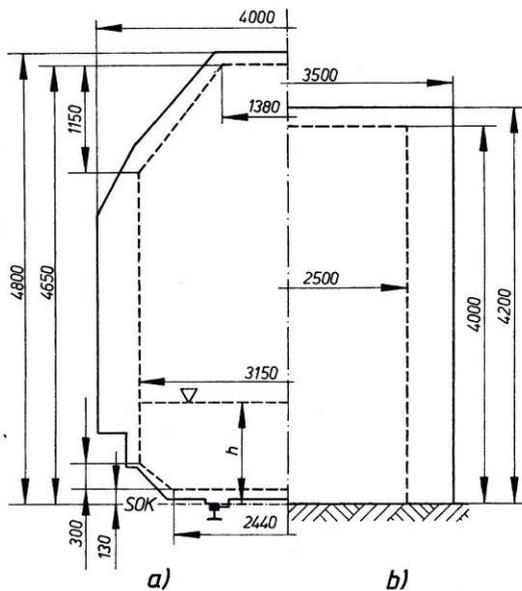


Abbildung 1 UIC Regellichtraum<sup>39</sup>



1.6 Regelprofile für Eisenbahn- und Straßentransport

a) Eisenbahn:

--- Begrenzungsprofil (Ladeprofil) für Fahrzeuge nach der derzeit gültigen Eisenbahnbau- und Betriebsordnung

— Regellichtraumprofil, SOK Schienenoberkante,  $h \approx 1250$  mm Bodenhöhe der üblichen Güterwagen (bei Spezialwagen, z. B. Tiefladern auch weniger)

b) Straße:

--- Regelfahrzeug (Ladeprofil)

— Verkehrsraum, Sondergenehmigung für Spezialtransporte sind möglich

Abbildung 2 Regelprofile für Eisenbahn- und Straßentransport<sup>40</sup>

In Abbildung 1 und Abbildung 2 sind die Regelprofile des Eisenbahnwesens und des Straßenverkehrs gegenübergestellt. Bezugspunkte sind die Schienenoberkante (SOK) und die Fahrbahnoberkante. Die Höhe  $h$  zeigt die übliche Ladefläche bei Güterwagen. Zu

<sup>39</sup> UIRR: <http://www.uirr.com/?action=page&page=76&title=Eisenbahninfrastruktur> 12. September 2007

<sup>40</sup> Hoffmann et al. (2005) S. 16

beachten ist vor allem die Abschrägung an den Ecken beim Eisenbahnprofil (siehe auch Lademaß)<sup>41</sup>. Transportgefäße des KV haben beiden Lichtraumprofilen zu entsprechen, um effektiv eingesetzt werden zu können.

Das Lademaß (Eisenbahnlademaß, Eisenbahnladeprofil) ist begrenzt durch die Höhe und Breite, bis zu der ein Güterwagen maximal beladen werden darf und ist ebenfalls durch Hauptlinien des internationalen Eisenbahnverkehrs geregelt (UIC erkennt vier Ladeprofile an: international, A, B und C). Die Infrastruktur (z.B. Tunnel, seitliche Hindernisse) begrenzt den vorgegebenen Lichtraum, den die Schienenfahrzeuge und ihre Ladungen (Waggons und Ladeeinheiten) nicht überschreiten dürfen. Grundsätzlich ist das kleinste Lademaß im Streckenverlauf maßgeblich.<sup>42</sup>

Um umfangreichere Lasten transportieren zu können werden Profilerweiterungen diskutiert<sup>43</sup>, dabei müssen Auswirkungen auf bauliche Voraussetzungen wie Brücken und Tunnels sowie Fahrleitungen und Bahnanlagen im Allgemeinen detailliert betrachtet werden. Höhere Radsatzlasten erfordern entsprechend höhere Traktionskräfte (vor allem beim Anfahren und Bremsen), welche durch geeignete Triebfahrzeuge und Stromversorgung zur Verfügung gestellt werden müssten.<sup>44</sup>

Die **Spurweite** beschreibt den Abstand zwischen den Innenkanten der Schienen und wird 0 bis 14 mm unter der Schienenoberkante gemessen. Historisch sind unterschiedliche Spurweiten in Europa entstanden, siehe dazu Anhang (S. II ff.) Diese Unterschiede sind ein Problem für die fehlende Interoperabilität<sup>45</sup> im europäischen Eisenbahnsystem und erfordern das Umladen der Güter oder das Wechseln der Achsen oder Drehgestelle. Der Großteil des weltweiten Schienennetzes (zirka 75%) ist in Normalspur (1435 mm) ausgeführt.<sup>46</sup> Derzeit werden automatische Spurwechseltechniken für Güterwagen entwickelt.<sup>47</sup>

Für die (elektrische) Traktion sowie die Signal- und Sicherheitseinrichtungen ist eine **Stromversorgung** erforderlich. Dieses wird entweder über eine Fahrleitung oder eine

---

<sup>41</sup> Vgl. UIRR (2000a) S. 122ff.

<sup>42</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 56f. sowie UN/ECE (2001) S. 61

<sup>43</sup> Vgl. UIRR (2000a) S.

<sup>44</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 56f.

<sup>45</sup> Zur Interoperabilität siehe auch Berndt (2001) S. 123ff.

<sup>46</sup> Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Spurweite\\_%28Eisenbahn%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Spurweite_%28Eisenbahn%29), 17.Mai 2007

<sup>47</sup> Vgl. Gasanov, Hoffmann (2007) S. 318; Fahrzeugkomponenten in Modulbauweise. Automatischer Spurwechselradsatz, Bremsklotzumstelleinrichtung, Steuerventilkombination, Spurwechselanlage, Diagnoseeinrichtung

Stromschiene (eher U-Bahn) dem Triebfahrzeug zur Verfügung gestellt. Europaweit kommen unterschiedliche Bahnstromsysteme zum Einsatz; diese sind im Anhang ersichtlich.

Durch die unterschiedlichen Systeme ist die grenzüberschreitende Interoperabilität nicht überall möglich. Dementsprechend sind an den Grenzen Wechsel der Triebfahrzeuge erforderlich, dadurch entstehen Wartezeiten. Bei Neuausbau ist eine Tendenz zu 25 kV, 50 Hz Wechselstrom zu erkennen<sup>48</sup>. Um die Probleme der unterschiedlichen Strukturparameter bei den europäischen Bahnsystemen zu überwinden werden Mehrsystemlokomotiven entwickelt, die einen Betrieb in bis zu 5 Staaten gleichzeitig ermöglichen.<sup>49</sup> Zu den Aspekten der Interoperabilität siehe Abbildungen im Anhang (S. III ff.). Eine Übersicht zu den Strom- und Zugsicherungssystemen in Europa ist in Abbildung 3 ersichtlich.

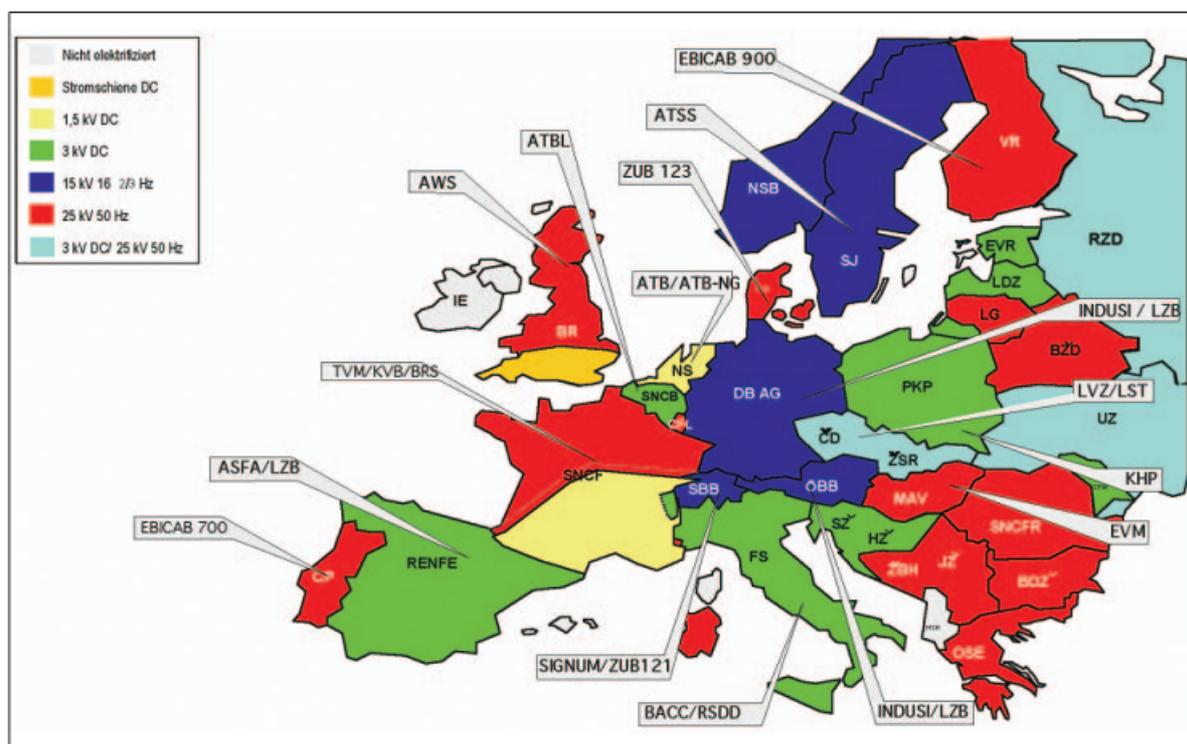


Abbildung 3 Europäische Strom- und Zugsicherungssysteme<sup>50</sup>

Zulässige Höchstgeschwindigkeiten sind abhängig von Steigung, Bogenradien, Signal- und Sicherungseinrichtungen; eine internationale Regelung wurde im multilateralen Vertrag „Hauptlinien des internationalen Eisenbahnverkehrs“ festgelegt. Zu beachten ist auch, ob auf der Strecke Mischverkehr, zum Beispiel Güter- und Personenverkehr bei regulärer oder Hochgeschwindigkeit verkehrt, da unterschiedliche Transportgeschwindigkeiten und

<sup>48</sup> Vgl. Kummer (2006) S. 153

<sup>49</sup> Vgl. Wöhl, Geyer (2002) S. 294 ff. sowie Vitins (2006) S. 129 ff.

<sup>50</sup> Manson et. al (2005)

Produktionsformen verschiedene Kapazitäten des Systems mit sich bringen. Die aktuellen Geschwindigkeitstendenzen im Schienengüterverkehr sind bei normalem Betrieb ca. 120 km/h (reine Güterverkehrsstrecken)<sup>51</sup>, bei Hochgeschwindigkeitsstrecken ab 250 km/h<sup>52</sup> - im Vergleich dazu ist der Straßengüterverkehr meist mit 80 km/h begrenzt.<sup>53</sup>

Für die Zukunft des Schienenverkehrs und somit für den KV werden Transportgeschwindigkeit, Preis und Zuverlässigkeit eine wesentliche Rolle für die Einschätzung der Transportqualität spielen (siehe dazu Punkt 2.4.1). Hochgeschwindigkeitsstrecken (auch) für den Güterverkehr sind neue Tendenzen, diese erfordern eine systematische Adaptierung der Infrastruktur und sind daher Gegenstand von politischen Aktionen. Der Preis bestimmt sich einerseits durch die Kostencharakteristik der Anbieter im KV, andererseits durch die Preisgestaltung im Straßengüterverkehr (siehe dazu Punkt 3.1) und das Infrastrukturbenutzungsentgelt des Schienennetzwerks.

### 2.3 Entwicklung des Verkehrsaufkommens im KV

Im folgenden Teil dieser Arbeit wird versucht einen Überblick über die Entwicklung des Güterverkehrsaufkommens, im Besonderen des Kombinierten Verkehrs, in Österreich und der EU zu geben.

Der Güterverkehr hat in den vergangenen Jahren österreich- und europaweit zugenommen. Ursachen dafür sind neue logistische Tendenzen (z.B. JIT – Just in Time siehe dazu Punkt 2.4.1 und 2.5.2) und auch die Erweiterung der EU in Richtung Osten<sup>54</sup>. Das gesamte Transportaufkommen (in Tonnen) im Güterverkehr ist im Zeitraum 1999 bis 2003 um 2,5 % gestiegen und die Transportleistung (in Tonnenkilometern) um 3,5 %.<sup>55</sup>

Bei der Entwicklung des Verkehrsaufkommens ist die Aufteilung zu den unterschiedlichen Verkehrsträgern von Interesse. Diese Zuordnung wird als Verkehrsteilung oder Modal Split bezeichnet.<sup>56</sup> Der Modal Split wird aufgeteilt in Straßengüter-, Eisenbahngüter-, Rohrleitungs- und Binnenschiffsverkehr. Zur Entwicklung des Modal Splits zwischen Schiene und Straße in Österreich siehe Abbildung 4 (Basis 1985 = 100).

---

<sup>51</sup> Vgl. Fiedler (2005) S. 53ff.

<sup>52</sup> Vgl. EU Richtlinie 96/48/CE, Anhang 1

<sup>53</sup> Zur Unterscheidung zwischen Hochgeschwindigkeitsstrecken (überwiegend Personenverkehr) und Hochleistungsstrecken (Mischverkehr, größere Radien, nicht so hohe Längsneigung) siehe Berndt (2001) S. 87

<sup>54</sup> Vgl. VCÖ (2005) S. 26 sowie ProgTrans, ZEW (2007) etc. Zur Entwicklung des Transportes zwischen Europa und Asien, wo auch der KV der Schifffahrt eine wesentliche Rolle spielt siehe OECD (2006)

<sup>55</sup> Vgl. BMVIT (2005), weiterer Trend im Schienengüterverkehr lt. WIFO (2007) + 3,3 % (Veränderung 2006 gegenüber 2005)

<sup>56</sup> Vgl. Kummer (2006) S. 99

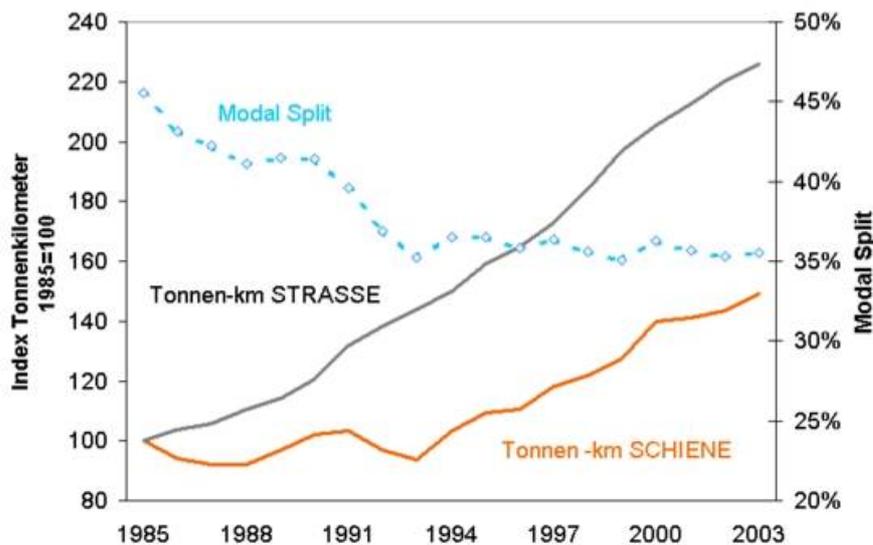


Abbildung 4 Güterverkehr Schiene Straße 1985 - 2003<sup>57</sup> (Tonnen-km)

Im europäischen Vergleich liegt Österreich mit einem Bahnanteil von 33 % im Modal Split über dem Durchschnitt.<sup>58</sup>

Die Entwicklung des KV in Österreich zeigt Abbildung 5 mit einer Zunahme des begleiteten und unbegleiteten Verkehrs im Zeitraum von 1999 bis 2003 um 12,78 %

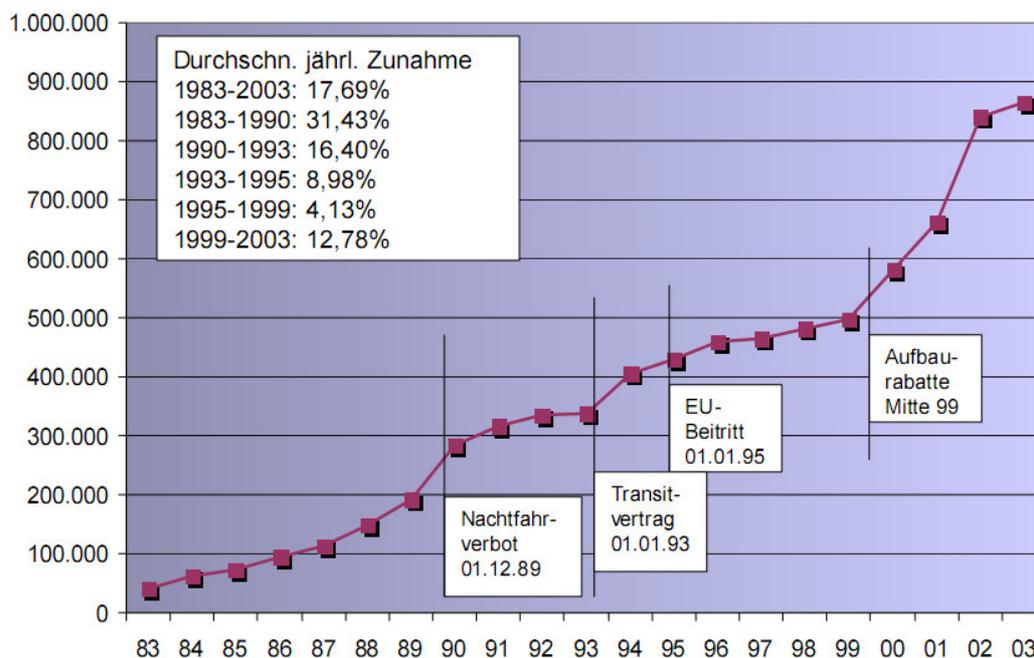


Abbildung 5 Bisherige Entwicklung des KV in Österreich<sup>59</sup>

<sup>57</sup> BMVIT (2005)

<sup>58</sup> Vgl. BMVIT (2005)

<sup>59</sup> Feige (2004) S. 2, Zu den Hauptkorridoren im KV in Österreich siehe Anhang!

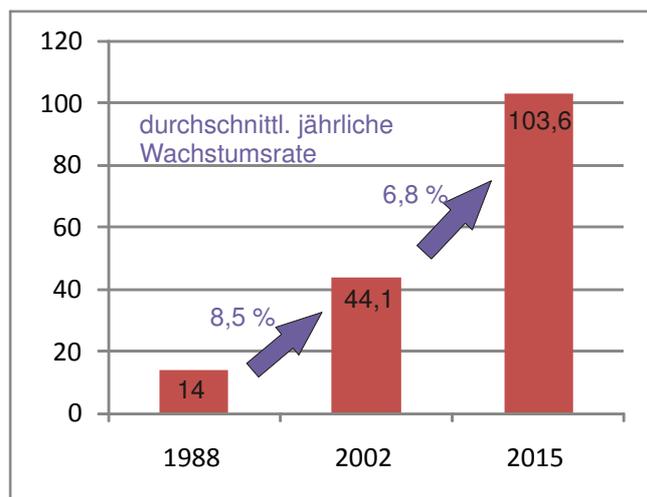
Der alpenquerende Güterverkehr (v.a. von Interesse für die europäische Nord-Süd-Verbindung) nimmt stetig zu.<sup>60</sup> „Das Transportaufkommen über den Brenner hat sich auf der Straße gegenüber dem Jahr 1980 [Betrachtungszeitpunkt 2004] fast verdreifacht auf der Schiene mehr als verdoppelt.“<sup>61</sup> Das Aufkommen des KV im alpenquerenden Güterverkehr hat im Jahr 2005 9,5 Mio. t betragen, das ist ein Drittel des gesamten Schienengüterverkehrs und bedeutet im Vergleich zu 2000 eine Zunahme um 9,2 %.<sup>62</sup>

Für den europäischen KV gibt es verschiedene Prognosen für die Zukunft, und es wird mit einem starken Wachstum des KV bis 2015 gerechnet. Das jährliche Wachstum könnte in den nächsten Jahren bis zu 6 % betragen, was zu einem um 135 % höheren Aufkommen des KV im Europäischen Raum führt (siehe Tabelle 4 und Abbildung 6); dem unbegleiteten KV wird dabei mehr Relevanz und Potential zugerechnet als dem begleiteten KV. Dies ist auch das Argument, weshalb sich diese Arbeit nur dem unbegleiteten KV beschäftigt.

**Tabelle 4 KV in Europa 2002/2015<sup>63</sup>**

Marktsegment	TEU (Mio.)		Nettotonnen (Mio. Tonnen)		2015/2002
	2002	2015	2002	2015	
Unbegleiteter Verkehr	3.48	8.7	44.1	103.6	+ 135 %
Begleiteter Verkehr	1.26	1..5	10.4	12.4	+ 19 %
Insgesamt	4.74	10.2	54.5	116.0	+ 113 %

Perspektiven des kombinierten Schienengüterverkehrs  
Wachstumsprognose (in Mio. Tonnen)



Wachstum des KV 2005/2015 pro Land

Land	Bruttotonnen [Mio]		Zuwachs
	2005	2015	
Österreich	3,12	4,85	55,4%
Belgien	6,4	13,2	106,3%
Frankreich	4,63	10,26	121,6%
Deutschland	19,11	41,71	118,3%
Italien	12,83	26,65	107,7%
Schweiz	4,47	6,16	37,8%

**Abbildung 6 Schienengüterverkehr bis 2015<sup>64</sup>**

<sup>60</sup> Vgl. UIRR (2000a) S. 117

<sup>61</sup> VCO (2005) S. 24

<sup>62</sup> Vgl. Elsinger (2007)

<sup>63</sup> UIC – GTC (2004) S. 3

Im Anhang sind weitere folgende detaillierte Daten verfügbar:

Detaillierte Zahlen KV Österreich (1996 – 2001) – Anhang S. VI

Deutschland: Entwicklung SGKV (1969 – 2005) – Anhang S. VI

UIRR Statistik (unbegleiteter KV 1997 – 2006) – Anhang S. VII

UIC Entwicklung (1988 – 2004) – Anhang S. VIII

Die Schwierigkeit die unterschiedlichen Daten auf nationaler und europäischer Ebene zu vergleichen, ergibt sich aus unterschiedlichen Betrachtungsräumen und manchmal auch unterschiedlichen Definitionen<sup>65</sup>. Darüber hinaus sind Informationen von verschiedenen KV-Operateuren und Interessensgruppen verfügbar, die allerdings auch kein Gesamtbild der Entwicklung ermöglichen. Oftmals führen Unternehmen zur eigenen Strategieentwicklung Erhebungen bei ihren Kunden durch, um in die Zukunft planen zu können.

Es lässt sich die Tendenz erkennen, dass ein Marktwachstum von bis zu 6% pro Jahr (Tonnen, siehe Abbildung 6) prognostiziert wird; allerdings wird dieser Trend für den Betrachtungszeitraum der nächsten 10 bis 15 Jahre wieder etwas abflachen. Die Betrachtung längerer Zeiträume ist hinsichtlich der nötigen strategischen Maßnahmen und Investitionen (auch angesichts langer Entwicklungszeiträume für Infrastruktur und Technologien) wichtig für die Umsetzung des KV in der Zukunft.<sup>66</sup>

## 2.4 Spannungsfeld Schiene – Straße

Die Präsenz und Umsetzung des KV ist maßgeblich in der Konkurrenz zwischen Schiene und Straße manifestiert, obwohl der KV diese beiden Transportträger miteinander verbindet. Dieses Konkurrenzverhältnis entspringt aus der Vorherrschaft des Straßengüterverkehrs, welche sich auch in der kontinuierlichen Weiterentwicklung im Fahrzeugbau zeigt. Die Systemmerkmale des Schienengüterverkehrs sind inhärent im KV. Die qualitativen und quantitativen Aspekte dieses Spannungsfeldes werden in den folgenden zwei Unterkapiteln ansatzweise dargestellt.<sup>67</sup>

---

<sup>64</sup> UIRR (2007)

<sup>65</sup> Umrechnung: 1 Sendung = 2,3 TEU (twenty foot equivalent) siehe auch UIRR Buch S. 107, siehe auch Wichser (2002) S. GG 2-18

<sup>66</sup> Studien dazu weisen eine große Kapazitätslücke für Terminals in Österreich bereits für 2015 aus, siehe UIC-GTC (2004) S. 10, UIC Diomis (2007)

<sup>67</sup> Siehe dazu auch Wichser (2002) S. GG 2-25f.

### 2.4.1 Qualitative Aspekte

Aufgrund der Anteile am gesamten Güterverkehr ergibt sich ein Spannungsfeld zwischen dem Transport auf der Schiene und auf der Straße. Im Folgenden werden qualitative Aspekte für die Wahl des Verkehrsträgers behandelt.

Eine Modal Split - Verschiebung (siehe unter Punkt 2.3 ) kann als „[...] Konkurrenzverhältnis zwischen bestimmten Verkehrsträgern intermodale Konkurrenz interpretiert werden, soweit diese gleiche oder stark überlappende Teilmärkte bedienen.“<sup>68</sup>

Die aus den technologischen Systemeigenschaften resultierenden unterschiedlichen Reibungsverhältnisse und der damit verbundene unterschiedliche Energieaufwand der beiden Verkehrsträger wurden bereits unter Punkt 2.1. behandelt.

Bei der Wahl von Transportmitteln geht es auch um Präferenzen der Kunden (im kommerziellen Sinn sind dies die Verlader – siehe Punkt 2.6.1). Kummer (2006) zeigt das Instrument der Verkehrswertigkeit nach Voigt auf, um die Leistungscharakteristika der verschiedenen Verkehrsträger abzubilden. Es werden sieben Teilwertigkeiten herangezogen.<sup>69</sup>

- *Schnelligkeit der Verkehrsleistung*
- *Massenleistungsfähigkeit der Verkehrsmittel*
- *Fähigkeit der Netzbildung*
- *Berechenbarkeit der Zeitpunkte und des Zeitbedarfs der Verkehrsleistung*
- *Häufigkeit der Verkehrsbedienung*
- *Sicherheit*
- *Bequemlichkeit*

Die Bewertung anhand dieser Kriterien kann nach subjektivem Empfinden und aus der Sicht des jeweiligen Kunden sowie des Transportgutes unterschiedlich sein.<sup>70</sup> Die Messgröße Verkehrswertigkeit kann als viel-dimensional gesehen werden und wird von mikroökonomischen (Kundensicht) und makroökonomischen (staatliche Institutionen) Aspekten beeinflusst. Zusammenfassend setzten sich die Anforderungen an die Verkehrsleistungsqualität aus der Transportempfindlichkeit des Gutes, den ökonomischen Rahmenbedingungen und den subjektiven Präferenzen zusammen. Dementsprechend wird in dieser Arbeit auf diese Punkte eingegangen. Für die Evaluierung von Transportentscheidungen wurde ein Score-Card Modell entwickelt, das wertsteigernde Verkehrsverlagerungspotentiale für den Schienengüterverkehr identifiziert und berechnet.<sup>71</sup>

---

<sup>68</sup> Kummer (2006) S. 99

<sup>69</sup> Kummer (2006) S. 102

<sup>70</sup> Eine beispielhafte Darstellung ist in Kummer (2006) S. 103 ersichtlich.

<sup>71</sup> Vgl. <http://www.cargoscorecard.de/index.php> sowie SGKV (2005) S. 24 f.

Aberle (2002 und 2003) hat unterschiedliche Entscheidungsvariablen identifiziert, die die Wahl des Verkehrsträgers bestimmen.<sup>72</sup> Der Substitutionseffekt beschreibt den „direkten“ Wechsel von einem Verkehrsträger auf den anderen, zum Beispiel auf Grund der Systemeigenschaften. Eine Ursache dafür ist etwa der Güterstruktureffekt<sup>73</sup>. Er beschreibt die Affinität bestimmter Gütergruppen zu bestimmten Verkehrsträgern, dabei erklärt der Rückgang der rohstoffverarbeitenden<sup>74</sup> Industrie die Veränderung. (Andererseits werden im Bereich der Stahlindustrie Wachstum und neue Anforderungen verzeichnet.<sup>75</sup>) Unter dem Logistikeffekt werden die Auswirkungen auf moderne Logistikkonzepte (wie zum Beispiel JIT - Just in Time - die Einhaltung von Terminvorgaben, sowie flexible Reaktion auf Veränderungen und Integration in Wertschöpfungskette durch kundenspezifische Leistungsangebote) verstanden. Dies wird derzeit zumeist nur dem Straßengüterverkehr attestiert, daher könnte durch Bewältigung dieser neuen Ansprüche an die Verkehrsdienstleistung ein Potential für den KV entwickelt werden. Im grenzüberschreitenden Güterverkehr ist vor allem der Integrationseffekt wichtig, derzeit ist fehlende Interoperabilität eine Schwäche des Schienengüterverkehrs und hat damit Auswirkungen auf den KV, da in den Ländern verschiedene technologische und organisatorische Rahmenbedingungen vorzufinden sind.

Mit der Etablierung eines Hochgeschwindigkeitsgüterverkehrs, und damit einer Veränderung der Zeitkomponente, könnten auch neue Marktpotentiale erschlossen werden. Verderbliche Lebensmittel, Expressgutsendungen, hochwertige Stückgüter und Baugruppen zur Just in Time Lieferung könnten ein neues Frachtpotential ausmachen.<sup>76</sup>

Im Spannungsfeld Straßengüterverkehr und Schienengüterverkehr ist die Massengüterfähigkeit ein Pluspunkt für die Schiene. Allerdings wird der Schiene mangelnde Flexibilität sowie begrenzte Interoperabilität attestiert, was somit Argumente für die Straße sind. Die charakteristischen Systemeigenschaften der Schiene sind in der folgenden Aufzählung aufgelistet:<sup>77</sup>

- Netzbindung (geschlossenes System) – Spurführung (Gleisnetz)
- Zugang zum Kunden (Netzdichte entscheidend)

---

<sup>72</sup> Vgl. Aberle (2003) S. 91ff.

<sup>73</sup> Siehe auch Berndt (2001) S. 73ff.

<sup>74</sup> Zur Bedeutung der Güterbahn für Industrieunternehmen siehe Hansen (2002) S. 214ff.

Für Anwendungen und Anforderungen im Konsumgüterbereich siehe Lippe, Bäuerle (2002) S. 232ff.

<sup>75</sup> Vgl. Ameling (2006) S. 17 ff.

<sup>76</sup> Vgl. Bitterberg (2002) S. 324

<sup>77</sup> Berndt (2001) S. 5f.; Zu den Systemvorteilen der Schiene siehe auch Krüger (2006) S. 35

- Bedeutung von Transportketten
- Massenleistungsfähigkeit
- Ökologische Bilanz
- Bindung an Fahrpläne (Nutzung von Planangeboten oder Entwicklung von Plänen wegen Netzbindung und Betriebsführung)
- Spezielle Ablauforganisation (Wagenbestellung, Produktionsverfahren...)
- Planungsvorlauf bei individuellen Angeboten

Zur Gegenüberstellung der Systemeigenschaften Schiene und Straße siehe Anhang (S. IX).

Im nächsten Unterpunkt wird auf die unterschiedlichen Ausprägungen in den Bereichen Umwelt (Emissionen) und externen Effekten eingegangen.

### 2.4.2 Quantitative Aspekte

Als quantitative Aspekte im Spannungsfeld Schiene – Straße werden hier Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, externe Kosten und Emissionsmengen betrachtet.

Bei der **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung** stellt sich die Frage, ab wann der Einsatz des KV ökonomisch sinnvoll ist. Seidelmann postuliert, dass der KV im Allgemeinen erst ab einer Mindestentfernung von 300 bis 500 km<sup>78</sup> sinnvoll einsetzbar ist. Allerdings führen Unternehmen auch speziell an Kunden angepasste Relationen (und Technologien) durch, die bereits ab geringeren Entfernungen (z.B. 100 km für Mobiler) eine wirtschaftliche Abwicklung ermöglichen. Ein weiteres Einsatzgebiet ergibt sich, wenn LKW-Fahrverbote an Feiertagen vermieden werden sollen; dies betrifft besonders den alpenquerenden Güterverkehr.

Die nun folgende Betrachtung soll eine Einführung in das komplexe System des KV und die unterschiedlichen Produktionsmöglichkeiten liefern, die auftretenden Begriffe werden ausführlich unter Punkt 2.5.1 erklärt.

Bukold (1996)<sup>79</sup> identifiziert mit dem Linienzug- oder Hub & Spoke - System ein neues Marktsegment für den KV, das sich aufgrund der anfallenden Kosten je Transportentfernung im Vergleich Schiene- Straße ergibt (siehe Abbildung 7). Bei geringerer Transportentfernung und kleineren Mengen sind diese Systeme kostengünstiger als ein Blockzugsystem

---

<sup>78</sup> Vgl. Seidelmann (1997) S. 5 sowie vgl. Seidelmann (2002) S. 184

<sup>79</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 321ff.

(=Ganzzug), das allerdings weiterhin bei höheren Transportentfernungen favorisiert werden sollte, da es hier Skalenvorteile aufweist. Diese unterschiedlichen Anwendungssysteme lassen ein komplexes Mischungsverhältnis der verschiedenen Zugsysteme ableiten, um spezifische Kostenvorteile zu lukrieren. Im Vergleich dazu wird der LKW-Fernverkehr durch die Notwendigkeit eines zweiten Fahrers ab einer bestimmten Transportentfernung charakterisiert.<sup>80</sup>

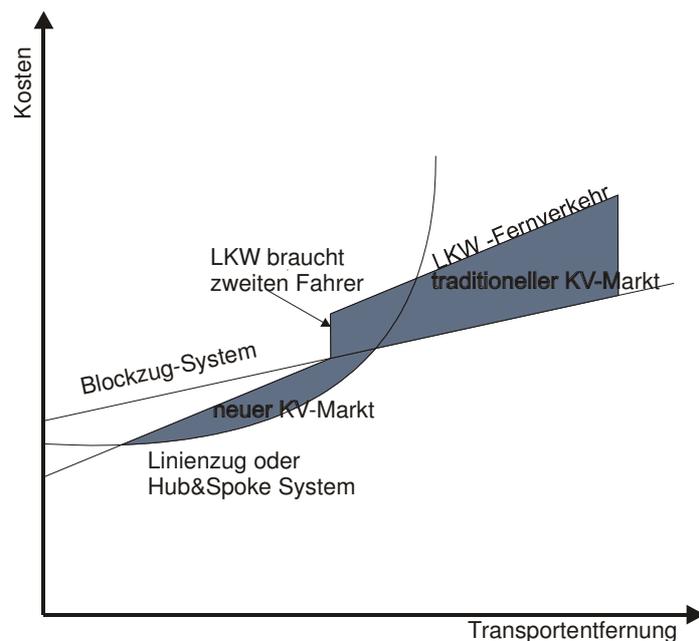


Abbildung 7 Marktsegmente im KV<sup>81</sup>

**Externe Effekte** sind Kosten, die für die Gemeinschaft anfallen und nicht durch jenen Verursacher getragen werden, der sie verursacht hat. Kummer (2006) unterscheidet negative externe Effekte verursacht durch die Verkehrsinfrastruktur, und durch die Benutzung dieser.<sup>82</sup> Hier soll nur auf jene, die durch die Benutzung bzw. das Verwenden eines Verkehrsträgers entstehen, eingegangen werden. Dazu zählen Luftschadstoff-, Lärmemissionen und externe Unfallfolgenwirkungen. Ein wichtiger Faktor im Konkurrenzverhältnis zwischen Schiene und Straße sind Schadstoffemissionen. Im Diskurs um die Ziele des Kyoto-Protokolls werden Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) viel diskutiert. Als Verursacher von CO<sub>2</sub> wird dem Transportsektor, und dabei Verbrennungsprozessen, ein großer Anteil (24% weltweit 2003) zugerechnet.<sup>83</sup>

<sup>80</sup> Ausführliche Gegenüberstellung von Preisen und Kosten siehe UIRR (2000a) S. 201ff.

<sup>81</sup> Bukold (1996) S. 324f. Zum Kostenverlauf siehe auch Wichser (2002) S. MA 5-33

<sup>82</sup> Vgl. Kummer (2006) S. 232

<sup>83</sup> Vgl. OECD (2007) S. 23

Der Vergleich zwischen den Transportmodi Schiene und Straße zeigt, dass der Energieaufwand bei Schienentransporten nur 22,8 g CO<sub>2</sub> pro Tonnenkilometer ausmacht, im Vergleich zu durchschnittlich 123,1 g/ tkm im LKW-Verkehr (weitere Daten siehe Anhang S. IX f.)

Für Österreich hat das Umweltbundesamt eine Gegenüberstellung der Verkehrsmittel bezüglich ihrer externen Kosten erstellt (siehe Abbildung 8). Aus anderen Studien ist ersichtlich, dass der Straßenverkehr nur zu 32 % seine verursachenden Kosten deckt. Ein weiteres Szenario zeigt, dass die Entwicklung der durch den LKW-Verkehr verursachten Emissionen in Österreich eine steigende Tendenz hat (siehe Anhang).

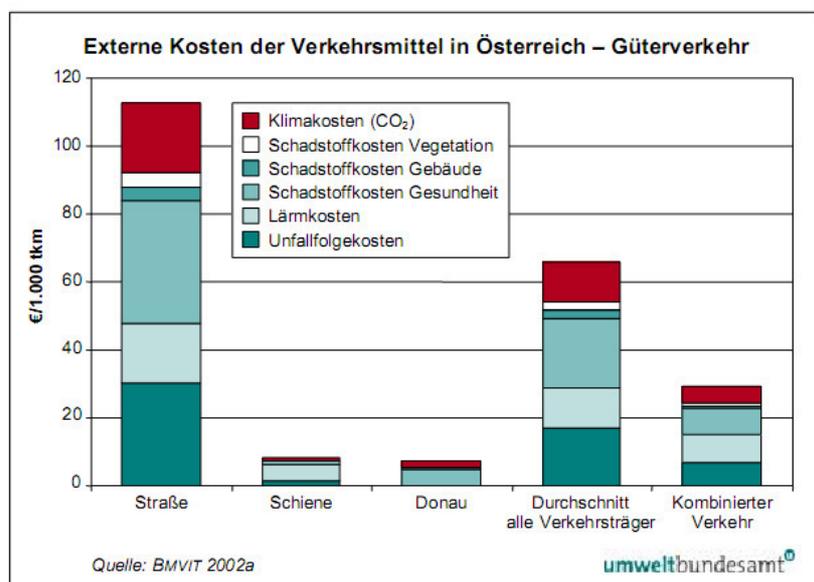


Abbildung 8 Externe Kosten der Verkehrsmittel in Österreich - Güterverkehr<sup>84</sup>

Dem KV wird ein Potential zur maßgeblichen CO<sub>2</sub>-Reduktionen zugeschrieben. Es wird dargestellt, dass im unbegleiteten KV 29% der (Primär-) Energie gespart werden, und im Vergleich zur Straße um 55% weniger CO<sub>2</sub> ausgestoßen wird.<sup>85</sup>

Im Sinne einer Prozessbetrachtung ist eine Szenarioanalyse für den Vor-, Haupt- und Nachlauf des KV nahe liegend, das heißt es ist wesentlich, welche Transportentfernungen sich aus der Quell- und der Zieldestination ergeben. Eine Studie von SGKV und IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH), zusammengefasst von IRU (International Road Transportation Union) und BGL (Bundesverband Güterkraftverkehr Logistik und Entsorgung) kommt zu folgendem Schluss: „Den umweltfreundlichen Verkehrsträger per se gibt es nicht. Es besteht kein Automatismus zwischen Verkehrsverlagerung auf die Schiene

<sup>84</sup> Umweltbundesamt (2007) S. 196, siehe dazu auch VCÖ (2005) S. 15

<sup>85</sup> Vgl. UIRR (2003) S. 8ff.

und Entlastung beim Primärenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>. Selbst im Falle einer Realisierung optimistischer Verlagerungsszenarien von der Straße auf die Schiene sind daher kaum nennenswerte Energieeinsparungen zu erwarten.<sup>86</sup> Vielmehr sind Umweltvorteile gegeben, wenn der Vor- und Nachlauf günstig gelegen ist, die Kapazitätsauslastung der Züge hoch ist und diese Züge eine Mindestlänge aufweisen.

Angesichts der zuvor vorgestellten absoluten Zahlen, ist allerdings eine höhere Umweltverträglichkeit im Schienengüterverkehr und damit auch im KV gegeben und die Verfasserin dieser Arbeit würde bei sinnvoll gewählter Relation dem KV eine geringere CO<sub>2</sub> - Emmission attestieren als dem reinen Straßengüterverkehr.<sup>87</sup>

## 2.5 Ablaufprozess

Der KV als Produkt kann als eine Dienstleistung beschrieben werden, die zur Überwindung einer geographischen Entfernung zwischen Ursprungs- und Zielort die Transportträger Schiene und Straße verwendet. Zur Erreichung dieser logistischen Aufgabe sind unterschiedliche Formen und Ausprägungen möglich. Um einer ganzheitlichen Betrachtungsweise gerecht zu werden, wird in den folgenden zwei Kapiteln die Prozess- und Qualitätskomponente des KV behandelt.

### 2.5.1 KV als Prozess

Gemäß der Definition des KV (siehe dazu Punkt 2.1), und dem für diese Arbeit gewählten Betrachtungsschwerpunkt, erfolgt der Hauptlauf auf der Schiene und der Vor- und Nachlauf, d.h. der Transport zum KV – Terminal und vom Terminal zum Bestimmungsort, mittels LKW auf der Straße. An den Schnittpunkten sind Umschlagsvorgänge und ev. Lager erforderlich. In Abbildung 9 ist der Ablauf des unbegleiteten KV ersichtlich.



Abbildung 9 Ablauf des KV<sup>88</sup>

Seit der Liberalisierung der Eisenbahntransportleistung (vgl. dazu Punkt 2.2.1) wird die Leistungserstellung als Abfolge mehrerer Wertschöpfungsprozesse betrachtet - zuvor wurde

<sup>86</sup> IFEU/SGKV (o.J.) S. 11

<sup>87</sup> Vgl. UIRR (2000a) S. 88

<sup>88</sup> UIRR (2006) S. 1

die Ansicht eines integrierten Produktionsprozesses vertreten. Mit dieser neuen Herangehensweise der verschiedenen vertikal miteinander verbundenen Teilmärkte ergeben sich unterschiedliche Wertschöpfungsstufen im Schienenverkehr: Netzleistung, Verkehrsleistung und Steuerungsleistung. Die verschiedenen Stufen sind qualitativ und quantitativ voneinander abhängig, d.h. die Qualität der nachgelagerten Stufen ist von der Qualität der Infrastruktur abhängig und die realisierte Wertschöpfung für die Infrastruktur hängt von der Benutzung des Netzes ab. Diese Situation bringt eine neue differenzierte Analyse der Wettbewerbsdimensionen mit sich und hat Auswirkungen auf den Prozess im KV in Form von strukturellen Rahmenbedingungen, Infrastrukturbenützungsentgelt und neuen Marktteilnehmern.<sup>89</sup>

Beim prozessorientierten Ansatz (im Gegensatz zum ergebnisorientierten oder potentialorientierten Ansatz) wird der Vorgang der Faktorkombination nachgefragt.<sup>90</sup> Die Gesamtleistung im KV Schiene-Straße besteht aus den Elementen:<sup>91</sup>

- Vorlauf zum Terminal
- (Dokumenten-) Abfertigung am Terminal
- Umschlag
- Bahnfahrt (Traktion + Waggongestellung + Netzkosten)
- Umschlag am Empfangsterminal
- Zustellung zum Empfänger

Dabei kommen folgende Elemente (Faktoren) zum Einsatz:<sup>92</sup>

- Fahrwege: Straße, Schienentrasse
- Traktionsmittel: Triebfahrzeug (Lok, Triebwagen), LKW/Zugmaschine
- Gefäßgestelle: Waggon, Chassis
- Gefäße: Container, Wechselbehälter, Trailer
- Umschlaggeräte (Terminals)

Die Zugbildung ist eine weitere Besonderheit des Schienenverkehrs. Organisatorisch und technisch können auf Grund der Start- und Zielverbindungen verschiedene Zugsysteme

---

<sup>89</sup> Vgl. Aberle (2002) 9ff.

<sup>90</sup> Kummer (2006) S. 250

<sup>91</sup> Seidelmann (2002) S: 186, siehe auch Wichser (2002) S. MA 5.15

<sup>92</sup> Vgl. Bukold (1996) S.23

unterschieden werden:<sup>93</sup> In der folgenden Aufzählung werden die klassischen Produktionsformen aus der Sicht des Schienengüterverkehrs aufgezählt.

- Einzelwagensysteme sind konventionelle Züge, an die Tragwagen mit Ladeeinheiten (des KV) angehängt werden. Dieses System erfordert viel Rangieren und ist daher zeit- und kostenaufwendig. Einzelwagenverkehr wird normalerweise mit konventionellen gedeckten Güterwagen durchgeführt und kommt derzeit wenig zum Einsatz. Eine vollständige Containisierung des Transportaufkommens, d.h. die Anwendung der Technologien des KV könnte eine Lösung darstellen.<sup>94</sup>
- Gruppenzugsysteme bestehen aus mehreren Waggongruppen. Das können KV-Einheiten mit unterschiedlichen Zielterminals oder KV-Einheiten und konventionelle Waggon sein. Auch bei diesem System ist Rangieren notwendig.
- Ganzzugsysteme (= Blockzug) sind Direktzugsysteme, d.h. es sind nur KV-Tragwagen für eine Destination enthalten. Hierbei ist kein Rangieren notwendig, allerdings wird der Tragwagenverband für die nächste Fahrt wieder neu arrangiert. Bei Shuttlezugsystemen bleiben im Gegensatz zum Ganzzugsystem die Tragwagen in selben Verband.
- Linienzugsysteme sind wie Personenzugsysteme aufgebaut. Sie fahren nacheinander mehrere Terminals auf einer definierten Strecke an.
- Nabe-Speiche-Verbindungen auch Hub & Spoke Systeme genannt, fahren Einzelwagen oder Gruppenzugsysteme eine zentrale Nabe an. Auf diesem Umstellbahnhof werden die Tragwagen rangiert oder die Behälter so umgesetzt, dass zielreine Züge entstehen, diese fahren dann zur Zieldestination oder einer weiteren Nabe. Der Vorteil ergibt sich durch die reduzierte Verbindungsanzahl von  $2 \cdot (n-1)$  im Vergleich zu  $n \cdot (n-1)$  beim Direktverkehr.<sup>95</sup>

In dieser Aufzählung kann man also grob unterscheiden zwischen Ganzzug-, Einzelwagen- und Kombiniertem Ladungsverkehr (als gesamter Prozess), siehe dazu Tabelle 5. Aus der Sicht des Kombinierten Verkehrs werden meist die folgenden Produktionsformen des Eisenbahnwesens von den KV Operateuren angeboten: Ganzzüge (in Form von Direktzügen oder Shuttle Zügen) oder Nabe-Speiche Verfahren.<sup>96</sup>

Darüber hinaus gibt es eigene bimodale Systeme (wie Road Railer, ACTS, Mobiler) die als Nischenprodukt meist über kürzere Relationen angeboten werden. (Diese Bezeichnung

---

<sup>93</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 24f., sowie Kummer (2006) S. 285ff., sowie Berndt (2001) S. 48f.

<sup>94</sup> Vgl. Bruckmann (2006) S. 197 ff.

<sup>95</sup> Vgl. Kummer (2006) S. 288

<sup>96</sup> siehe UIRR (2000a) S. 174, sowie S. 180ff.

bezieht sich auf den Umschlag zwischen Schiene und Straße und nicht auf die Produktionsform des Schienengüterverkehrs.)

**Tabelle 5 Produktionsverfahren im Schienenverkehr<sup>97</sup>**

Basisprodukt	Bezeichnung des Verfahrens	Darstellung des Verfahrens <sup>98</sup>	Rangieraufwand
Ganzzugverkehr	Pendel- oder Shuttelzug		Minimal
	Direktzug		Niedrig
Einzelwagenverkehr	Linien- oder Ringzugverfahren		Minimal
	Flügelzug		Mittel
	Mehrgruppenzug		Hoch
	Einzelwagen		Sehr hoch
KLV	Nabe-Speiche-Verfahren		Abhängig von Umschlagtechnik

Skalenvorteile (Economies of Scale) beschreiben die Kostensubadditivität identischer Prozesse (bei Massenproduktion) im Vergleich zu Economies of Scope (Verbundeffekt), der die Kostensubadditivität von komplementären Prozessen beschreibt.<sup>99</sup> Das Auslastungsrisiko beschreibt das Risiko, dass die tatsächliche Auslastung nicht dem maximal möglichen Auslastungsgrad (Einheiten können dabei Tonnenkilometer, Zeit, Volumen etc. sein) entspricht.<sup>100</sup> Bukold (1996)<sup>101</sup> betrachtet in den Dimensionen Skalenvorteile und Auslastungsrisiko die oben genannten Produktionsmodelle. Dabei werden Einzelwagen- und Gruppenzugsysteme geringe Skalenvorteile und ein geringes Auslastungsrisiko zugeordnet. Im Gegensatz dazu haben Ganzzug- und Shuttlesysteme ein hohes Auslastungsrisiko und können Skalenvorteile vermehrt nutzen. Der Zwischenraum wird als Flexibilitätslücke der traditionellen Modelle bezeichnet, die durch Linienzug- und Hub & Spoke – Systeme geschlossen werden kann.

Im Folgenden wird auf die transportierten Güter im KV eingegangen. Dabei geht es um eine kurze Übersicht; wesentlich für den Kombinierten Verkehr ist das Transportgefäß, in dem das

<sup>97</sup> Berndt (2001) S. 48 siehe auch Müller et al. (1996) S. 84

<sup>98</sup> Vgl. <http://www.uirr.com/?action=page&page=55&title=Produktionspl%C3%A4ne> 11. Februar 2008

<sup>99</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 70, sowie <http://de.wikipedia.org/wiki/Skaleneffekt>, 28. Mai 2007

<sup>100</sup> Vgl. Aberle (2003) S. 25f., sowie Aberle (2003) S. 252

<sup>101</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 323

Gut transportiert wird. (Näheres siehe dazu unter Punkt 3.3.2). Es werden Schüttgut, Stückgut (und Gefahrgut) unterschieden.

Schüttgut (es wird auch Begriff Massengut verwendet) nach DIN 30781 ist als „loses Gut in schüttbarer Form“ definiert. Unter anderem gibt es die Gütergruppen Getreide, Steinkohle, Eisenerz, Sand/Kies, natürliche Düngemittel. Stückgut hingegen wird stückweise gehandhabt und geht stückweise in die Transportinformation ein. Typische Stückgüter sind zum Beispiel Holz, Stab- und Formstahl. Es wird auch ein umfassenderer Begriff für Stückgut verwendet als „[...] alles festes Transportgut, das während des Transportvorganges seine Gestalt nicht ändert und einzeln als Einheit gehandhabt werden kann [...] z.B. Fertigungs- und Montageteile, Pakete, Kisten, Ballen, Säcke[...].“<sup>102</sup>

Gefahrgüter werden in Gefahrgutklassen eingeteilt, die auch die Auflagen für den Transport bestimmen.<sup>103</sup> Beispielsweise werden explosive Stoffe, Gase, entzündbare (feste und flüssige) Stoffe, giftige, radioaktive und ätzende Stoffe unterschieden. Aufgrund der besonderen erforderlichen Handhabung werden diese Stoffe bei dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt.

Im Sinne einer Prozessbetrachtung ist es nahe liegend, eine Engpassbetrachtung (Bottleneck, Flaschenhals) durchzuführen. Die Gesamtperformance des Prozesses kann sich nur dann markant verbessern, wenn die Teilprozesse (und Kapazitäten) identifiziert und optimiert werden. Markante Schnittstellen im KV sind der Umschlag des Transportgefäßes und dabei auch der Informationsaustausch (Datenfluss). Diese kritischen Punkte können einerseits organisatorisch (zur Betrachtung der organisatorischen Innovation siehe Punkt 3.2) und andererseits technologisch optimiert werden. (Bezüglich Umschlagstechnik siehe Kapitel 3.4, die Qualität der Sendungsverfolgung wird anschließend im Punkt 2.5.2 behandelt.) Ein weiterer markanter Punkt ist das Rangieren, das sich je nach Produktionsform (siehe vorher) ergibt. Es stellt einen intramodalen (betriebsinternen Eisenbahnwesen-) Prozess dar, der von anderen Marktteilnehmern nicht direkt beeinflussbar ist. Nur die Entscheidung einen Ganzzug oder Teilladungszug zu bilden bestimmt ob Rangieren notwendig ist oder nicht. Bukold (1996)<sup>104</sup> schlägt vor, anstatt die Wagenzüge zu rangieren direkt die Transportgefäße zu bewegen (umzuschlagen, sog. Gateway Konzept<sup>105</sup> siehe unter Punkt 3.4.1), dies sollte

---

<sup>102</sup> Martin (2006) S. 62, Zur Unterscheidung Schüttgut – Stückgut siehe auch Hoffmann et al. (2005) S. 11ff. sowie ÖNORM M9730 und ÖNORM M9732

<sup>103</sup> UNEC: General provisions and provisions concerning dangerous substances and articles, <http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/07ContentsE.html>, 6. Mai 2007

<sup>104</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 98

<sup>105</sup> Vgl. UIRR (2000a) S. 161

weniger zeitintensiv sein. Diese These wird von Experten bestätigt und in Österreich am Bahnhof Wels praktiziert. Im internationalen Güterverkehr sind Grenzmodalitäten ein wesentlicher Punkt, der sich durch die schlechte Interoperabilität (z.B. Wechsel von Triebfahrzeugen notwendig) und formale Abläufe (z.B. Zoll und Datenweitergabe) ergibt, dabei ist es in den letzten Jahren bereits zu Verbesserungen gekommen.<sup>106</sup>

## 2.5.2 Qualitätsaspekte im KV

Die Qualität eines Produktes ist durch die bestehenden Anforderungen bestimmt und stellt einen wesentlichen Teil der Logistikleistung dar. Diese umfasst kundenorientiert und kostenminimal das richtige Produkt, zur richtigen Zeit, zum richtigen Preis, am richtigen Ort, in der richtigen Menge und der richtigen Qualität, bereitzustellen.<sup>107</sup> Das heißt Zuverlässigkeit, Pünktlichkeit<sup>108</sup> und Flexibilität sind Kernelemente der Qualität der Transportdurchführung.<sup>109</sup> Als wichtige Teilaspekte des KV können die Sicherheit und Sendungsverfolgung des transportierten Gutes, sowie die Instandhaltung der Produktionsfaktoren sowie die juristische (Haftungsfragen) und organisatorische Ausgestaltung des KV Systems betrachtet werden. Eingebettet ist die qualitative Anforderung an die Transportleistung in die Preisstruktur des Produktes.

Transportqualität kennzeichnet sich durch Ansprüche an die Flexibilität, die Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit der Durchführung. Seidelmann (1997) führt als weitere, noch nicht umfassend realisierte, Punkte für den KV die durchgehenden Transportbedingungen, übergreifende Haftungsbedingungen und logistische Informationssysteme an. Daran anschließend werden diese Punkte im Folgenden behandelt, und deren Auswirkungen auf die Qualität der KV-Systeme betrachtet.

Der Gütertransport ist grundsätzlich in Form eines Speditionsvertrags (z.B. Konsensualvertrag nach §§ 407 ff. URG – Österreich) geregelt. Unter Experten wird oft CMR (Convention relative au contrat de transport international de marchandises par route, die Internationalen Vereinbarung über Beförderungsverträge auf Straßen) zur Abwicklung der KV Leistungen

---

<sup>106</sup> Vgl. [www.ceinet.org/download/sef\\_2004/2.3\\_WENDT.pdf](http://www.ceinet.org/download/sef_2004/2.3_WENDT.pdf), 30.Mai 2007

<sup>107</sup> Siehe auch Wichser (2002) S. PB5-8

<sup>108</sup> Die UIRR veröffentlicht jährlich ihre Pünktlichkeitsstatistik unter

[http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/UIRR/UIRR\\_Q2006.pdf](http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/UIRR/UIRR_Q2006.pdf). Es ist zu beachten, dass das Ausmaß an Pünktlichkeit und Geschwindigkeit von der gesamten Transportlänge abhängig ist. Diese Aspekte sind bei kürzeren Relationen wichtiger als bei längeren (ab ca. 300 km) (siehe dazu Rapp (2002) S. 80 ff.), vgl. auch UIRR (2000a) S. 187

<sup>109</sup> Vgl. Seidelmann (2002) S. 180

genannt. Vor allem im internationalen KV gibt es keine einheitlichen Regelungen bezüglich der **Haftungs**übernahme auf den verschiedenen Verkehrsträgern. Es wird ein multimodaler Transportvertrag angestrebt, wo sich ein Akteur (zumeist der KV-Operateur) zur Organisation, Überwachung, Umladung und Zwischenlagerung über den gesamten Transport verpflichtet. Unterschiedliche Transportorganisationen (wie zum Beispiel international tätige Speditionen, Unternehmen des jeweiligen Transportträgers) haben für diese Thematik unterschiedliche Lösungen entwickelt.<sup>110</sup> Diese Situation kann als unausgereift bezeichnet werden, wenn auch tatsächlich die individuellen Leistungsvereinbarungen meist erfolgreich abgewickelt werden. Hier könnte eine EU-weite Regelung mit entsprechender breitenwirksamer Kommunikation das Interesse von Seiten der Kunden erhöhen.

**Telematik** (= Telekommunikation + Informatik) umfasst moderne Systeme der Datenerfassung, Kommunikation, Leit- und Informationselektronik.<sup>111</sup> Der Einsatz von Telematiktechnologien kann für den KV auf den Gebieten Sendungsverfolgung, Kapazitätsmanagement und Routenplanung neue Impulse liefern. Es kann unterschieden werden nach den Anforderungen, ob ein Objekt zum Zwecke der Überwachung (Diebstahlschutz, Transport außergewöhnlicher Sendungen u.ä.) oder der Betriebsführung (im Netz oder im Knoten) verfolgt wird. Für den Nutzer ergibt sich die Möglichkeit operativ Betriebsabläufe zu steuern oder nur über die Information zu verfügen.<sup>112</sup> In diesem Zusammenhang taucht oft der Begriff „Tracking & Tracing“ auf, damit ist eine durchgängige Sendungsverfolgung und –auffindung (z.B. via GPS) gemeint. Tracking bezieht sich auf eine jederzeitige Standortbestimmung (im Lager und in der gesamten Transportkette). Tracing bedeutet den genauen (Ereignis-)Verlauf einer Sendung (oder des Transportes) detailliert (rück-)verfolgen und (re-)konstruieren zu können. Mit einer derartig umfangreichen Information können Schwachstellen in Logistikprozessen leicht analysiert werden.<sup>113</sup>

Die Elemente von Telematikanwendungen im Schienengüterverkehr sind die Ausrüstung der Güterwagen, Kommunikationselemente und ortsfeste Einrichtungen. Der wesentliche Punkt bei der Telematikauglichkeit des Güterwaggons ist eine autarke Stromversorgung<sup>114</sup>, die derzeit nicht gewährleistet ist. Sie sollte etwa dieselben Instandhaltungszyklen wie das Transportgefäß haben. Eine Sensorik (zum Beispiel ein RFID - Radio Frequency

---

<sup>110</sup> Vgl. Kummer (2004), S. 231ff.

<sup>111</sup> Vgl. Aberle (2003), S. 569

<sup>112</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 194 ff.

<sup>113</sup> [http://www.voev.ch/oV-Glossar\\_liste.html?letter=T](http://www.voev.ch/oV-Glossar_liste.html?letter=T) 5. Juli 2007 sowie <http://www.transportberater.portal-c.info/315.html>

<sup>114</sup> Beispiel eines Batterieladesystems von Prondzinski (2006) S. 222

Identification; passive vs. aktive Transponder) zum Einsatz kommen. Die Kommunikationselemente sollten eine Datenverbindung sowohl zum Triebfahrzeug als auch zu einer funkbasierten zentralen Stelle (mittels GPS oder GSM) haben.

Eine grenzübergreifende Telematikimplementierung im Eisenbahnwesen würde darüber hinaus Informationen über Entgleisungen, Federbruch (v.a. Primärfeder im Drehgestell), Gewichtsüberschreitungen, Verschiebung des Ladegutes (→ Überschreiten des Lichtraumprofils), Heißlaufen des Radlagers und Bremsprobleme unmittelbar aufzeigen und den Gefahrguttransport maßgeblich unterstützen.<sup>115</sup>

Die Kombiverkehr GmbH in Deutschland betreibt bereits ein IT-System mit dem Namen „Ali-baba“. Mittels ISDN kann die Zugposition, Statusreport, Buchung und Abrechnung erfolgen.<sup>116</sup> Auch UIRR hat ein eigenes IT-System für seine Mitglieder. Das Ziel des Einsatzes von Telematiktechnologien muss ein einheitlicher grenzüberschreitender Standard für alle Verkehrsträger sein. Nur damit ist ein effizienter und umfassender Einsatz vor allem für den KV gewährleistet. Andererseits kann die Form der Sendungsverfolgung auch als betriebsinternes Mittel gesehen werden, um einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen.

## 2.6 Akteure und deren Anforderungen

Die operativen Akteure bewegen sich innerhalb der technologischen und strukturellen Rahmenbedingungen. Sie können ihre Anliegen, zur Beeinflussung dieser Grundlagen, mittels Lobbying -Aktivitäten auf den unterschiedlichen Ebenen einbringen. In diesem Abschnitt werden hingegen die Tätigkeiten und Anforderungen in der Transport- und Wertschöpfungskette herausgearbeitet. Diese sind aufgrund von Marktkräften (siehe dazu Punkt 3.1) leichter und unmittelbarer durchzusetzen bzw. können leichter erfasst und berücksichtigt werden. Im Grunde genommen werden dieselben Aktivitäten wahrgenommen, wie bei jedem anderen Transportmodus.

Im Folgenden werden Verlader, Vermarkter, Spediteure, Frachtführer (Carrier) und Terminalunternehmer behandelt. Operateure nehmen eine Schnittstellenfunktion wahr und Logistikdienstleister stellen umfangreiche Leistungen zur Verfügung.

---

<sup>115</sup> Vgl. dazu ausführlich Rieckenberg (2004)

<sup>116</sup> Vgl. <http://www.kombiverkehr.de/leistungen/index-edv.html>, 17.Mai 2007 sowie Deutsches Verkehrsforum – Basispapier (2003)

Die Funktionen der unterschiedlichen Akteurstypen können entsprechend der Teilfunktionen im KV und dem Integrationsgrad unterschieden werden und können beispielsweise im grenzüberschreitenden KV Verkehr wie in Abbildung 10 und Abbildung 11 dargestellt werden. Hier ist einerseits der KV-Prozess mit den Schnittstellen und den Funktionen der einzelnen Akteure und andererseits die Komplexität sowie die Gesamtperspektive des KV's in Europa dargestellt.

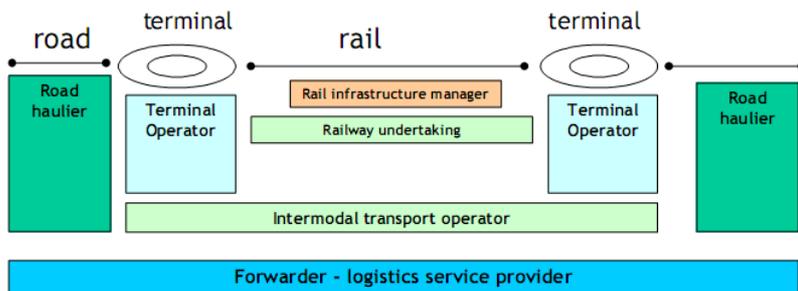


Abbildung 10 Beispiel für die Organisation der Wertschöpfungskette<sup>117</sup>

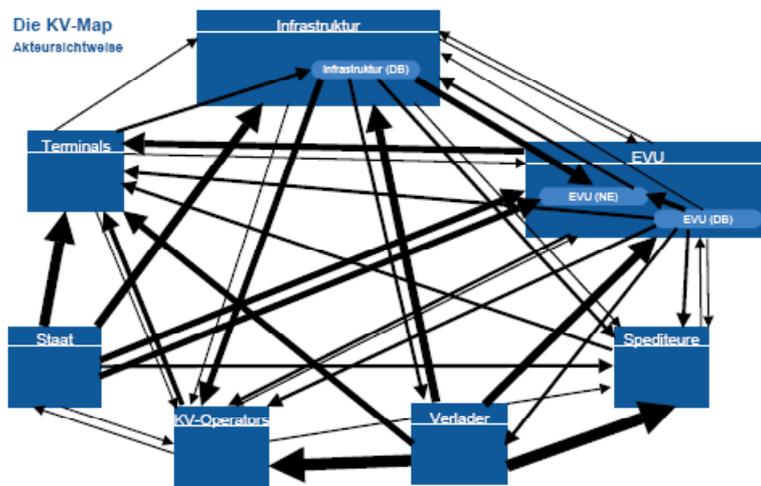


Abbildung 11 Vernetzung der Akteure im KV<sup>118</sup>

### 2.6.1 Verloader

Verlader sind im allgemeinen Nachfrager bzw. Auftraggeber für Transport- und Logistikdienstleistungen; in der Regel werden Industrie- und Handelsunternehmen als verladende Wirtschaft bezeichnet.<sup>119</sup> Der Begriff ist aber nicht eindeutig abgegrenzt und umfasst manchmal auch große Speditionen und Logistikdienstleister, wenn diese als Auftraggeber gegenüber den Frachtführern auftreten. In diesem Fall wird der Verloader als

<sup>117</sup> Europäische Kommission (2005) S. 126, siehe auch Bukold (1996) S. 31

<sup>118</sup> SGKV (2005)

<sup>119</sup> Zu den Kunden des UKV siehe UIRR (2000a) S. 194f.

jene Person oder Firma definiert, die dem Frachtführer die Güter tatsächlich übergibt, um diese an den Empfänger zu liefern.<sup>120</sup>

Die Ansprüche der Endkunden an die Transport- bzw. Logistikleistung sind je nach Tätigkeitsbereich (Branche) unterschiedlich. Insbesondere eine spezifische Angebotspalette (hinsichtlich Produkten und Wagenmaterial), wettbewerbsfähige Preise, Gewährung von Liefer- und Qualitätsgarantien sowie Informationssysteme sind Anforderungen an die Dienstleistung.<sup>121</sup> Verlader bestimmen die Qualität der Transportleistung, die sie für ihr Gut fordern.

Verlader könnten auch als Spediteur, Vermarkter, Carrier und Terminalunternehmer auftreten. Diese Optionen sind aber meist nur im Falle von großen Unternehmen zweckmäßig und wegen des vielfältigen Anbietermarktes meist nicht erstrebenswert.<sup>122</sup> Im Sinne des KV ist es wichtig, die Verlader als Endkunden zu identifizieren und maßgeschneiderte Lösungen zum Beispiel im Bereich des Containerbaus anzubieten. Über neue Entwicklungen im Waggonbau können neue Impulse und Imageverbesserungen kommuniziert werden.

## 2.6.2 Vermarkter

Vermarktung ist die Aufgabe des Vermarkters, das heißt die Gesamtheit aller absatzpolitischen Maßnahmen, um die Konsumenten hinsichtlich ihrer Kaufentscheidung eines Produktes eines bestimmten Anbieters zu beeinflussen.<sup>123</sup>

Auch hier ist ein zentraler Anknüpfungspunkt für den KV, indem man bei Vermarktern mit Hilfe von Imagemaßnahmen, z.B. mittels Aufzeigen von technologischen Entwicklungen Kundenorientierung und Darstellung neuer Produkte, besser vertreten ist.

„Die Überlebensstrategie des Vermarkters zielt darauf ab, seine Unentbehrlichkeit in der Wertschöpfungskette unter Beweis zu stellen, indem er dem Carrier einen idiosynkratischen, vor allem aus der Markterfahrung resultierenden Mehrwert verschafft.“<sup>124</sup> Ursprünglich werden Kombiverkehr KG, Transfracht, Eurokombi als Vermarkter genannt, die heute als Spediteure, Terminalunternehmer und Carrier auftreten.<sup>125</sup>

---

<sup>120</sup> [http://www.logistic-inside.com/sixcms/detail.php?template=de\\_lexikon\\_ergebnis&title=V\\*](http://www.logistic-inside.com/sixcms/detail.php?template=de_lexikon_ergebnis&title=V*) sowie <http://www.tis-gdv.de/tis/taz/e/verlader.htm>, 29.Mai 2007

<sup>121</sup> Vgl. Krüger (2006) S. 335 sowie Wendland (2006) S. 242

<sup>122</sup> Vgl. Ewers, Holzhey (1998) S. 18

<sup>123</sup> Vgl. <http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/vermarktung/vermarktung.htm>, 31.Mai 2007

<sup>124</sup> Ewers, Holzhey (1998) S. 23

<sup>125</sup> Vgl. Ewers, Holzhey (1998) S. 23; <http://www.kombiverkehr.de>, <http://www.transfracht.de>, <http://www.eurokombi.de>

### 2.6.3 Spediteure

Gemäß § 407 Absatz 1 Unternehmensgesetzbuch (UGB) ist ein Spediteur „[...] wer es übernimmt, Güterversendungen durch Frachtführer [...] für Rechnung eines anderen (des Versenders) in eigenem Namen zu besorgen.“<sup>126</sup> Der Spediteur ist damit der Organisator von der Transportleistung.

Spediteure werden als verkehrsträgerneutral bezeichnet, das heißt sie arbeiten mit allen Verkehrsträgern zusammen.<sup>127</sup> Dies wäre z.B. ein möglicher Anknüpfungspunkt für den Kombinierten Verkehr, indem Speditionen, die sich bisher nicht auf den KV spezialisiert haben, in den KV-Prozess mit einzubeziehen. Der nachhaltige Erfolg des KV wird wohl nur über eine gute Zusammenarbeit zwischen Speditionsgewerbe und der Schiene möglich sein.<sup>128</sup> Die klassischen Leistungen eines Spediteurs umfassen die Besorgung oder Ausführung von Lagerhaltungs-, Umschlags- und Güterbeförderungsmaßnahmen. Vermehrt kommen dazu das Entwickeln und Betreiben von Logistikdienstleistungen.<sup>129</sup>

Im Zuge globaler Beschaffungsprozesse und Just in Time Produktionen entwickelt sich der Trend, innereuropäisch Lieferungen innerhalb von 24 bzw. 72 Stunden zu fordern, was einen vermehrten Zeitdruck für die Branche bedeutet.

Anforderungen der Spedition, dargestellt durch die Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (DVWG), an Schienenverkehrsunternehmen:<sup>130</sup>

- Gleichwertigkeit des Angebots Schiene/Straße bezüglich Transportzeiten, passende Zeitfenster, Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit, Qualitätsgarantien, verfolgbare Abläufe, Haftungsbedingungen (Verspätungsentschädigung).
- Preiswürdigkeit unter Berücksichtigung der Vor-, Nachlauf- und Umschlagkosten
- Schnelle Angebotslegung
- Kundenschutz

Diese Anforderungen gehen sehr auf organisatorische Aspekte ein, allerdings können diese Anforderungen auch durch die Realisierung technischer Innovationen beeinflusst werden. Umschlagstechniken haben Auswirkungen auf die Zeitkomponente, Qualitätskriterien (unter Punkt 2.5.2) und Transportequipment kann direkt auf Kundenwünsche eingehen. Neue

---

<sup>126</sup> § 407 (1) UGB, www.ris.bka.gv.at sowie Aberle (2003) S. 24

<sup>127</sup> Vgl. Heigl (2003) S. 2

<sup>128</sup> Vgl. Heigl (2003) S. 6

<sup>129</sup> Vgl. Kummer (2006) S. 259ff.

<sup>130</sup> Heigl (2003) S. 6

Waggons würden neue Impulse hinsichtlich der Bedürfnissen der Verlager und des Transportgutes bringen.

Speditionen mit eigenem LKW-Fuhrpark, alternativen Verkehrsträgernutzungen und Bahnspeditionen sind als Partner der Eisenbahngesellschaften zur weiteren Etablierung des KV anzustreben. Es können Synergievorteile für beide Seiten lukriert werden.<sup>131</sup> Spediteure bieten vermehrt Logistikdienstleistungen an, reduzieren ihre Fuhrparke und agieren als integrierte Logistikdienstleister.

#### **2.6.4 Logistikdienstleister**

Logistikdienstleister können sich aus bereits logistisch tätigen Spediteuren entwickeln. Dabei sind zusätzliche Anforderungen zu erfüllen, ein logistisches Know How für die Kundenanforderungen zu entwickeln, umfangreiche Investitionen zu tätigen und ein hohes Maß an Qualität anzubieten (da die Logistikleistung integraler Bestandteil des Produktionsprozesses ist).<sup>132</sup>

Logistikdienstleister spielen für die Qualität der Transportleitung eine große Rolle und könnten in diesem Bereich auf organisatorischer und technologischer Ebene Impulse setzen, auch um einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. „Die Hauptaufgabe des Logistikdienstleisters besteht in der Steuerung der Material- und Warenflüsse, die zu den vom Verlager vorgegebenen Qualitätskriterien erfolgen muss. [...]“<sup>133</sup> Er entscheidet letztendlich über die Gestaltung der Transportkette sowie die Durchführung und teilt dem Verlager nur die Rahmenbedingungen mit.

#### **2.6.5 Operateure**

Im Zusammenhang mit KV tritt oftmals der Begriff der „Operateure“ auf. Sie stellen das Bindeglied zwischen Logistikunternehmen (Spediteur, Transporteur/Frachtführer) und Schienenverkehrsunternehmen im KV dar. Hauptaufgabe ist die Organisation der Transport- und Umschlagkapazitäten für die Transportkette Straße-Schiene zwischen Versand- und Empfangsterminal oder im Haus-Haus-Verkehr. Sie treten als Vermarkter auf und kaufen bei den Bahnen komplette Züge bzw. die Traktion für ihre eigenen Waggons ein und vermarkten

---

<sup>131</sup> Vgl. Krüger (2002) S. 226

<sup>132</sup> Vgl. Aberle (2003) S. 90 sowie Berndt (2001) S. 77ff.

<sup>133</sup> Rapp (2002) S. 31

die einzelnen Waggonstellplätze an ihre Kunden. Damit wird die Grundvoraussetzung für den KV erfüllt. Einzelne Straßentransporte werden zu Verkehrsmengen gebündelt, die einen Schienentransport wirtschaftlich rechtfertigen.<sup>134</sup>

KV Agenturen (wie z.B. RCA, HUPAC; Kombinerverkehr usw.) nehmen umfangreiche Aufgabe war:<sup>135</sup>

- Ermittlung von Potentialen für KV-Strecken
- Erstellen eines Fahrplanes in Absprache mit Eisenbahn- und Huckepackunternehmen und Kunden
- Planung und Entwicklung marktfähiger Dienst- und Transportleistungen
- Verkauf von Leistungen des KV
- Marktbeobachtung (auch technologisch)
- Errichtung und Betrieb von Umschlageneinrichtungen, Terminals
- Betrieb eines Transportinformationssystems (Telematik)
- Organisation des Vor- und Nachlaufs

Durch ihre zentrale Situation sind KV-Operateure an jeder positiven Entwicklung im KV interessiert und Nutznießer von technologischen Innovationen, die die Transportkette effektiver gestalten.

## 2.6.6 Frachtführer / Carrier

Die Legaldefinition des Frachtführers (engl. Carrier) ergibt sich aus § 425 UGB wie folgt: „Frachtführer ist, wer es übernimmt, die Beförderung von Gütern zu Lande oder auf Flüssen oder sonstigen Binnengewässern auszuführen.“ Der Frachtführer wickelt den eigentlichen Transportvorgang ab, das sind im Fall des KV Eisenbahnunternehmen und Straßengüterverkehrsbetriebe.

Für den Fall des Hauptlaufes des KV auf der Schiene ist (seit der EU-Richtlinie 91/440) auch der Infrastrukturbetreiber zu nennen, der das Schienennetz den Nutzern zur Verfügung stellt.<sup>136</sup>

Diese Akteure könnten im Sinne des KV neue Impulse setzen, da sie im konventionellen Fall Eigentümer des rollenden Materials sind und an der Umsetzung direkt beteiligt sind. Da sie über eine sehr starke Marktstellung verfügen, könnten sie auch die Rahmenbedingungen

---

<sup>134</sup> Vgl. UIRR (2000) S. 11 sowie Kummer (2006) S. 258f.

<sup>135</sup> Vgl. Loderbauer (1996) S. 40

<sup>136</sup> Vgl. <http://www.uirr.com/?action=page&page=34&title=Infrastrukturbetreiber> 7. September 2007

entsprechend beeinflussen. Letztendlich sind Frachtführer auch Auftraggeber für neue Technologien und könnten gemeinsam mit Waggonbauunternehmen neue Standards entwickeln. Die Anforderungen aus Sicht der Frachtführer an die eingesetzten Technologien sind Integrierbarkeit in das bestehende System, kein zusätzlicher Kostenaufwand, Unterstützung bei der Optimierung der Ablaufprozesse und des Auslastungsgrades.

### 2.6.7 Terminalunternehmer

Terminalunternehmer sind jene Akteure, die Terminals betreiben; sie stellen dabei eine wesentliche Schnittstellenfunktion dar. Terminals können aufgrund von Größenmerkmalen (Umschlagvolumen, Fläche) und ihrer Dienstleistungsbreite unterschieden werden.<sup>137</sup>

Der Terminal hat im KV eine zentrale Schnittstellenfunktion und bietet darüber hinaus zahlreiche Dienstleistungen an. Die konventionelle Dienstleistung umfasst die Umschlagsleistung. Dieser kann horizontal mit Einsatz von Portalkränen oder mobilen Geräten erfolgen. Auch vertikale und bimodale Einrichtungen werden verwendet. Dienstleistungen für Ladegefäße umfassen deren Reparatur, Reinigung aber auch Leasing und Depot. Für LKWs können Reparatur, Chassis-Leasing und Chassis-Depot zur Verfügung gestellt werden. Die transportierten Güter werden am Terminal gestaut und gelagert. Als Dienstleistung für das gesamte KV-Netzwerk werden Sendungsverfolgungssysteme (Telekommunikation) angeboten.<sup>138</sup>

Für KV nutzbare Terminals beschreiben den Netzcharakter des KV<sup>139</sup> und bestimmen durch ihre räumliche Anordnung den Vor- und Nachlauf auf der Straße und damit indirekt die Attraktivität für den Verloader. Eine ausgewogene Dichte an effizienten Terminals erhöht somit den Netzwerkeffekt für den KV.

Für Terminalunternehmer sind vor allem Innovationen bei der Umschlagtechnik von Interesse. Kriterien dabei sind Zeitersparnis (womit Personal- und Kosteneinsatz einhergehen und die theoretisch mögliche Umschlagshäufigkeit erhöht wird) sowie technologische Faktoren, wie Wenderadien der Fahrzeuge, Reichweiten und Nutzlasten. Neue Technologien im Bereich Umschlagtechnik werden unter Punkt 3.4.3 behandelt.

---

<sup>137</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 27

<sup>138</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 27 sowie Kummer (2006) S. 125ff.

<sup>139</sup> Zur Terminalstruktur in Österreich und Deutschland siehe Anhang S: XXI

In den letzten Jahren ist eine hohe Dynamik bei der Wahrnehmung der unterschiedlichen Funktionen im KV erkennbar, resultierend aus der Liberalisierung des Schienenverkehrs; daher ist eine klassische Einteilung möglicherweise nicht mehr ganz zeitgemäß, bzw. sind die Bezeichnungen Logistikdienstleister und KV Operateur am geeignetsten. Interessant wäre eine Entwicklung wo sich unterschiedliche Akteure durch vertikale Integration entlang der Wertschöpfungskette zusammenschließen oder Aufgabenbereiche übernehmen, um Skalenvorteile zu lukrieren und im Sinne eines „One-Stop-Shop“ alle erforderlichen Leistungen für den Kunden (Verlader) aus einer Hand anzubieten (dies könnte auch auf einem weniger aggregierten Level durch eine umfangreiche Datenvernetzung erreicht werden). Eine Konsolidierungs- oder Integrationstendenz ist allerdings nicht eindeutig zu erkennen, und so findet man eine Vielzahl unterschiedlicher Anbieter mit schwer vergleichbaren Angeboten vor. (Zur Problematik der vielen Schnittstellen im KV siehe auch Kapitel 3.2.)

Für eine erfolgreiche Zukunft des KV sind gemeinsame Aktionen der Akteure erforderlich. Verschiedene Produktdifferenzierungen könnten als Konkurrenz zwischen den Akteuren (v.a. Spediteure vs. KV Operateure)<sup>140</sup> gesehen werden, oder auch die Dynamik im Markt erhöhen.

## 2.7 Vor- und Nachteile des KV

Beim KV wird versucht die systemischen Vorteile der Verkehrsträger Schiene und Straße<sup>141</sup> miteinander zu verbinden. Verwendet werden standardisierte multimodale Ladeeinheiten. Allgemeine Vorteile, die durch multimodale Ladeeinheiten entstehen, sind:<sup>142</sup>

- Bei Verwendung standardisierter Transporteinheiten und Umschlagsequipment kann der Umschlag optimiert werden, das verkürzt die Umschlagszeit und damit den Transport im Ganzen.
- Verschlossene Transporteinheiten sind besser für den sicheren Transport des Gutes.
- Poolssysteme bringen Einsparungen bei den Verpackungskosten.
- Standardisiertes Transportequipment ist kostengünstiger in der Herstellung sowie für die Herstellung von Verkehrsmitteln.
- Das energie- und umweltfreundlichste Transportverfahren wird genutzt.<sup>143</sup>

---

<sup>140</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 328

<sup>141</sup> Zu den Vor- und Nachteilen im Straßengüterverkehr siehe Loderbauer (1996) S. 100 f.

<sup>142</sup> Vgl. Kummer (2006) S. 49f.

<sup>143</sup> Vgl. Aberle (2003) S. 22

Die Herausforderung des KV beschreibt Seidelmann (1997) folgender Maßen: „Transportketten sind [...] in Konkurrenz zur Möglichkeit des durchgehenden Verkehrs angelegt. Da jede Brechung des Verkehrs in der Transportkette zu ökonomischen Aufwendungen führt, muss man durch den Wechsel des Verkehrsträgers soviel an ökonomischer Effizienz gewinnen, dass die Brechungskosten überkompensiert werden.“<sup>144</sup> Das beschreibt den systemimmanenten Nachteil des KV und bedeutet, dass vor allem in zwei Bereichen Mehrkosten miteinbezogen werden müssen:<sup>145</sup>

- Zusatzfunktionen Sammeln und Verteilen: Zwischen Versender und Bahnterminal müssen die Ladeeinheiten gesammelt werden und dann vom Empfangsterminal zum Endempfänger zugestellt werden (entspricht Vor- und Nachlauf; siehe auch Akteure 2.6 und Prozess 2.5.1).
- Zusatzfunktion zwei mal Umschlagen im Versand- und Empfangsterminal.

Einsparungen beim Hauptlauf müssen diese Mehrkosten kompensieren, d.h. der Transport der Ladeeinheiten auf einem Eisenbahnzug muss über weite Strecken (mit vielen Ladeeinheiten – Massengutvorteil der Bahn) deutlich billiger sein, als die gleiche Beförderungsleistung mit vielen Straßenfahrzeugen.

Bei der Implementierung von speziellen KV-Systemen (z.B. Road Trailer) ist mit höheren Anschaffungskosten als bei unimodalen Systemen zu rechnen.

Zusätzlich zur Kostenproblematik zeigt sich die Folge jahrelanger Vernachlässigung von Investitionen in das System Schiene (veraltete Lokomotiven, viele Baustellen im Netz führen zu massiven Beeinträchtigungen bei der Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit).<sup>146</sup>

Auf logistischer Ebene können Nachteile in Form von häufigeren Leerfahrten und einem unter Umständen längeren Gesamttransportweg (im Vergleich zum direkten Weg des Straßenverkehrs) entstehen; dies kann in einer schlechteren Integrierbarkeit in betriebliche Abläufe resultieren. Die hohe Komplexität des KV wird unter Punkt 2.5.1 und 2.6 dargestellt. (Dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie werden ebenfalls Chancen und Risiken attestiert.<sup>147</sup> )

---

<sup>144</sup> Seidelmann (1997), S. 5

<sup>145</sup> Vgl. Seidelmann (2002) S. 182f. siehe auch Wichser (2002) S. MA 5-31

<sup>146</sup> Vgl. Seidelmann (2002) S. 186 siehe auch Kummer (2006) S. 50

<sup>147</sup> Vgl. VDV S. 342

Abschließend soll eine SWOT-Analyse die Strength (Stärken), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Möglichkeiten) und Threats (Gefahren) des KV zusammenfassen (siehe Abbildung 12).<sup>148</sup>

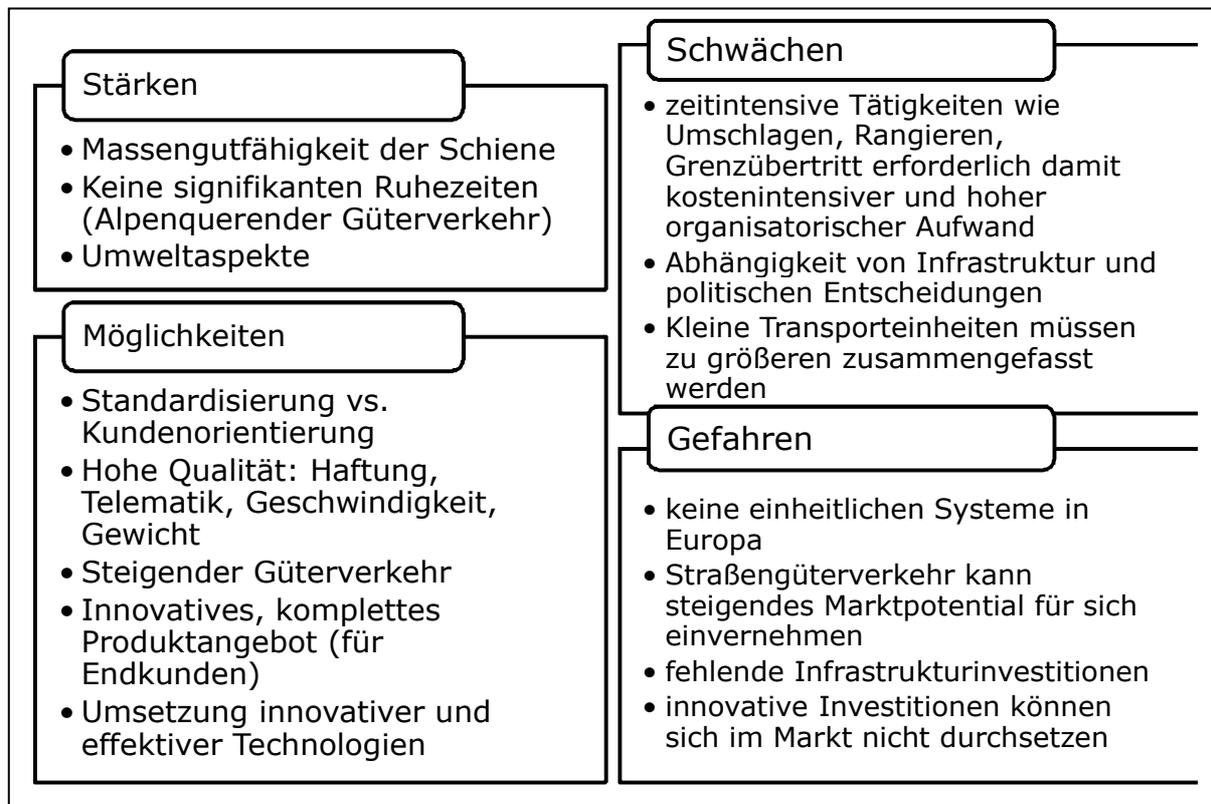


Abbildung 12 SWOT Analyse KV

Dieses Kapitel schließt die Rahmenbedingungen ab, in denen der Kombinierte Verkehr stattfindet. Diese Tatsachen sind heranzuziehen, wenn man sich mit Innovationen in diesem Bereich beschäftigt.

<sup>148</sup> Zur SWOT Analyse siehe Kotler, Bliemel (2006) S. 132ff.

### 3 Innovative Technologien im KV

Dieses Kapitel behandelt die betrachteten innovativen Technologien und Systeme für den Kombinierten Verkehr. Die Argumentation umfasst grundlegende Begriffe der Innovationstheorie und angewandte Theorien für den KV. Anschließend werden neue Technologien für die Bereiche Transportequipment, Umschlagtechnik und Waggonbau behandelt, wobei der jeweilige Stand der Technik und die Anforderungen an die Bereiche vorgestellt werden. An den entsprechenden Stellen befinden sich die Resultate der Innovationsbewertung durch Experten.

#### 3.1 Innovationstheoretische Konzepte

Im Folgenden werden die Begriffe Innovation, Technologie, Stand der Technik, dominantes Design, Selektionsumgebung und weitere verwandte Themen definiert und in den Kontext zum KV gesetzt.

**Innovation** wird auf unterschiedliche Arten definiert und in verschiedenen Dimensionen behandelt, so unter anderem als neuartige Produkte, Prozesse, Dienstleistungen Mittelkombinationen oder auch als Innovationsprozess. Schumpeter (1939) ordnet Innovationen den funktionalen Bereichen in Unternehmungen zu und betrachtet sie in einer ganzheitlichen Perspektive als Prozess der schöpferischen Zerstörung.<sup>149</sup> Somit kann man nach Schumpeter fünf verschiedene Fälle unterscheiden: neue Produkte, neue Produktionsmethoden (technologisch), neue Lieferquellen (sources of supply), Erschließung neuer Märkte und neue Organisationsmethoden.<sup>150</sup> Hauschildt postuliert folgende Ausgangsdefinition: „Innovationen sind qualitativ neuartige Produkte oder Verfahren, die sich gegenüber einem Vergleichszustand "merklich" – wie auch immer das zu bestimmen ist - unterscheiden.“<sup>151</sup> Der Innovationsgrad beschreibt den Innovationsgehalt oder das Ausmaß der Neuartigkeit.<sup>152</sup> Zur Messung und Evaluierung von Innovationen siehe Kapitel 3.1.2.

Shepherd (1997) beschreibt Innovation als Teil des technologischen Fortschritts. In Form von den drei Phasen Invention, Innovation und Imitation entstehen neue Produkte und Prozesse.

---

<sup>149</sup> Hauschildt (2007) S. 3ff. sowie OECD (2005) S. 46ff. und 29f.

<sup>150</sup> Nelson et al. (2005) S. 7

<sup>151</sup> Hauschildt (2007) S. 7

<sup>152</sup> Hauschildt (2007) S. 16

Innovation stellt dabei die Umsetzung der Invention (Idee) auch in Form eines marktreifen Produktes (oder Dienstleistung) dar. Der Impuls für die Invention kann autonom oder induziert erfolgen.<sup>153</sup>

Innovationstätigkeit kann auch in einem unternehmerischen Kontext betrachtet werden. Unternehmerische Tätigkeiten sind an Personen geknüpft (den Unternehmer, den Entrepreneur). Innovationen können Auslöser für Unternehmensgründungen sein, die Theorie des Entrepreneurship beschäftigt sich damit. Darüberhinaus wird Forschungs- und Entwicklungstätigkeit auch in bestehenden Unternehmen durchgeführt. Frank (2006) beschäftigt sich mit der Einbettung des Innovationsgeschehens in den unternehmerischen Kontext. Sogenanntes **Corporate Entrepreneurship** liegt unter anderem dann vor, wenn Innovation ein Teil der Unternehmensstrategie ist. Das kann in der Inkaufnahme höherer Risiken resultieren oder auch zu neuen inhaltlichen Unternehmensentwicklungen führen.<sup>154</sup>

Stepan (2006) weist auf die Rolle des Entrepreneurs in einem Unternehmen hin, jene Person, die mit der Umgebung interagiert, um erfolgreich Innovationen zu bearbeiten und durchzusetzen.<sup>155</sup>

Der Begriff **Technologie** stammt etymologisch aus dem griechischen „*technologia* - systematic treatment of an art“<sup>156</sup>. Für den derzeitigen Gebrauch bedeutet dies „the application of scientific knowledge to the practical aims of human life or [...] to the change and manipulation of the human environment.“<sup>157</sup> Als finale Definition von Technologie wir die Anwendung von menschlichem Wissen und Erfahrung für die Zwecke der Produktion<sup>158</sup> verstanden, was heute auch „[...] Wissen über Werkstoffe, Verfahren, deren Entwicklungsmöglichkeiten und ökonomische Anwendungen [...]“<sup>159</sup> umfasst.

Die These vom Zusammenhang Technologie, technische Entwicklung, Innovationstätigkeit und Wirtschaftswachstum prägt das technologisch – ökonomische Paradigma und hat im Rahmen der Wirtschaftspolitik Förderinstrumente in Form von regionalen, nationalen und supranationalen Technologie- und Innovationsförderungen hervorgebracht<sup>160</sup> (Beispiele für den KV werden unter Punkt 3.2 behandelt).

---

<sup>153</sup> Shepherd (1997) S. 116

<sup>154</sup> Vgl. Frank (2006) S. 15

<sup>155</sup> Vgl. Stepan (2006) S: 215

<sup>156</sup> <http://mw1.merriam-webster.com/dictionary/technology> 28. August 2007

<sup>157</sup> <http://www.britannica.com/eb/article-9071527/technology> 28. August 2007

<sup>158</sup> Vgl. Rosenegger 1986 zitiert in Stepan (1993) S. 3347

<sup>159</sup> Stepan (1993) S. 3347

<sup>160</sup> Vgl. Stepan (2006) S. 216f.

Sowohl als Abgrenzung zum Begriff Innovation als auch zur Beschreibung der vorherrschenden Standards in den Bereich Transportbehälter, Umschlagtechnik und Waggonbau wird der Begriff **Stand der Technik (state of the art)** betrachtet. Die österreichische Gewerbeordnung zum Beispiel definiert diesen im Sinne des Gesetzes wie folgt:<sup>161</sup>

*§ 71a. (1) Der Stand der Technik im Sinne dieses Bundesgesetzes ist der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere jene vergleichbaren Verfahren, Einrichtungen Bau- oder Betriebsweisen heranzuziehen, welche am wirksamsten zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt sind; weiters sind unter Beachtung der sich aus einer bestimmten Maßnahme ergebenden Kosten und ihres Nutzens und des Grundsatzes der Vorsorge und der Vorbeugung im Allgemeinen wie auch im Einzelfall die Kriterien der Anlage 6 zu diesem Bundesgesetz zu berücksichtigen.*

Einen praktischen Zusammenhang zeigt das österreichische Patentgesetz auf:<sup>162</sup>

*§ 3. (1) Eine Erfindung gilt als neu, wenn sie nicht zum Stand der Technik gehört. Den Stand der Technik bildet alles, was der Öffentlichkeit vor dem Prioritätstag der Anmeldung durch schriftliche oder mündliche Beschreibung, durch Benützung oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht worden ist.*

In der Betrachtung von Innovationen, Technologien und den Unternehmen, in denen die zentrale Innovations- und Forschungstätigkeit vor sich geht, bietet es sich an das **Wettbewerbs- und Strategiemodell nach Porter (1999)** zu betrachten. Es gilt auch analog zur Betrachtung der Rahmenbedingungen, den Marktkräften sowie Marktteilnehmern im KV, welche in Kapitel 2.2.1 und 2.6 behandelt wurden. Die Wettbewerbssituation in einer Branche ist abhängig von fünf grundlegenden Kräften: aktueller Wettbewerb in der Branche, potentielle Mitbewerber, Verhandlungsmacht der Zulieferer und Abnehmer, Ersatzprodukte sowie als sechste (positive) Kraft von dem Angebot an Komplementärprodukten (siehe Abbildung 13)<sup>163</sup>. Das Ausmaß bzw. die Intensität der Positionskämpfe zwischen derzeitigen in der Branche tätigen Unternehmen, die Verhandlungsstärke der Lieferanten und Abnehmer sowie die Bedrohung durch neue Konkurrenten oder Substitutionsprodukte beeinflussen die Wettbewerbssituation in einer Branche und damit die Gegebenheiten mit denen jedes Unternehmen konfrontiert ist.<sup>164</sup>

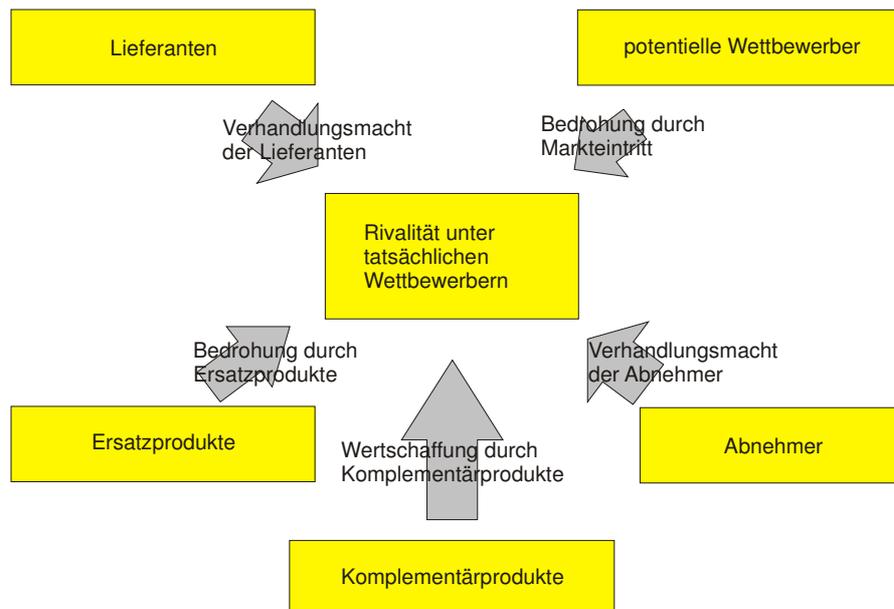
---

<sup>161</sup> <http://ris.bka.gv.at/bundesrecht/> 28. August 2007

<sup>162</sup> [http://www.patent.bmvit.gv.at/dms/dms.php?id=26741&filename=PatG\\_2006.pdf](http://www.patent.bmvit.gv.at/dms/dms.php?id=26741&filename=PatG_2006.pdf) 29. August 2007

<sup>163</sup> Pfähler, Wiese (2006) S. 9f.

<sup>164</sup> Vgl. Porter (1999) S. 29ff. sowie eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Marktkräfte



**Abbildung 13 Wettbewerbskräfte in einer Branche nach Porter<sup>165</sup>**

Aus der Branchenanalyse kann sich ein spezifisches Unternehmen seine eigene Strategie, unter Berücksichtigung der unternehmenseigenen Stärken und Schwächen, entwickeln.

Aus diesem Zusammenhang lassen sich auch die Marktein- und Marktaustrittsbarrieren einer Branche identifizieren. Eintrittsbarrieren, also jene Barrieren die ein potentieller Mitbewerber überwinden muss, sind Größenvorteile (Economies of Scale und Economies of Scope), Produktdifferenzierung, Kapitalbedarf, der Zugang zu Vertriebskanälen, von der Größe unabhängige Kostennachteile (beispielsweise Lerneffekte) sowie staatliche Eingriffe.<sup>166</sup> Bekannte Marktaustrittsbarrieren, vor allem „sunk costs“, bedingt durch hohen Investitionseinsatz für Waggons oder Terminals oder Organisationskosten, können auch abschreckend auf einen potentiellen Mitbewerber wirken.<sup>167</sup>

Die Marktein- und -austrittsbarrieren im Eisenbahnwesen sind auf Grund der strukturellen und technologischen Rahmenbedingungen sowie dem großen Investitionsvolumen der Produktionsfaktoren sehr hoch (vgl. auch Punkt 2.2.1 sowie Bukold (1993)). Dies beeinflusst den KV unter anderem durch die Dominanz des Schienenhauptlaufes, andererseits sind Akteure auch in anderen Positionen aktiv und in der Lage Kooperationen einzugehen (vgl. dazu Punkt 2.6).

<sup>165</sup> Pfähler, Wiese (2006) S. 10

<sup>166</sup> vgl. Porter (1999) S. 30f. siehe auch Shepherd (1997) S. 61 ff.

<sup>167</sup> Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Marktschranke> 7.September 2007 sowie Bukold (1996) S. 328

Für die Positionierung des Unternehmens innerhalb der Branche gibt es drei generische Strategieoptionen: Kostenführerschaft, Differenzierung und Konzentration auf Schwerpunkte. „Die Kostenführer- und Differenzierungsstrategien streben den Wettbewerbsvorteil in einem weiten Bereich von Branchensegmenten an, während die Konzentrationsstrategie auf einen Kostenvorsprung (Schwerpunkt Kosten) oder auf Differenzierung (Schwerpunkt Differenzierung) in einem kleinen Segment abzielt.“<sup>168</sup> Ist keine dieser Strategien ausgeprägt, besteht die Gefahr des „zwischen den Stühlen sitzen“ („stuck in the middle“), d.h. das Unternehmen verfügt über keinen Wettbewerbsvorteil.

Backhaus und Büschken<sup>169</sup> leiten für die Akteure des KV daraus die Möglichkeit des Qualitätsführers (individuelle Produkte für Kunden) oder der Kostenführerschaft (durch große Absatzmengen angepasst an die Grundbedürfnisse des Marktes) ab. Diese strategische Entscheidung ist abhängig von den Unternehmenszielen und der Branchenstruktur. Die schon 1996 angeführten Merkmale des Gütertransportgeschäftes sind steigende Flexibilitätsanforderungen, steigende Fixkostenintensität, Beziehungsgeschäft, standardisierte Kernleistung und die Entwicklung von logistischen Gesamtkonzepten. Die möglichen Optionen zur Verbesserung der Wettbewerbssituation mithilfe der Qualitätsführerschaft eines Unternehmens im KV sind: höhere Transportgeschwindigkeiten, Preissenkung, Fremdvermarktung, Erweiterung des Leistungsumfanges (siehe Integration der verschiedenen Akteure unter Punkt 2.6) und höhere Umweltfreundlichkeit. Diese Möglichkeiten wurden untersucht und als nicht zielführend identifiziert, da sie entweder leicht imitierbar oder für den Markt ohne Bedeutung sind. Rapp (2002) hingegen postuliert mit einer empirischen Studie, dass die verladende Wirtschaft den Qualitätsmerkmalen ebenso hohe Bedeutung zumisst wie dem Preis.<sup>170</sup> Die Kosten- oder Preisführerschaft ist im KV vor allem von den Kosten der Infrastruktur abhängig und daher eigentlich nur bei Betrachtung des gesamten Marktes des KV gegenüber dem Straßenverkehr wirksam. Neue Tendenzen der KV-Operateure zielen darauf ab eigene Wagen- und Lokpools, bei verschiedenen Finanzierungsmöglichkeiten (Miete, Leasing etc.), zu halten um eine eigene Preisstruktur zu entwickeln. Backhaus und Büschken konstatieren zusammenfassend: „Die Wettbewerbsfähigkeit des KLV [Kombinierten Ladungsverkehrs] entscheidet sich also – bei einem Blick auf die heutige Geschäftsbereichsstruktur der DB AG – außerhalb von DB Cargo. Eine Verbesserung des

---

<sup>168</sup> Porter (2000) S. 37ff.

<sup>169</sup> Backhaus und Büschken (1998) S. 39ff.; Rapp (2002) S. 32 weist darauf hin, dass auch die Logistik in einem Unternehmen sich an diesen Strategien orientieren kann.

<sup>170</sup> Vgl. Rapp (2002) S. 91

KLV auf der Leistungsseite hingegen wird nicht zu signifikanten Marktanteilszuwächsen dieser Verkehrsträger führen.“<sup>171</sup>

Darüber hinaus kann ein durch die Liberalisierung des Schienenverkehrs einsetzender intramodaler Wettbewerb (d.h. zwischen den Leistungserbringern im Verkehrsträger Schiene) eine Erhöhung der produktiven Effizienz und Anreize zu kundenorientierten Innovationen liefern.<sup>172</sup> Dies würde zu einer nachhaltigen Verbesserung der Marktposition im Schienenverkehr und damit auch positiven Impulsen für den KV führen.<sup>173</sup>

Davon lässt sich zusammenfassend ableiten, dass die Wettbewerbssituation des KV von den strategischen Optionen des KV selbst, dem intramodalen Wettbewerb im Eisenbahnsektor und dem intermodalen Wettbewerb mit dem Straßensektor abhängt.

Welche Innovationen sich erfolgreich durchsetzen, hängt von der Wahrnehmung durch die relevante Umgebung (exogene Faktoren), der sogenannten **Selektionsumgebung** ab. „Diese Selektionsumgebung wird geprägt durch die Befindlichkeit der Märkte, durch das Perzeptionsvermögen der Akteure (Unternehmer, Manager, Konsumenten) und die Organisationskultur der Unternehmungen. Die Selektionsumgebung ist bestimmend für die Diffusionschancen der Innovation [...]“<sup>174</sup>. Diffusion von neuem Wissen und Technologien unterstützt den Prozess der Durchsetzung neuer Innovationen und deren beinhaltetem Wissen über die neue Technologie.<sup>175</sup> Daraus lässt sich erkennen, dass das Bewusstsein über die relevante Selektionsumgebung und daraus resultierende Aktions- und Reaktionsmöglichkeiten für die Innovation und deren Umsetzung am Markt wesentlich sind.

Zur Selektionsumgebung des KV zählen die Akteure (siehe 2.6), sowie die nationalen und internationalen Rechtssprechungen (siehe 2.2.1), Interessensvertretungen, Normungsverbände sowie Forschungseinrichtungen (Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und auch F&E Einrichtungen von Unternehmen, welche die Einzelkomponenten für den KV produzieren). „Eine technische Variante setzt sich also nicht quasi automatisch aufgrund einer rational begründeten technischen Überlegenheit durch.“<sup>176</sup>

Die Ablösung eines Paradigmas durch radikale Innovationen und die Zulassung durch die Selektionsumgebung führt zu einer instabilen Entwicklung, da ein neuer Technikpfad

---

<sup>171</sup> Backhaus und Büschken (1998) S. 58

<sup>172</sup> Vgl. UIRR (200a) S. 93

<sup>173</sup> Vgl. Aberle (2002) S. 13f.

<sup>174</sup> Stepan (2006) S. 210

<sup>175</sup> Vgl. OECD (2005) S. 31f. sowie S. 57f.

<sup>176</sup> Bukold (1996) S. 60 sowie vgl. ebenda S. 74

eingeschlagen wird. Durch diese Herangehensweise wird die Terminologie demand-pull versus supply-push überwunden und das Augenmerk auf technische Systeme gelegt.<sup>177</sup> Zusammen mit dem Wettbewerbs- und Strategiemodell von Porter (2000)<sup>178</sup> skizziert dies den Handlungsspielraum indem sich Innovationen für den KV entwickeln und durchsetzen.

Porter hat in der Auseinandersetzung mit Wettbewerb und Innovation auf Unternehmens-, Branchen- und nationalen Ebene<sup>179</sup> auch die Theorie über **Unternehmenscluster**<sup>180</sup> geprägt. Diese Theorie soll hier genannt und kurz beschrieben werden, weil sie heute zur Literatur über Innovationen dazu gehört und diese Arbeit im Rahmen des Rail Technology Clusters Austria (RTCA, siehe dazu später) verfasst wird. „Ein Cluster ist eine an einem Ort konzentrierte Gruppe von Unternehmen und verbundenen Einrichtungen, deren Aktivitäten in einem bestimmten Feld miteinander verknüpft sind. [...] Cluster nehmen abhängig von ihrer Reichhaltigkeit und ihrem Entwicklungsstand verschiedene Form an, doch in der Regel umfassen sie Hersteller von Endprodukten oder Dienstleistungen, Lieferanten spezialisierter Einsatzgüter, Komponenten, Maschinen und Dienstleistungen in verwandten Branchen. Häufig gehören auch Unternehmen in nachgeordneten Branchen [...], Hersteller von komplementären Produkten, Anbieter von Ausbildung, Information, Forschung und technischer Unterstützung [...] und Normungsinstitute zum Cluster.“<sup>181</sup>

In diesem Zusammenhang kann man eine interne und eine externe Selektionsumgebung unterscheiden. In der externen Selektionsumgebung spielen Institutionen und Marktteilnehmer eine dominante Rolle und entscheiden über den Erfolg oder die Auswahl einer Innovation. Die interne Selektionsumgebung kann mit der Theorie über „Cluster“ gekoppelt werden und bezeichnet damit die Clusterteilnehmer und die Tätigkeiten innerhalb der Cluster Grenzen. Der Cluster selbst bildet die Selektionsumgebung für interne Innovationen aus und induziert demand pull Innovationen.<sup>182</sup>

Ein wesentlicher Vorteil von Clustern sind eine Reduktion von Such- und Transaktionskosten, „da durch die Intensität der Austauschbeziehungen sich eine Lernkurve für die Administration von Transaktionen herausbildet, die im Cluster besondere Wirksamkeit entfaltet.“<sup>183</sup> Bei hoch

---

<sup>177</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 60 ff.

<sup>178</sup> Porter (2000) S. 37 ff.

<sup>179</sup> Vgl. „Diamant der nationalen Vorteile“ z.B. in Porter (1999) S. 176 ff. sowie S. 223f.

<sup>180</sup> Cluster von Innovationen wurden auch bereits von Schumpeter behandelt (siehe dazu z.B. Nelson et al. (2005) S. 15, S. 18

<sup>181</sup> Porter (1999) S. 209f.

<sup>182</sup> Vgl. Stepan (2006) S. 223 sowie S. 226

<sup>183</sup> Stepan (2006) S. 223 sowie Porter (1999) S. 235f.

entwickelten Clustern können darüber hinaus auch Wettbewerbsvorteile durch erhöhte Produktivität lukriert werden.

Zur Diskussion soll an dieser Stelle kurz der Rail Technology Cluster (RTCA), in dessen Rahmen diese Arbeit verfasst wurde, herangezogen werden. Dieser Cluster beschreibt sich wie folgt:

*„Der Rail Technology Cluster Austria (RTCA) als technologieorientierte Plattform verfolgt den Ausbau des technologischen Vorsprungs seiner Mitglieder und die Erhöhung der Serviceorientierung des Eisenbahnsystems durch neue Produkte.*

*Dadurch unterstützt der RTCA das erfolgreiche Auftreten der Clustermmitglieder, der heimischen Eisenbahnindustrie und anderer relevanter Unternehmen am internationalen Markt.“<sup>184</sup>*

Als erste wesentliche Aufgaben werden genannt:

*„Aufbau eines Entwicklungs- und Forschungsnetzwerkes zur Entwicklung und zum Einsatz von Zukunftstechnologien im Schienenverkehr“, sowie*

*„Networking und Lobbying für gemeinsame österreichische Interessen in europäischen Institutionen und Arbeitsgruppen“<sup>185</sup>*

Der RTCA beinhaltet Mitglieder aus den Bereichen Eisenbahnwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik, Consulting, Forschungseinrichtungen und verwandten Themengebieten und Arbeitskreise zu den Themen öffentlicher Verkehr, Telekommunikation, Sicherheit, Umwelt, Forschungsstrategien und Wettbewerb.<sup>186</sup> „Der Cluster sieht sich selbst als Kompetenznetzwerk. Er bietet eine unbürokratische Gesprächsbasis zwischen Vertretern von Industrie, KMU, Betreibern, Wissenschaft und Consultants. Wesentlich dabei ist, dass der Focus auf die vorwettbewerbliche Technologieentwicklung und die Zusammenarbeit [...]“<sup>187</sup> gelegt wird. Damit sollen die Ziele des RTCA und ein gemeinsamer Nutzen für die Mitglieder gewährleistet werden. Dies entspricht nicht direkt der Typologie nach Porter im engeren Sinn und Beispielen wie dem steirischen Automobil-Cluster (ACStyria)<sup>188</sup>, welche sich entlang der Werkschöpfungskette orientieren, aber es kann ein Netzwerkcharakter mit Werbe- und Lobbyingtätigkeiten etabliert werden. Es wird interessant sein, sich die weitere Entwicklung dieses jungen Clusters in der Zukunft anzusehen. Krall, Vorstand des RTCA, sieht den Cluster in fünf Jahre „Mitten im Geschehen des österreichischen und internationalen Schienenverkehrssektors: Als Vernetzungs-Drehscheibe und Plattform für die praktische Umsetzung von technologieorientierten Innovationsthemen.“<sup>189</sup>

Die Entstehung und Entwicklung von Clustern ist ein sehr dynamischer Prozess, der unterschiedlich vor sich gehen kann. „In einem gesunden Cluster löst die kritische Masse von

---

<sup>184</sup> <http://www.rtca.at/new/index.html> Menüpunkte RTCA, 5. September 2007

<sup>185</sup> <http://www.rtca.at/new/index.html> Menüpunkt: RTCA/Aufgaben und Ziele, 5. September 2007

<sup>186</sup> Siehe dazu [www.rtca.at](http://www.rtca.at)

<sup>187</sup> Hierzer et al. (2006) S. 654f.

<sup>188</sup> Siehe <http://www.acstyria.com/default2.htm> 5. September 2007

<sup>189</sup> Hierzer et al. (2006) S. 655

Unternehmen einen selbstverstärkenden Prozess aus, in dem spezialisierte Zulieferbetriebe entstehen. Informationen sammeln sich an, es entwickeln sich spezielle Ausbildungs- und Forschungseinrichtungen, es entstehen eine Infrastruktur und zweckdienliche Vorschriften, und das Ansehen und das Prestige des Clusters wächst. Entrepreneurere gründen neue Unternehmen, wenn sie eine Marktchance erkennen und wenn die Eintrittsbarrieren schrumpfen.“<sup>190</sup>

Um noch mehr Potential für Innovationen zu nutzen, schlägt das **Open Innovation** Konzept die Einbeziehung der Umwelt vor. Vor allem im Bereich von Konsumgütern wird dieser Ansatz schon eingesetzt. Durch Erfahrungsaustausch (Internalisierung und Externalisierung von Wissen) sollen Implikationen für den unternehmensinternen Innovationsprozess und die universitäre Forschung entstehen. Es sollen daraus Vorteile für alle Unternehmen und Kunden resultieren und der Vernetzung und beim globalisierten Fortschritt entsprochen werden.<sup>191</sup> Chesbrough und Von Hippel (2005)<sup>192</sup> beschäftigen sich mit dieser Thematik. Es ist die Offenheit und das Eingeständnis zu einer gemeinsamen Entwicklung gefordert. Diese Herangehensweise wurden für die Erarbeitung des Erhebungsbogens und die Identifikation der Innovationen sowie die Bewertungskriterien gewählt.

Eine konkrete Umsetzung von Open Innovation gelingt mit dem **Lead User Ansatz**<sup>193</sup>, der auch für Evaluierungen innovativer Systeme im KV zur Anwendung gelangen kann. Mit Lead User sind trendführende Nutzer oder Kunden (Geschäfts oder Privatkunden), deren Bedürfnisse den Anforderungen des Massenmarktes voraus eilen, und die sich einen besonders hohen Nutzen von einer Bedürfnisbefriedigung/Problemlösung versprechen. Sie treten oftmals (mit Kooperationen) als Innovatoren auf und eignen sich durch intensive Beschäftigung mit der jeweiligen Thematik spezifische Fähigkeiten und Kenntnisse an. Lead User besitzen in vielen Fällen einen gewissen Expertenstatus, somit kann diese Theorie analog für Experten (der Branche; in Form von Anwendern etc.) angewendet werden. Es können auch Erfahrungen von analogen Märkten in die Betrachtung miteinfließen.

Die Lead User Methode ist ein Prozess, bei dem ein Anbieter versucht, Lead User gezielt in die Produktentwicklung einzubeziehen und der typischerweise in vier Phasen abläuft:<sup>194</sup>

1. Identifikation wichtiger Markttrends
2. Identifikation von Lead Usern

---

<sup>190</sup> Porter (1999) S. 254f.

<sup>191</sup> Vgl. auch [http://www.openinnov\\_ators.de/](http://www.openinnov_ators.de/)

<sup>192</sup> Democratizing Innovation siehe <http://web.mit.edu/evhippel/www/books.htm>

<sup>193</sup> Siehe dazu z.B. Franke et. al (2006)

<sup>194</sup> Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Lead\\_User](http://de.wikipedia.org/wiki/Lead_User) 5. Oktober 2007

3. Workshop zur Entwicklung innovativer Produktkonzepte mit den Lead Usern
4. Projektion der Ergebnisse auf einen größeren Markt

Diese Form der kooperativen Produktentwicklung eines Unternehmens mit Lead Usern birgt sowohl Chancen als auch Risiken.

Für Entwicklungen im KV bedeutet das einerseits, dass Endkunden (Verlader) und Akteure (Nutzer) Innovationen anregen und gestalten können, andererseits Experten (wie im Fall der vorliegenden Arbeit) zur Innovationsbetrachtung herangezogen werden. Eine gemeinsame Entwicklung von marktnahen Innovationen könnte dem KV-System neue Impulse und Wettbewerbsvorteile bringen.

Innovative Investitionsgüter sind neuartig, technisch komplex, erklärungsbedürftig und teuer. Einer Beschaffung derartiger Güter geht eine Transaktionsbeziehung zwischen Verwendern und Herstellern voraus. Einflüsse der beiden Parteien werden durch Promotorenmodelle (Fach-, Machtpromotor) durchgesetzt. Die Implementierung innovativer Technologien löst häufig einen hohen organisatorischen Wandel beim Verwender aus. Das bedeutet für den KV, dass innovative Technologien in enger Beziehung (bzw. mit einer speziellen Promotoren-Struktur) mit den jeweiligen Nutzern entwickelt und implementiert werden, sowie vorab ein angestrebtes Anspruchsniveau der Leistung vereinbart wird.<sup>195</sup>

### 3.1.1 Large Technical Systems

Die Theorie der Large Technical Systems (LTS) beschäftigt sich mit der Entwicklung von großen Netzwerksystemen wie Schienen-, Telekommunikations- und Energienetzen. Eine mögliche Definition für LTS ist: „[...] ein durch Technik geprägtes Netzwerk zur großräumigen Verteilung von Information, Energie oder Gütern.“<sup>196</sup>

Im Zusammenhang mit LTS werden unter anderem Konzepte der Handlungstheorie (Akteure, Strategien – siehe vorher sowie Punkt 2.6), Evolutionstheorie (Paradigma, Selektionsumgebung – siehe vorher), Standards und Vernetzung behandelt. Auf vertikaler Ebene können LTS 1. Ordnung und LTS 2. Ordnung (welche die Infrastruktur der 1. Ordnung nutzen) unterschieden werden. Diese Einteilung trifft auf den Wertschöpfungsprozess im KV resp. Eisenbahnsektor zu (vgl. Punkt 2.5.1), d.h. die Schieneninfrastruktur ist ein LTS 1. Ordnung und der KV ist ein LTS 2. Ordnung. Die horizontale Beziehung zwischen LTS kann

---

<sup>195</sup> Vgl. Gemünden (1981) S. 1, 24, 443; Anmerkung: Dies Vorgaben des Auftraggebers werden meist in einem Pflichtenheft aufgelistet.

<sup>196</sup> Bukold (1996) S. 63

komplementär, substitutiv, kompetitiv oder konfrontativ sein. Das Spannungsfeld Schiene - Straße kann als substitutiv oder konfrontativ bezeichnet werden.<sup>197</sup> Der KV hat eine komplementäre Beziehung zu den Systemen Schiene und Straße.

Ein weiteres Charakteristikum von LTS sind (technische, organisatorische und soziale) Standards, welche sich mit dem System gemeinsam entwickeln und die Kompatibilität der verschiedenen Komponenten sicherstellen. Diese starken Abhängigkeiten bewirken, dass neue Innovationen nicht nur den Anforderungen der Kunden zu entsprechen haben, sondern sich auch in das vorgegebene System (von Infrastruktur und technischen Normen) eingliedern müssen. Ein Fortschritt in einem Bereich könnte sogar negative Auswirkungen auf einen anderen Bereich haben (z.B. größere Dimensionen von Sattelanhängern, die nicht in vorhandenen Taschenwagen transportiert werden können). „Innovations in large technical systems [...] tend to be incremental in nature and existing products and technologies undergo processes of slight, continuous improvement rather than radical change.“<sup>198</sup> Radikale Innovationen nehmen ihren Ausgang meist in Nischenmärkten. Impulse können von radikalen Entwicklungen in verwandten Märkten ausgehen und in den betrachteten Markt diffundieren. Evolutionäre Ansätze der Innovationstheorie (geprägt von Nelson und Winter) sehen Innovationen als pfadabhängige Prozesse beeinflusst durch die Interaktion der Akteure und anderer Faktoren.<sup>199</sup>

### 3.1.2 Bewertung von Innovationen

Dieses Kapitel bietet die Grundlagen, anhand derer der Erhebungsbogen zur Evaluierung der identifizierten Innovationen durch Experten, konzipiert wurde.

Die Messung bzw. Evaluierung von Innovationen ist eine komplexe Aufgabe. Man ist mit vielen Unsicherheitsfaktoren konfrontiert. Vor allem am Beginn des Produktlebenszyklus respektive des Innovationszyklus ist eine Bewertung besonders schwierig. Im besonderen Fall der vorliegenden Arbeit ist zusätzlich die Information über die betrachteten Technologien und Innovationen beschränkt, da diese hauptsächlich von den Herstellern stammen und keiner zusätzlichen Überprüfung unterzogen werden können.

Für die aggregierte Messung von Innovationen (zum Beispiel zum Vergleich von Volkswirtschaften) haben sich unterschiedliche Indikatoren etabliert: Forschungs- und

---

<sup>197</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 62 ff. sowie S. 75

<sup>198</sup> Makard, Truffer (2006) S. 611

<sup>199</sup> Vgl. OECD (2005) S. 32

Entwicklungsdaten (R&D Statistiken), Patentdaten, Bibliometrische<sup>200</sup> Daten, Technometrische Indikatoren, Synthetische Indikatoren (entwickelt für Auswertungskataloge) sowie spezielle Datenbanken, die aus Forschungsarbeiten erstellt wurden.<sup>201</sup>

Für die Evaluierung von neuen Innovationen gibt es Indikatoren auf unternehmerischer und technologischer Ebene. Ersteres wird auch „Subjekt“-Ansatz genannt und beschäftigt sich mit dem Mitteleinsatz und dem Output für Innovationen. Technologische Innovationen („Objekt“-Ansatz) werden mittels Bewertung durch Experten identifiziert. Der Objekt-Ansatz beschäftigt sich meist mit signifikanten Neuprodukten während sich der Subjekt-Ansatz auf inkrementelle Innovationen bezieht. Ein umfangreiches Beispiel für letzteres ist die SPRU (Science Policy Research Unit) Datenbank der Universität Sussex<sup>202</sup>, welche Informationen der britischen Industrie enthält. Hierbei wird das Faktum genutzt, dass eine Innovation von einem (der 400) Experten oder eines anerkannten Journals als solche identifiziert wurde. Als Beispiel für den Subjekt-Ansatz wird das Oslo Manual der OECD genannt.<sup>203</sup>

Im Folgenden werden Theorien der Innovationsbewertung und Erhebungsmethoden dargestellt, woraus sich das Untersuchungsdesign für die Erhebung der Technologien im KV für die vorliegende Arbeit ableitet, die für die Konzeption des Erhebungsbogens (siehe Anhang) angewendet wurde.

Für die Bestimmung des Ausmaßes der Neuartigkeit von Innovationen, also wie neu etwas ist, gibt es unterschiedliche Ansätze. Es kann zum Beispiel in direkter Herangehensweise der Tatsache nach, d.h. im Sinne der technischen Erfindungshöhe, oder dem graduellen Unterschied gegenüber einem bisherigen Zustand unterschieden werden. Die Innovation kann aus der Perspektive des Betrachters (Funktion, Branche, etc.) und dessen Bedeutung subjektiv betrachtet werden.<sup>204</sup>

Hauschildt<sup>205</sup> hat eine Ordinalskala zur Beschreibung des Innovationsgrades entwickelt, die folgende Punkte betrachtet und bewertet: ein total neues oder entscheidend geändertes Produkt, ein deutlich verbessertes Produkt, eine neue oder verbesserte Zusatzeinrichtung oder -dienstleistung, eine Produkt- oder Dienstleistungsdifferenzierung.

---

<sup>200</sup> Bibliometrics = the study, or measurement, of texts and information (siehe <http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Bibliometrics> 10. September 2007)

<sup>201</sup> Vgl. Nelson et al. (2005) S: 152ff.

<sup>202</sup> <http://www.sussex.ac.uk/spru/>

<sup>203</sup> Vgl. Nelson et al. (2005) S. 160ff.

<sup>204</sup> Hauschildt (2007) S. 14ff. sowie OECD (Oslo Manual) S. 40f.

<sup>205</sup> Hauschildt (2007) S. 17

Eine „Neuheit“ ist dabei etwas qualitativ neuwertiges, das aus Lerneffekten oder Wissensgenerierung resultiert.<sup>206</sup> Dabei ist eine genaue Abgrenzung des Begriffs und Einschätzung der Messbarkeit nicht eindeutig.

Zur Bestimmung des Ausmaßes des Innovationsgrades kann man die Punkte Beurteilung der Produkttechnologie, Absatzmarkt, Produktionsprozess, Beschaffung, Kapitalbedarf, formale Organisation, informelle Organisation gewichten mit 1 (trifft überhaupt nicht zu) bis 7 (trifft voll zu) und auswerten.<sup>207</sup>

Es wurden zusätzliche wesentliche Eigenschaften der Technologien im Rahmen des KV hinsichtlich einer ganzheitlichen Bewertung identifiziert und als Evaluierungskriterien herangezogen. Hauschildt identifiziert technische Effekte, sonstige Effekte und ökonomische Effekte als Eigenschaften des Innovationserfolges, welche einen Gesamtnutzen ergeben.<sup>208</sup> Der daraus resultierende Erhebungsbogen, für die Bewertung der Innovationen im KV, ist im Anhang (S. X) zu finden. Die Resultate aus der Erhebung sind in den Kapiteln 3.3.3, 3.4.3 und 3.5.3 eingearbeitet.

## 3.2 Innovationstätigkeit im KV

Das Auftreten und Diffundieren von Innovationen im KV ist von den strukturellen und technologischen Rahmenbedingungen (siehe Punkt 2.2) sowie den Marktmechanismen und den Wettbewerbskräften bezüglich unternehmerischer Innovationstätigkeiten (siehe 3.1) abhängig. Neue Produkte, Prozesse und Dienstleistungen kommen aufgrund der Interdisziplinarität der Materie KV aus unterschiedlichen Bereichen, wie z.B. der Materialwissenschaften, Fördertechnik, Schienenfahrzeugbau, Logistik, Eisenbahnwesen und der Informations- und Kommunikationstechnologie. Eine Besonderheit stellen auch die Einflüsse der Entwicklungen im Bereich der Straßenfahrzeugindustrie somit der Modal Split und das steigende Güterverkehrsaufkommen dar.

Einige Zitate von Akteuren im KV sollen einen kleinen Einblick in die Materie geben:

*„Technische Innovationen beschränken sich auf den Bereich der Gefäße und Umschlaggeräte.“<sup>209</sup>  
„Wenn sich [...] der KV Schiene-Straße in großem Umfang weiterentwickeln soll, braucht er Ideen für neue Umschlag- und Beförderungssysteme. Diese scheinen nötig zu sein, um die heutigen Systeme zu ergänzen und zusätzliches Aufkommen für den KV zu erhalten.“<sup>210</sup>*

---

<sup>206</sup> Vgl. Nelson et al. (2005) S. 149

<sup>207</sup> Vgl. Hauschildt (2007) S. 23

<sup>208</sup> Hauschildt (2007) S. 533f.

<sup>209</sup> Bukold 1996, S. 24

<sup>210</sup> UIRR (200a) S. 171

*„Eine Möglichkeit, die Effizienz im KLV zu steigern, liegt in der Verfeinerung der Technik, der eine tragende Funktion insbesondere bei der Bewältigung der Schnittstelle zwischen Schiene und Straße beizumessen ist. Der Umschlag im KLV begründet einen logischen systemischen Nachteil gegenüber jedem unimodalen Transport, woraus die (überlebens-) wichtige Rationalisierungsaufgabe erwächst, den Ressourcenverzehr dieses zusätzlichen Kettengliedes auf das Notwendigste herunterzuschrauben.“<sup>211</sup>*

*„Um den erwarteten Nachfrageschub aufnehmen zu können müssen schnellstmöglich erhebliche Investitionen in neue Intermodalwaggons getätigt werden. [...] Sollten die erforderlichen Kapazitäten zur Verfügung stehen wird der intermodale Verkehr 2010 und in den Folgejahren erhebliche Zuwachsraten verzeichnen.“<sup>212</sup>*

Auf europäischer Ebene werden in den Forschungsrahmenprogrammen (FP) Projekte für den KV gefördert, die auf unternehmensübergreifender Ebene unterschiedliche Technologievorschläge (vor allem im Bereich Umschlagtechnik) hervorgebracht haben. Bearbeitete Konzepte sind unter anderem FURMINA des Projektes IDIOMA (FP 4), NETHS (Neuweiler Tuchs Schmid Horizontal System) des Projektes INHOTRA (Interoperable Intermodal Horizontal Transshipment, FP 5), Cargo Speed, Acronym: GROWTH (FP5), SAIL<sup>213</sup> (Semitrailers in Advanced Intermodal Logistics, FP 5) sowie ISU (innovativer Sattelumschlag)<sup>214</sup> im Rahmen des BRAVO – Projektes<sup>215</sup> (FP 6). Diese Technologien werden teilweise auch unter Punkt 3.4.3 behandelt.<sup>216</sup> Der Anteil österreichischer Beteiligungen an den Forschungsrahmenprogrammen der EU ist kontinuierlich gestiegen und betrug beim FP6 2,6 % (die Rückflussquote beträgt 115 %).<sup>217</sup>

Das neue Forschungsrahmenprogramm FP 7 mit der Laufzeit 2007 bis 2013 hat unterschiedliche Schwerpunkte im Bereich Transport.<sup>218</sup> Das nationale IV2Splus Forschungsprogramm schreibt Förderungen zu den Themen Intermodalität aus.<sup>219</sup> Das Innovationsförderprogramm „Kombinierter Güterverkehr“ des BMVIT stellt pro Jahr ca. 3 Mio. Euro zur Verfügung und wird durch die Austria Wirtschaftsservice abgewickelt.<sup>220</sup>

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die unterschiedlichen Tendenzen in den zuvor genannten Bereichen gezeigt.

Die unterschiedlichen Entwicklungsstadien und Entwicklungsprobleme der Verkehrsträger Bahn und LKW sowie deren organisatorische und technische Lösung führten zu einer

<sup>211</sup> Hubauer (2005)

<sup>212</sup> Krüger (2005) S. 36 f.

<sup>213</sup> <http://www.zlw-ima.rwth-aachen.de/forschung/projekte/sail/index.html>

<sup>214</sup> [www.isu-system.de](http://www.isu-system.de)

<sup>215</sup> [www.bravo-project.com](http://www.bravo-project.com)

<sup>216</sup> Eine Übersicht über die EU Projekte im KV ist unter [http://ec.europa.eu/transport/intermodality/research/activities\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/intermodality/research/activities_en.htm) ersichtlich.

<sup>217</sup> Vgl. Wichser (2007)

<sup>218</sup> [http://cordis.europa.eu/fp7/dc/index.cfm?fuseaction=UserSite.CooperationCallsPage&id\\_activity=7](http://cordis.europa.eu/fp7/dc/index.cfm?fuseaction=UserSite.CooperationCallsPage&id_activity=7)

<sup>219</sup> [www.iv2splus.at](http://www.iv2splus.at)

<sup>220</sup> [http://www.bmvit.gv.at/innovation/verkehrstechnologie/downloads/ikv\\_broschuere.pdf](http://www.bmvit.gv.at/innovation/verkehrstechnologie/downloads/ikv_broschuere.pdf)

Fragmentierung des KV Marktes.<sup>221</sup> Beispiele dafür sind die Diskussion EURO versus ISO Container, nationale Infrastrukturgesellschaften und UIRR Gesellschaften gegen Intercontainer Gesellschaften. Dadurch ergibt sich heute aus logistischer und prozessorientierter Sicht ein Entwicklungspotential bezüglich des Informationsflusses und der Interaktion der Akteure bzw. deren Produkterstellung im System KV. Durch die unter den Punkten 2.6 und 3.1 vorgestellten **Abläufe** wird ersichtlich, dass ein wesentlicher Nachteil der KV die Fülle an Schnittstellen darstellt. In diesem Bereich ist Optimierungspotential vorhanden, das auch durch eine Konsolidierung oder Datenvernetzung des Marktes genutzt werden könnte.

Wichser (2002)<sup>222</sup> führt die verschiedenen Konsequenzen des komplexen Transportablaufes auf:

Jede Kombiverkehrsgesellschaft (organisatorisch zwischen Spediteur und Carrier bzw. Terminalbetreiber angesiedelt – siehe Punkt 2.6) betreibt ein individuelles KV-Netz. Diese Angebotsvielfalt ist für den Kunden nicht übersichtlich und ein Wechsel zwischen den verschiedenen Netzen ist schwierig. Viele Systempartner führen zu höheren Kosten, da jeder Akteur Risiken abzugelten hat und einen Preisaufschlag zur Gewinnmaximierung erzielen möchte. Die Behälter sind im Besitz eines Partners in der Transportkette und erfordern einer gesonderten Überwachung, damit der Rücklauf gewährleistet ist. Meist wird der Behälter für die Transportdauer an den Kunden vermietet.

Der Konzentration des KV Prozesses ist entgegenzuhalten, dass gemäß dem Prinzip der Kernkompetenzen und Minimum Efficient Scale (MES)<sup>223</sup> eine getrennte Durchführung der jeweiligen Leistungen durchaus sinnvoll sein kann.

Von der Perspektive der verwendeten **Materialien** wird Stahl am häufigsten verwendet, weil es den Anforderungen nach Langlebigkeit, Festigkeit und geringem Instandhaltungsaufwand am besten entspricht. Um eine Reduktion des Eigengewichtes der Konstruktionen zu erreichen werden nun auch andere Werkstoffe in Betracht gezogen, wie zum Beispiel Modifikationen des reinen Stahls mit Kohlefasern oder Aluminium. Wesentliche Kriterien für die Materialauswahl sind die geforderten physikalischen Eigenschaften (Festigkeit, Zähigkeit, Dichte) und der Preis.

---

<sup>221</sup> Vgl. Bukold (1996) S. 116f.

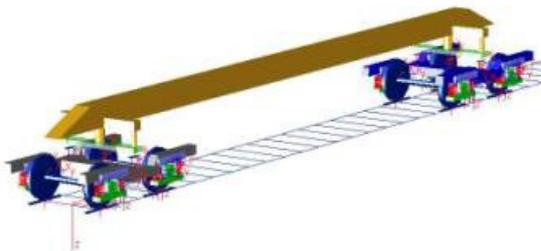
<sup>222</sup> Vgl. Wichser (2002) S. MA 5-25f.

<sup>223</sup> Siehe dazu Shepherd (1997) 166 ff.

Um Optimierungspotential in der Konstruktion und Entwicklung bereits im Vorfeld identifizieren zu können werden computerunterstützte **Simulationsmethoden** eingesetzt. Im Schienenfahrzeugbau sind dies zumeist Finite Elemente Methoden (FEM) und Mehrkörpersysteme (MKS).

FEM ist ein numerisches Verfahren zur näherungsweise Lösung zum Beispiel partieller Differentialgleichungen mit Randbedingungen und wird vor allem im Ingenieurwesen eingesetzt.<sup>224</sup> Dabei können beispielsweise die Auswirkungen von Schwingungen oder Deformationen auf ein Werkstück oder gesamte Baugruppen bzw. deren nötige Eigenschaften modelliert werden. Im KV wird dies vor allem bei der Entwicklung von Containern (oder allgemein Transportbehältern) sowie Konstruktionsteilen des Schienenfahrzeugbaues angewendet.

Um die dynamischen Aspekte z.B. eines Fahrzeuges zu simulieren, bietet sich die Modellierung als MKS an. Dabei wird das Fahrzeug als System starrer Körper abgebildet, die durch diskrete kinematische und Kraftkopplungen verbunden sind. (vgl. Abbildung 14)



**Abbildung 14 MKS Modell eines Schienenfahrzeuges<sup>225</sup>**

„Die automatisierte Aufstellung der Bewegungsgleichungen des Modells und die numerische Zeitschrittintegration erlauben die Nachbildung realer Fahrsituationen in einer virtuellen Umgebung im Rechner.“<sup>226</sup>

In den letzten Jahren werden die beiden Methoden auch miteinander verknüpft, d.h. FE Strukturen in MKS-Systeme eingebunden, dadurch können die Eigenschaften des strukturellen Aufbaus in dem Modell betrachtet werden.

Diese Verfahren haben den Vorteil, bereits in einem frühen Entwicklungsstadium ein ökologisch, ökonomisch und den jeweiligen Anforderungen entsprechendes Design zu

---

<sup>224</sup> Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Finite-Elemente-Methode> 8. September 2007

<sup>225</sup> [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/vkw/tgf/forschung/Fahrzeugsimulation](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/tgf/forschung/Fahrzeugsimulation) 1. September 2007

<sup>226</sup> [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/vkw/tgf/forschung/Fahrzeugsimulation](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/tgf/forschung/Fahrzeugsimulation) 1. September 2007  
Sowie [http://www.schienenfahrzeugtagung.at/download/PDF2007/3Tag/2\\_Beitelschmidt.pdf](http://www.schienenfahrzeugtagung.at/download/PDF2007/3Tag/2_Beitelschmidt.pdf)

gewährleisten. Dadurch können aufwendigere konstruktive Änderungen und Adaptionen in späteren Entwicklungsstadien vermieden bzw. reduziert werden (siehe Abbildung 15).

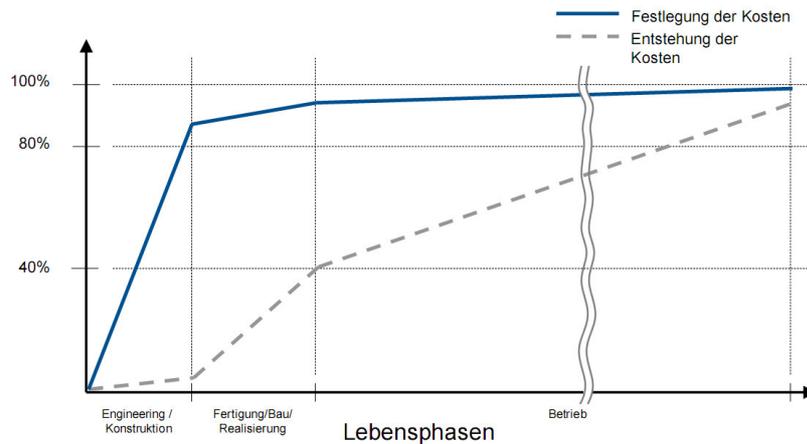


Abbildung 15 Festlegung und Entstehung von Kosten über die gesamte Lebensdauer eines Produktes<sup>227</sup>

Allgemein sollte bei der Entwicklung neuer Systeme und Technologien auf die Kompatibilität mit „alten“, auf Grund der langen Lebensdauer sich immer noch in Betrieb befindlichen, Systemen geachtet werden.<sup>228</sup> Ansonsten dürfte fehlende Interoperabilität (vor allem im Bereich Waggonbau) den operativen Ablauf im Eisenbahnwesen erschweren.

### 3.3 Transportbehälter

In diesem Abschnitt wird der Bereich der Transportbehälter behandelt, damit sind hier Container, Abrollcontainer, Wechselbehälter und Sattelanhänger gemeint. Somit werden die am häufigsten anzutreffenden Transportbehälter für den KV abgedeckt.

#### 3.3.1 Anforderungen

Die Anforderungen für Transportbehälter werden aus logistischer, schienenfahrzeugtechnischer und materialwissenschaftlicher Sicht dargestellt.

„Container sind als normierte Transport- und Lagerungsbehältnisse die Grundlage kombinierter Verkehre. Vorteile wie der Schutz des Transportgutes vor Witterungseinflüssen, die Untergliederung großvolumiger Laderäume und nicht zuletzt das einfache Handling beim

<sup>227</sup> Ostermann (2006) S. 26 nach Trescher, Ch.

<sup>228</sup> Vgl. Hierzer (2004) S. 72

Umschlagen haben zu dem weltweit großen Erfolg von Containerverkehren beigetragen [...]“<sup>229</sup>

Kummer (2006) identifiziert für Ladehilfsmittel und Transporteinheiten unterschiedliche Funktionen<sup>230</sup>, die aus Tabelle 6 ersichtlich sind.

**Tabelle 6 Funktionen von Transportbehältern**

Schutzfunktion	vor Klimaeinflüssen und Beschädigung, um die Produktqualität zu sichern; sowie Diebstahl; Daraus ergeben sich die Eigenschaften für das Transportequipment mit Temperaturbeständigkeit, (Staubfreiheit), Dichtheit, Bruchsicherheit
Lager- und Transportfunktion	Lagerung und Transport sicherstellen → Anforderungen: Stapelbarkeit, Rutschfestigkeit, Formstabilität, Druck- und Reißfestigkeit, Automatisierbarkeit
Informationsfunktion	Die Produktinformation muss auf der Transporteinheit erkennbar sein und Informationen über Menge, Haltbarkeit, Preisauszeichnung und ev. Werbeaussagen (Konsumgüter) – Für den KV sind Informationen für Zoll und Sicherheitszwecke, sowie die maschinelle Lesbarkeit wesentlich
Manipulationsfunktion	Handhabung bei Lieferprozessen – leichtes Öffnen, Schließen, Handhaben, Kommissionieren und Umschlagen
Verkaufs- und Verwendungsfunktion	Wiederverwendbarkeit, ökologisches und ökonomisches Gleichgewicht ist anzustreben.

Aus der Lager- und Transportfunktion ergibt sich auch die Ladungssicherheit<sup>231</sup> sowie die Manipulationsfunktion, die den Einsatz bzw. das Vorhandensein von Eckbeschlägen verlangt. Eckbeschläge<sup>232</sup> sind „Befestigungspunkte, die sich üblicherweise an den oberen und unteren Ecken eines Containers befinden, und in die Drehverriegelungen<sup>233</sup> oder andere Vorrichtungen eingreifen, um den Container anheben, stapeln oder befestigen zu können.“ An dieser Stelle greifen Umschlaggeräte wie Reach Stacker (siehe mehr dazu unter Punkt 3.4.3) unter Verwendung von „Spreader“ ein, um die Manipulation durchzuführen. Bei Wechselbehältern werden an den entsprechenden Vergleichspunkten von 20’ oder 40’ Containern Befestigungsbeschläge angebracht.

Neben der Funktionalität sind technische und ökonomische Kriterien wesentlich für den Einsatz von Transportbehältern. Sie haben direkten Einfluss auf die allgemeinen Anforderungen von Transportbehältern. Kummer (2006) listet dazu die Kriterien in Tabelle 7 auf.<sup>234</sup>

<sup>229</sup> [http://www.binnenhafen.info/download/akt\\_5024\\_Abschlussbericht\\_Kap\\_3\\_Grundlagen.pdf](http://www.binnenhafen.info/download/akt_5024_Abschlussbericht_Kap_3_Grundlagen.pdf) 11. Juli 2007

<sup>230</sup> Kummer (2006) S. 177ff. siehe auch Martin (2006) S: 70f. sowie Hoffmann et al. (2005) S. 71

<sup>231</sup> Zur Ladungssicherung siehe z.B. Scheffler et al. (1998) S. 323, Berndt S. (2001) S. 229 sowie UIRR (2000a) S. 153

<sup>232</sup> Definition UN/ECE (2001) S. 52 und genormt in DIN ISO 1161

<sup>233</sup> Drehzapfen vgl. Hoffmann et al. (2005) S. 72

<sup>234</sup> Kummer (2006) S. 178

**Tabelle 7 Technische und ökonomische Auswahlkriterien für Transportbehälter**

<b>Technische Kriterien</b>	<b>Ökonomische Kriterien:</b>
Angemessenheit (z.B. Größe des Gutes und der Verpackung)	Wirtschaftlichkeit/ Rentabilität (Betrachtung über gesamte Logistikkette und LCC)
Handhabbarkeit	Erforderliche Behälteranzahl
Sicherheit	Standardisierung (Anpassung an die Anforderungen der Güter – bei KV v.a. an Transportmittel)
Kennzeichnung	Preis des Systems
Manipulierbarkeit	Werkstoff
	Raum-, Flächennutzung und Lagerung

Kosten, die die Wahl und Implementierung von Ladungsträgern und Transporteinheiten beeinflussen – und daher (vor allem im Sinne einer Lebenszyklusbetrachtung) berücksichtigt werden sollen – sind Materialkosten, Lagerkosten, Raumkosten, Handlingkosten, Transport- und Personalkosten, Verwaltungs- und Administrationskosten, Entsorgungskosten sowie Folgekosten.<sup>235</sup>

Aus den Eigenschaften der transportierten Güter (vgl. dazu Punkt 2.5.1) ergeben sich auch unterschiedliche Anforderungen an die Transportbehälter, besonders im Bereich des Gefahrguttransportes, der allerdings in dieser Arbeit nicht behandelt wird. Mit der Ausgestaltung unterschiedlicher Ladeinheiten reagiert der Markt auf die Anforderungen der Kunden (Verlader und Frachtführer) und setzt Akzente bezüglich der Güterzusammensetzung (vgl. Güterstruktureffekt unter Punkt 2.4.1).

Aus den oben genannten erforderlichen Funktionen und Kriterien lassen sich direkt die Anforderungen aus materialwissenschaftlicher Sicht ableiten. Klimatische, mechanische und biotische Belastungen beeinflussen die Qualität der Sendung in unterschiedlichem Ausmaß und sind in jedem Fall zusätzlich zu den logistischen Anforderungen zu beachten (siehe Abbildung 16). Diese äußeren Einflüsse, welche während des Transports auftreten, können bereits bei der Entwicklung von Transportbehältern berücksichtigt und simuliert werden. Mit Hilfe von Festigkeits-, Schwingerreger- und Stoßprüfungen kann ein Transportbehälter auf Qualität und Einsatzfähigkeit geprüft werden.<sup>236237</sup> Diese Informationen könnten auch zusätzlich als Parameter in die FEM – Analyse (siehe vorher) eingehen.

<sup>235</sup> Kummer (2006) S. 178f.

<sup>236</sup> Zu den Prüfvorschriften von Containern siehe z.B. Scheffler (1998) S: 328ff.

<sup>237</sup> Das Institut für Beratung, Forschung, Systemplanung, Verpackungsentwicklung und –prüfung an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg führt derartige Prüf- und Forschungsaufgabe aus. Siehe <http://www.bfsv.de> 17. Juli 2007; praktische Informationen unter <http://www.tis-gdv.de/tis/containe/belast/belast.htm> 5. September 2007

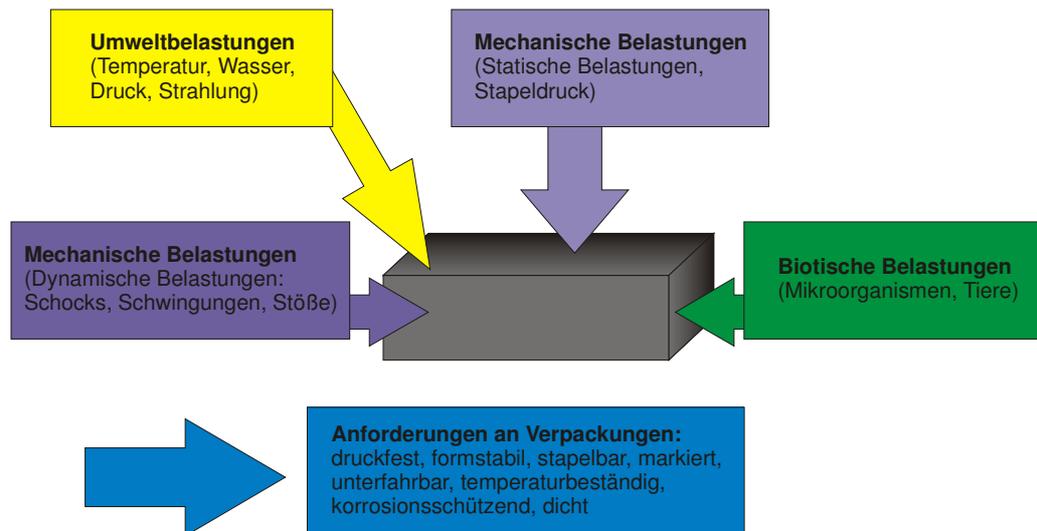


Abbildung 16 Anforderungen an Container während des Transports<sup>238</sup>

Die Sendungsverfolgung (siehe dazu Kapitel 2.5.2) des Transportes bzw. des Transportgutes ist eine zusätzliche Anforderung, die an eine qualitativ hochwertige Transportleistung gesetzt wird. In der Praxis bedeutet das, dass mittels Telematikeinsatz durch RFID am Transportbehälter (oder auch am Güterwagen – eigene Diskussion wegen Stromversorgung) eine durchgehende Sendungsverfolgung angestrebt wird.<sup>239</sup> Zum Verschluss und zur Sicherung des Containers vor unbefugtem Zugriff werden mechanische oder elektronische Siegel verwendet.<sup>240</sup>

Auf EU Ebene wurde 2003 eine Initiative (KOM(2003) 155) zu einer einheitlichen europäischen intermodalen Ladungseinheit (European Intermodal Loading Unit - EILU) angestrebt (siehe dazu auch Anhang S. XVIII). Die Abmessungen orientieren sich an jenen von Wechselbehältern und sollen eine Alternative zu ISO –Containern darstellen, um dem EURO-Palettenformat zu entsprechen und vor allem im KV mit Binnen- und Kurzstreckenseefahrt eingesetzt werden. Das Ziel ist es, eine universelle Ladeinheit für den KV in Europa zu schaffen, die die Effizienz steigern soll. Aufgrund von mangelnder Akzeptanz durch den Markt (auch wegen der Überschneidung mit der Normungsinitiative der stapelbaren Wechselbehälter), wurden die Anstrengungen vorübergehend fallen gelassen. Im Rahmen des FP 7 sollen sie wieder aufgenommen werden.<sup>241</sup>

<sup>238</sup> <http://simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/InnovationenContainerlogistik.pdf> 29. Juni 2007

<sup>239</sup> Vgl. [http://simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/RFID\\_Systeme.pdf](http://simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/RFID_Systeme.pdf) 29. Juni 2007

<sup>240</sup> Näheres dazu z.B. unter [http://www.tis-gdv.de/tis/tagungen/svt/svt03/07\\_frahm.pdf](http://www.tis-gdv.de/tis/tagungen/svt/svt03/07_frahm.pdf) 8. September 2007

<sup>241</sup> Vgl. [http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Publi/BrochUIRR-EILU09-04\\_final\\_DE.pdf](http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Publi/BrochUIRR-EILU09-04_final_DE.pdf) sowie [http://www.eia-ngo.com/file/A%20Decade%20of%20Experience%20-%20Brochure\\_EIA.pdf](http://www.eia-ngo.com/file/A%20Decade%20of%20Experience%20-%20Brochure_EIA.pdf)

### 3.3.2 Standardprodukte

In dieser Arbeit werden Großcontainer, Abrollcontainer und Wechselaufbauten betrachtet. Bimodale Systeme werden unter dem Punkt Umschlagtechnik (siehe 3.4.3) behandelt. Zu einer allgemeineren Auflistung der Ladeeinheiten siehe Anhang.

Im Allgemeinen sind Container Metallbehälter, die sich durch:<sup>242</sup>

- Multimodale Einsetzbarkeit
- Genormte Abmessungen und Befestigungselemente
- Hohe Anpassung an verschiedene Transportbedürfnisse durch enorme Typenvielfalt
- Wiederverwendbarkeit, internationale Austauschbarkeit
- Stapelbarkeit auszeichnen.

Die DIN Norm 30782 zeigt weitere Charakteristika auf:<sup>243</sup>

- Dauerhafte Beschaffenheit für den wiederholten Gebrauch
- Ermöglichung des Gütertransports mit einem oder mehreren Transportmitteln, ohne dass Ladung umgepackt werden muss → Hier ist der direkte Zusammenhang mit KV ersichtlich.
- Bauliche Voraussetzungen für die leichte Be- und Entladung sowie den mechanischen Umschlag
- Mindestrauminhalt von 1m<sup>3</sup>

Diese allgemeinen Kennzeichen unterstützen die Definition und Umsetzung des KV.<sup>244</sup> Ein Ansatzpunkt für Innovationen in diesem Bereich könnte der Punkt „Anpassung/Typenvielfalt“ bringen, in dem man den Bedürfnissen der Verloader und des Transportguts besonders gerecht wird. Die Grundsätze der Standardisierung dürfen dabei aber nicht außer Acht gelassen werden, wobei dies auch ein Spannungsfeld zwischen Kontinuität und kreative Destruktion ist.

**Container** kommen in den Formaten ISO und EURO zum Einsatz, wobei ISO hauptsächlich im Schifffahrtsverkehr und damit an Land im Hafenhinterlandverkehr anzutreffen ist und EURO Container nur im Kontinentalverkehr einsetzbar sind. Diese Arbeit beschäftigt sich nur mit dem „reinen“ Schienen-Straßen-KV, allerdings sollen an dieser Stelle der Vollständigkeit halber beide Typen gezeigt werden. Dies hat auch den Grund, dass es zeitweise eine Diskussion in Fachkreisen über die Vorherrschaft der Systeme gibt. Ein wichtiges

---

<sup>242</sup> Berndt (2001) S. 26f.

<sup>243</sup> Vgl. Scheffler (1998) S. 325

<sup>244</sup> Zu den allgemeinen Vorteilen von Ladungsbildung siehe Anhang

Charakteristikum ist, dass EURO-Container auf Euro-Paletten abgestimmte Innenabmessungen besitzen (ISO-Container hingegen sind nicht optimal für die Ausnutzung von Euro-Paletten ausgelegt). Die Abmessungen sind an die Lademaße des verwendeten Verkehrsmittels angepasst (siehe Tabelle 8 und Tabelle 9).

**Tabelle 8 ISO Norm Maße der gebräuchlichsten Box-Container**<sup>245</sup>

Länge/Höhe		Länge	Breite	Höhe	Max. zul. Gesamtgewicht
		mm	Mm	mm	kg
40'8	Außen	12192 (-10)	2438 (-5)	2438 (-5)	30480
	Innen	11998	2330	2197	
40'8 ½	außen	12192 (-10)	2438 (-5)	2591 (-5)	30480
	innen	11998	2330	2350	
30'8	außen	9125 (-10)	2438 (-5)	2438 (-5)	30480
	innen	8931	2330	2197	
20'8	außen	6058 (-5)	2438 (-5)	2438 (-5)	24000
	innen	5867	2330		

**Tabelle 9 EURO-Norm-Maße der gebräuchlichsten Großcontainer**<sup>246</sup>

Länge/Höhe		Länge	Breite	Höhe	Gesamtgewicht	Eigen-gewicht	Lastgrenze
		mm	mm	Mm	kg	kg	kg
40-Fuß-Box	außen	12192	2500	2600	30000	3500	26500
Htt 12 503	innen	12000	2440	2400			
504	außen	12192	2500	2600	30480	3780	26700
	innen	12000	2440	2402			
20-Fuß-Box	außen	6058	2500	2600	20000	2600	17400
Htt 6 252	innen	5900	2440	2400			
253	außen	6058	2500	2600	20000	2300	17700
	innen	5900	2440	2400			
254	außen	6058	2500	2600	24000	2500	21500
	innen	5875	2440	2402			
20-Fuß-Seitenwand	außen	6058	2500	2600	24000	2900	21100
Hg 6 402	innen	5905	2440	2195			
DSB	außen	6058	2500	2600	24000	3100	20900
	innen	5905	2440	2195			

Die Ausführungen der Container variieren je nach Ausgestaltung der Seitenwände, Türen, Böden und des Dachs. Die einzelnen Komponenten eines Containers sind im Anhang (S.

<sup>245</sup>RCA Glossar: <http://www.railcargo.at/de/Kundenservice/Equipment/Container/index.jsp>, Die Außenabmessungen entsprechen einem Modulsystem (Breite immer 8', Länge: 10', 20', 30', 35' oder 40'), Zusammenhang engl. Fuß und metrisches System: 20' ca. 6 m, 40' = 12,192 m, 8' = 2,438 m, 1 Fuß (1') = 12 Zoll (12'') = 30,48 cm, 1 Zoll (1'') = 2,54 cm

<sup>246</sup> ebenda

XIX) ersichtlich. Der Standardcontainer (auch „general purpose container“ genannt) ist ein auf allen Seiten geschlossener Containertyp aus Stahl. Die Türen oder Stirnseiten können aber auch aus Aluminiumblech (in Verbindung mit Verstärkungsprofilen) oder Sperrholz mit faserverstärktem Kunststoff sein. Darüber hinaus sind weitere Varianten mit unterschiedlichen Funktionalitäten vorhanden, siehe dazu Abbildung 17. Die grundlegenden Festigkeitserfordernisse sind in DIN 15190 festgelegt, zusätzlich gibt es Festlegungen hinsichtlich Wandbelastungen, Vertikalbelastungen und Beschleunigungen.<sup>247</sup>

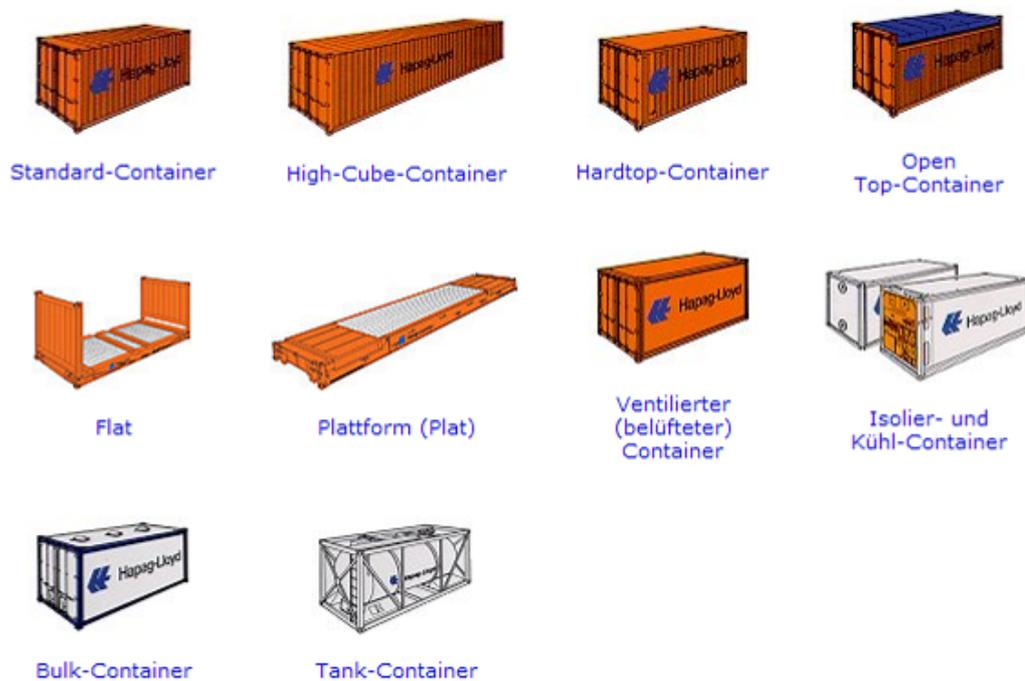


Abbildung 17 Containertypen<sup>248</sup>

Im Bereich der ISO – Container ist ein Trend zu 45 Fuß Containern (auch Wechselbehälter) zu beobachten. Das Problem bei diesem Format ist, dass es weder im Straßenverkehr einsetzbar noch für die Auslastung für Güterwagen optimal ist. Die Eckbeschläge sind gemäß dem 40 Fuß Container angebracht.<sup>249</sup>

**Wechselbehälter**, auch Wechselaufbau (WAB), oder Wechselbrücke genannt, ist ein für den Gütertransport bestimmter Behälter, optimiert auf die Abmessungen von Straßenfahrzeugen, mit Greifkanten für den Umschlag (in der Regel zwischen Straße und Schiene) und mit

<sup>247</sup> Vgl. dazu Hoffmann et al. (2005) S. 71

<sup>248</sup> <http://www.tis-gdv.de/tis/containe/inhalt2.htm> 1. Juli 2007

<sup>249</sup> Siehe auch Wichser (2002) S. MA 5-38ff.

klappbaren Stützfüßen ausgestattet. Ursprünglich konnten solche Behälter in beladenem Zustand nicht gestapelt oder an den Eckbeschlägen gekrant werden, mittlerweile ist dies möglich und in Normen festgeschrieben (siehe dazu weiter unten). Derartige Behälter benötigen für den Bahntransport eine UIC-Zulassung.<sup>250</sup> In Deutschland werden diese Behälter am häufigsten im KV eingesetzt. Es sind zwei Größenklassen (A und C) verfügbar. Zu den Standardabmessungen nicht stapelbarer Wechselbehälter siehe Tabelle 10.

**Tabelle 10 Wechselbehälter, technische Dimensionen<sup>251</sup>**

Klasse	Länge [m]	Max. Breite [m]	Höhe [m]	Max. Gesamtgewicht [t]	Längsabstand der Beschläge [mm]	Längsabstand der Greifkanten [mm]
C	7,15 7,45 7,82	2,50 2,60	2,67	16	2853 (= 20' ISO-Container)	4876
A	12,192 12,50 13,60	2,50 2,60	2,67	34	11985 (= 40' ISO-Container)	4876

Im Jahr 2005 wurde eine Vornorm für die DIN CEN/TS 14993, mit dem Titel „Wechselbehälter für den kombinierten Verkehr - Stapelbare Wechselbehälter Typ A 1371 - Abmessungen, Konstruktionsanforderungen und Prüfung“ erstellt. Dabei handelt es sich um stapelbare, per Top-Lift an den oberen Eckbeschlägen umschlagbare, europalettengerechte Boxen, die sich multimodal per Lkw, Bahn, Binnenschiff sowie im Kurzstreckenseeverkehr befördern lassen. Das Gewicht (maximale Gesamtmasse) ist von 32500 kg bis 34000 kg definiert. Für den stapelbaren Wechselbehälter Typ C (745-S16) ist die Norm CEN/TS 13853 in Vorbereitung, diese wird aber derzeit vom Markt nicht angenommen, da nach wie vor unterschiedliche Festigkeitswerte (und damit Unterschiede in der Stapelbarkeit) erreicht werden. Die Masse (Gesamtgewicht) ist mit 16 t festgelegt. Die EN 284 umfasst „Nicht stapelbare Wechselbehälter der Klasse C – Maße und allgemeine Anforderungen“.<sup>252</sup>

**Sattelanhänger**, auch Sattelaufleger genannt, ist ein „motorloses Fahrzeug für den Güterverkehr, das dazu bestimmt ist, so an ein Sattelzugfahrzeug angekuppelt zu werden, daß ein wesentlicher Teil seines Gewichtes und seiner Ladung von diesem Kraftfahrzeug getragen wird.“<sup>253</sup> Für die Manipulation mit vertikalen Umschlaggeräten hat eine Adaptierung (in Form einer Versteifung des Rahmens, klappbarer Unterfahrschutz und Greifkanten, das sind

<sup>250</sup> UN/ECE (2001) S.50 sowie RCA Glossar

<sup>251</sup> SCI S. 39

<sup>252</sup> SGKV (2005) S. 36

<sup>253</sup> UN/ECE (2001) S.37 9. September 2007

seitliche Einsprünge mit genormten Abmessungen in die Greifarme des Lastaufnahmemittels eingelegt werden können<sup>254</sup>) der Sattelanhänger zu erfolgen, um diese kranbar zu machen (siehe Abbildung 18).



Abbildung 18 Kranbarer Sattelanhänger<sup>255</sup>

Sattelanhänger gibt es in unterschiedlichen Ausführungen, hier sollen die Modelle Mega-Trailer und Jumbo-Trailer gezeigt werden, da diese vor allem in der Zukunft verstärkt zum Einsatz kommen werden und auch Anstöße für neue Innovationen bei Taschenwagen (siehe Punkt 3.5.3) induzieren. Die Entwicklungen des Transportbehälters Sattelanhänger obliegen allerdings dem Straßenfahrzeugbau und finden daher in dieser Arbeit keine besondere Berücksichtigung.

Der Megatrailer (siehe Abbildung 19) ist ein Trailer mit 3 m Innenhöhe und ca. 4 m Gesamthöhe mit Ladevolumen von ca. 100 m<sup>3</sup>.<sup>256</sup> Jumbotrailer<sup>257</sup> sind gekröpft, d.h. die Ladefläche ist nicht auf einer Ebene und daher nicht durchgängig mit Gabelstapler befahrbar.

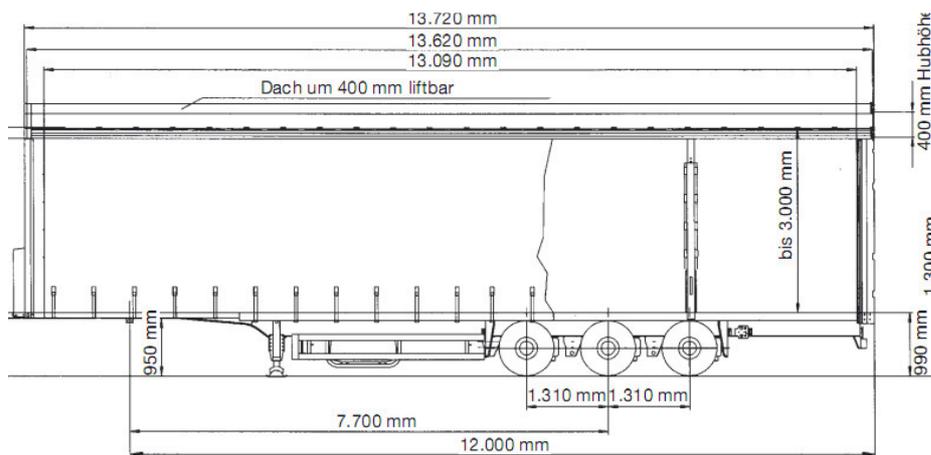


Abbildung 19 Mega Trailer - Sattelanhänger<sup>258</sup>

<sup>254</sup> Vgl. Scheffler (1998) S. 49f.

<sup>255</sup> UIRR (2004)

<sup>256</sup> Siehe z.B. <http://trailerlloyd.de/index.php?id=52> 9. September 2007

<sup>257</sup> Siehe z.B. <http://www.continent.it/GE/content.aspx?SE=1&CID=10049> 9. September 2007

<sup>258</sup> [http://www.cargobull.com/de/S.CS+MEGA\\_39\\_60.html](http://www.cargobull.com/de/S.CS+MEGA_39_60.html) 1. Juli 2007

Die Richtlinie 96/53/EG legt die höchstzulässigen Abmessungen für bestimmte Straßenfahrzeuge im innerstaatlichen und grenzüberschreitenden Verkehr fest.<sup>259</sup> Die maximale Breite für alle Fahrzeuge ist 2,55 m, die maximale Höhe 4 m und die Gesamtlänge für Sattelkraftfahrzeuge ist mit 16,50 m definiert. Das höchstzulässige Gesamtgewicht (auf der Straße) beträgt 40 t (bzw. 44 t) für 40 Fuß ISO-Container. Davon abweichend sind größere Fahrzeuge in Skandinavien und den Niederlanden im Einsatz, auch diese Abweichung in den Hoheitsgebieten ist in dieser Richtlinie festgelegt. Sogenannte EuroCombi<sup>260</sup> oder Gigaliner mit einer Länge bis zu 25,25 m und einem Gesamtgewicht von bis zu 60 t werden vermehrt auch für den gesamteuropäischen Einsatz diskutiert. Eine derartige Entwicklung hätte gravierende Auswirkungen auf den KV, z.B. auf Taschenwagen, Fahrwegdimensionierungen in Terminals etc., sowie den Modal Split.<sup>261</sup> Es ist auch anzumerken, dass eine Verbreiterung der Straßenfahrzeuge (soweit in der Straßeninfrastruktur möglich) mit den Gegebenheiten der Schieneninfrastruktur (vor allem mit dem vorgegebenen Lichtraumprofil) nicht vereinbar ist.

Ganze Lastzüge werden im begleiteten KV mit Hilfe von Niederflurwaggons transportiert; dies ist aber, wie einleitend abgegrenzt, nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

**Abrollcontainer** sind die Transportbehälter des Abrollcontainertransportsystems (ACTS); dieses bimodale Umschlagsystem wird unter Punkt 3.4.3 beschrieben. ÖNORM V 5727:2000 08 01 beinhaltet Abmessungen und technische Anforderungen der Wechsellader-Einrichtung (am Straßenfahrzeug) und von Abrollbehältern. Der Abrollbehälter kann als Pritsche, Behälter und Koffer (und dergleichen) ausgeführt sein. Es sind zwei außenliegende Rollen (je 10 t Belastbarkeit) sowie ein Aufnahmebügel für Haken und Kette anzubringen, die einer Mindestbeanspruchung von 150 kN (bei 26 t zulässiger Gesamtmasse) bzw. 240 kN (für 32 t zulässige Gesamtmasse) standhalten müssen. Es werden Gesamtlängen von 4400 bis 6900 mm angegeben. DIN 30722 Teil 1 bis 3 gibt ähnliche Informationen zu Abrollkipperfahrzeugen und Abrollbehälter mit 12 t, 26 t und 32 t. Teil 4 nimmt explizit auf die Beförderung auf Straße und Schiene Bezug. Dabei müssen die technischen Anforderungen so erfüllt sein, dass sich die Außenmaße innerhalb der entsprechenden Lademaße befinden.

---

<sup>259</sup> Siehe auch Wichser (2002) S. TF 5-21f.

<sup>260</sup> Siehe z.B. <http://de.wikipedia.org/wiki/EuroCombi> 12. September 2007

<sup>261</sup> Vgl. K+P (2006) sowie <http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Publi/Mega-Trucks-brochure-200707-de.pdf> und <http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Press/070719%20joint%20press%20release%20gigaliner-de.pdf> 24. September 2007

Für besondere Einrichtungen, wie Eckbeschläge, Greifkanten etc. sind die UIC Merkblätter zu beachten. Das Eigengewicht des Abrollcontainers liegt (je nach Ausführung) beispielsweise bei 2150 kg<sup>262</sup>.

Der Umschlagvorgang erfolgt mittels Teleskop-Knickarm mit Haken oder Kettenförderer. Die Umschlagseinrichtungen sind am LKW angebracht. Die verwendeten Spezialgüterwagen sind mit ausdrehbaren Dreharmen ausgestattet, die die Rollen des Abrollcontainers aufnehmen.

Abrollcontainer werden in unterschiedlichen Ausführungen verwendet und hergestellt, die neueren Innovationen sind unter Punkt 3.3.3 ersichtlich. Das Abrollcontainersystem (ACTS) wird vorwiegend im Baustellen- und Recyclingbereich eingesetzt.

### 3.3.3 Innovative Systeme

Die nun vorgestellten innovativen Technologien zeigen die Anwendungen der vorher beschriebenen Tendenzen im Bereich Transportbehälter; dies sind Entwicklungen im Hinblick auf das Containereigengewicht und spezielle Kundenanforderungen.

Die Technologien werden anhand einer graphischen Darstellung, des Zwecks, technischer Details, Ressourcenbedarf und Referenzen bzw. Hinweis zu den Herstellern dargestellt. Unter neue Produktentwicklungen wird auf die wesentliche Innovation hingewiesen. Die Informationen und Bilder entstammen aus den angegebenen Herstellerreferenzen.

CONTAINER – EIGENGEWICHT (1)	
Bild	
Referenzen /Hersteller	z.B. Cobra Containers, Transsystems, Instituts für Beratung, Forschung, Systemplanung, Verpackungsentwicklung und -prüfung
Zweck	Reduktion des Containereigengewichts mittels Simulationsmethoden und Identifikation möglicher Einsparungspotentiale
Technische Details	FEM Analyse
Ressourcenbedarf	Forschungs- und Entwicklungsaufwand, eventuell neue Produktionstechnologien
Neue Produktentwicklungen	Neue Container mit geringerem Eigengewicht.

<sup>262</sup> Vgl. <http://www.sirch.com/container.htm>

**CONTAINER – EIGENGEWICHT (2) - MULTIFUNKTIONSCONTAINER**

Bild	
Referenzen /Hersteller	Uni Leoben, Transsystems, Montan Spedition <a href="http://www.simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/InnovationenContainerlogistik.pdf">http://www.simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/InnovationenContainerlogistik.pdf</a> Aluminium als Containermaterial: <a href="http://www.nordic-bulkers.se/">http://www.nordic-bulkers.se/</a>
Zweck	Container zum multifunktionellen Einsatz durch zahlreiche Be- und Entladungsmöglichkeiten für Schütt- und Stückgut sowie geringes Eigengewicht durch Materialinnovationen
Technische Details	Tara 4,2 t (Reduktion um 1,0 t)
Ressourcenbedarf	Analyse der Kundenanforderung, der Produkthanforderungen und des Materials
Neue Produktentwicklungen	Multifunktionscontainer mit geringem Eigengewicht

**STAPELBARE und ZUSAMMENKLAPPBARE WECHSELBEHÄLTER**

Bild	
Referenzen /Hersteller	<a href="http://www.zapprtrans.de/grafik/system1.jpg">http://www.zapprtrans.de/grafik/system1.jpg</a>
Zweck	Geringer Lager- und Transportaufwand von nicht verwendeten Wechselbehältern

**ABROLLCONTAINER ALS TRANSPORTCONTAINER**

Bild	
Referenzen /Hersteller	<a href="http://www.werner-weber.com/produkte_details.asp?id=48&amp;lang=1">http://www.werner-weber.com/produkte_details.asp?id=48&amp;lang=1</a>
Zweck	Transport von Stückgut mittels ACTS Technik
Technische Details	Zweiflügelige Türe an der Rückwand
Ressourcenbedarf	Anwendung des Abrollcontainersystems

Zusätzlich zur Verwendung des Abrollcontainers für Stückguttransport werden Abrollcontainer mit geringerem Eigengewicht entwickelt. Halbhohe Abrollcontainer bieten den Vorteil, dass schweres Ladegut gemeinsam mit einem leeren halbhohen Container transportiert werden kann.<sup>263</sup>

<b>ZUSAMMENFALTBARER CONTAINER</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	Smart Box <a href="http://www.new-logistics.biz">http://www.new-logistics.biz</a> <a href="http://www.new-logistics.biz/new-logistics/swf/smartbox_internet2.avi">http://www.new-logistics.biz/new-logistics/swf/smartbox_internet2.avi</a>
Zweck	Schüttgut leicht manipulieren und Containervolumen bei Leertransport reduzieren
Technische Details	Toploader für Schüttgut kann mit einem Gabelstapler über ein Drehgerät manipuliert werden und gegen den Boden zusammengefaltet werden.
Ressourcenbedarf	Gabelstapler, 4fach stapelbar für Volumen eines aufgeklappten Containers
Neue Produktentwicklungen	Falttechnik

Im Rahmen der Expertengespräche hat sich herausgestellt, dass der zusammenfaltbare Container der Vorläufer des folgenden Faltbehälters war und nun eine Weiterentwicklung nicht mehr verfolgt wird. Der Vollständigkeit wegen wird dieser Container dennoch an dieser Stelle genannt.

<b>FALTBEHÄLTER</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	<a href="http://www.innofreight.com/_innofreight/2_produkte/innofold.php">http://www.innofreight.com/_innofreight/2_produkte/innofold.php</a>
Zweck	Schüttguttransport, faltbar im leeren Zustand. Öffnen und Schließen des Behälters mittels Gabelstapler (Gabelzinke).
Technische Details	Behältervolumen: 41m <sup>3</sup> - Spezialinlet Behältergesamtgewicht: 23 t Tara: 2,9 t Höhe: KV-Profil C45 Länge 20ft, Breite 2.550 mm
Ressourcenbedarf	Gabelstapler
Neue Produktentwicklungen	Rahmenkonstruktion, Falttechnik

<sup>263</sup> Zu weiteren Produktdetails siehe auch <http://www.sirch.com/aktuell.htm>

<b>CONTAINER FÜR HOHE SICHERHEITSANFORDERUNGEN</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	CakeBoxx, <a href="http://www.cakeboxx.com/_img/open-pipes.jpg">http://www.cakeboxx.com/_img/open-pipes.jpg</a>
Zweck	Container zum sicheren Transport des Ladegutes in einem Container ohne Türen
Technische Details	2 Teile: Bodenplatte, Deckelkomponenten (Seitenwände und Top). Die Verbindung erfolgt über eine Einrast-Verriegelung, die Deckelkomponenten können mittels Kran und (Reach) Stacker abgehoben werden.
Ressourcenbedarf	Reach-Stacker, Kran
Neue Produktentwicklungen	Verschlussmechanismus, Komponenten

Die dargestellten Innovationen stellen einen Auszug aus den Tendenzen in der Transportbehälterentwicklung dar. Die Anforderungen an die Funktionalität, technische und ökonomische Kriterien sowie Normen werden erfüllt. Der Trend zu geringem Eigengewicht und an den Kundenanforderungen orientierten Behältern ist klar zu erkennen. Bezüglich der zusammenklappbaren Varianten ist anzumerken, dass der angestrebte geringe Platzbedarf bei Leerfahrten wünschenswert ist, aber kein Thema wäre, wenn das logistische Konzept so gewählt würde, dass es keine Leerfahrten gäbe.

Der Einsatz von Simulationsmethoden (FEM - siehe vorher) und neuen Materialien werden die zukünftige Entwicklung von Transportbehältern im KV prägen. Darüber hinaus werden Anstrengungen auf europäischer Ebene und Entwicklungen im Straßengüterverkehr weitere Maßstäbe setzen und Rahmenbedingungen für Innovationen vorgeben.

Aus den Ergebnissen der Expertenbefragung lassen sich folgende Aussagen ableiten. In Tabelle 11 Ranking sind die betrachteten Transportbehälter gemäß dem bewerteten Innovationsgrad aufgelistet, als zusätzliche Information ist der Rang bezüglich Gesamtnutzen und Rentabilität ersichtlich.

**Tabelle 11 Ranking Transportbehälter**

Gewichteter Durchschnitt	Innovationsgrad	Ranking Gesamtnutzen	Ranking Rentabilität
Container Eigengewicht (2)	4,13	1	1
Container für hohe Sicherheitsanforderungen	3,58	5	5
Stapelbare Wechselbehälter	3,47	3	3

Faltbehälter	3,38	6	6
Container Eigengewicht (1)	3,24	2	2
Abrollcontainer als Transportcontainer	3,07	4	4

Grundsätzlich lässt sich daraus ableiten, dass ein großes Augenmerk auf das Eigengewicht des Transportbehälters gelegt wird. (Anmerkung: Container Eigengewicht (1) ist im Innovationsgrad nicht so ausgeprägt, die Experten schätzen diesen gewichtsoptimierten Container bezüglich Gesamtnutzen und Rentabilität hoch ein.) Die Aufteilung in allen betrachteten Dimensionen (siehe dazu Abbildung 20) ist sehr gleichmäßig.

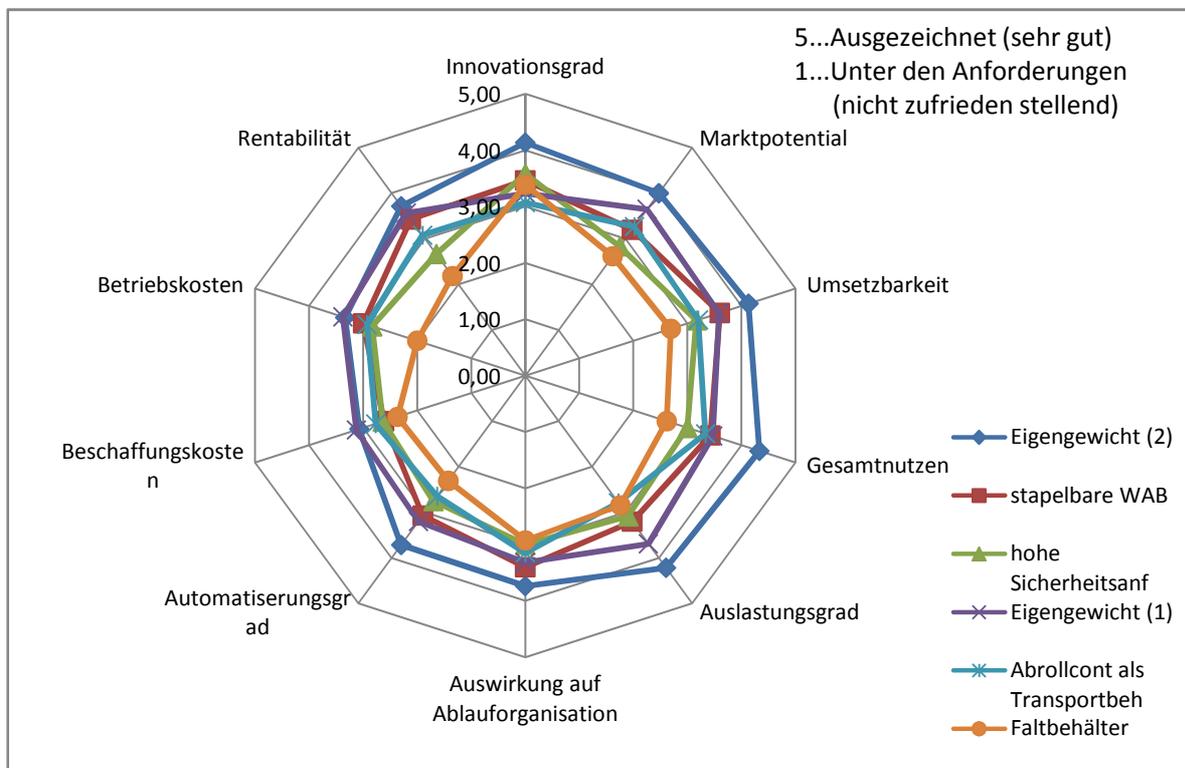


Abbildung 20 Bewertungsdimensionen für Transportbehälter

Zu den detaillierten Zahlen der Auswertung im Bereich Transportbehälter siehe Anhang S. XIX ff.

### 3.4 Umschlagtechnik

In diesem Abschnitt werden Umschlagtechniken für den KV vorgestellt, die an der Schnittstelle zwischen Hauptlauf und Vor- bzw. Nachlauf, d.h. beim Umschlag des Transportbehälters von der Straße auf die Schiene respektive umgekehrt, eingesetzt werden.

### 3.4.1 Anforderungen

Umschlagsequipment sollte hohe Zuverlässigkeit sowie geringe Beschaffungs- und Betriebskosten aufweisen, schnellen Umschlag ermöglichen und vor allem (beim Aufnehmen und Abgeben des Transportguts) sicher die Umschlagsfunktion erfüllen.<sup>264</sup> Die Einsatzzeiträume sind sehr unausgeglichen, mit Kapazitätsspitzen in der Früh (Verteilung der Güter), und am Abend (Auflieferung der Güter zum Nachtsprung).<sup>265</sup> Durch diese ungleichmäßige Verteilung ist es schwer eine optimale Auslastung zu wählen.

Die Umschlagtechnik ist Teil der Fördertechnik. Fördermittel werden in Stetig- und Unstetigförderer eingeteilt. Letztere umfassen unter anderem die Maschinengruppen Hebezeuge, Krane, Aufzüge, Flurförderzeuge. Im KV werden hauptsächlich der Portalkran (Kran) und der Greifstapler/Reachstacker (Flurförderzeug) als konventionelle Umschlaggeräte eingesetzt.

Schon bei Konstruktion und Entwicklung wird auf grundlegende Anforderungen geachtet, die die Vielfalt des Angebotes an unterschiedliche Umschlaggeräte wiedergeben und Auswahlkriterien für den Nutzer bieten; dies sind:<sup>266</sup>

- Funktionalität (Förderaufgabe, Steuerung, Regelung, Automatisierung, Energiebedarf, Umweltbeeinflussung)
- Technologie und Fertigung (Werkstoffe, Genauigkeitskriterien, Qualitätssicherung)
- Belastungsnachweise, Standsicherheitsnachweis, Gesamtlebensdauer
- Montage, Demontage, Wartung
- Wirtschaftlichkeit, Optimierung
- Sicherheit (Behördliche Vorschriften und Sicherheitsnormen, Unfallverhütung, Umweltbeeinflussung)

Bezogen auf die Funktionalität von Umschlaganlagen sind höhere Umschlaggeschwindigkeiten, niedrige Umschlagskosten, notwendiger Schwingungsausgleich, Automatisierungspotential, Bedienung mehrerer Gleise und ev. Umschlag unter dem Fahrdrat zu beachten.<sup>267</sup>

Die bisher genannten Anforderungen kann man auf alle Umschlagtechniken im KV beziehen. Die nun folgenden Auswahlkriterien sind vor allem für kranbasierte Technologien anwendbar.

---

<sup>264</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 33f.

<sup>265</sup> Zur Tagesganglinie eines Terminals siehe Siegmann und Tänzler (1996) S. 35 sowie Loderbauer (1996) S.

111

<sup>266</sup> Vgl. Hoffmann et al. (2005) S.15f.

<sup>267</sup> Vgl. Unselt (2007) sowie von Ballestrem (1996) S. 139

- Schienengebunden oder bereift (Bereifung: Luft-, Superelastik-, Vollgummi- oder Kunststoffreifen)
- Fahrtrieb: Elektromotor, Verbrennungsmotor, Hybridantrieb
- Trag- und Steigungsfähigkeit, Leistung, Fahrgeschwindigkeit, Ergonomie, Wartung...
- Bauform: Drei- oder Vierradbauweise
- Lenksystem und Lenkart
- Bedienart: fahrerbedient/automatisch, Mitgänger-/Mitfahrerbetrieb, Stand oder Sitz

Die Leistungsfähigkeit von Flurförderfahrzeugen wird durch folgende Faktoren beeinflusst:  
268

- Starkes Beschleunigungsvermögen
- Schneller Wechsel der Fahrtrichtung
- Gute Wendigkeit durch enge Radien
- Fahrgeschwindigkeit einfach und stufenlos stellen
- Steuerung und Beanspruchung an Fahrtriebe hoch!
- Umwelt so wenig wie möglich belasten (Lärm, Abgase...)

Als Antriebe kommen elektrische-, hydraulische-, pneumatische Antriebe und ein Antrieb durch Verbrennungsmotoren in Frage. Letzteres wird vor allem in jenen Bereichen eingesetzt, wo ein Betrieb unabhängig vom Netz erwünscht ist. Die Auswahl richtet sich nach der Betriebskennlinie der Maschine, der Benützungshäufigkeit und der vorhandenen Energiequellen.<sup>269</sup> Bei Flurförderfahrzeugen werden batterieelektrische oder kraftstoffgespeiste (mit Verbrennungsmotor) Fahrtriebe eingesetzt. Es hat jede Gruppe ihre spezifischen Vor- und Nachteile, die es für den jeweiligen Einsatz abzuwägen gilt. Grundsätzliche Unterscheidungsmerkmale sind, dass elektrische Antriebe einen höheren Wartungsaufwand und geringere Leistungsmerkmale aufweisen. Im Gegensatz dazu haben Verbrennungskraftmotoren höhere Abgasemissionen und Geräuschentwicklung.<sup>270</sup> Nachdem bei der Umschlagsleistung im KV eine höhere Fahrgeschwindigkeit (mit Nutzlast) verlangt wird, wird vermehrt der Verbrennungsmotor als Antrieb eingesetzt.

Zusätzlich sind einsatzbezogene und vorschriftbezogene Auswahlkriterien zu beachten (siehe Tabelle 12 )

---

<sup>268</sup> Scheffler et al. (1998) S. 331

<sup>269</sup> Vgl. Hoffmann et al. (2005) S. 163ff.

<sup>270</sup> Zu einer detaillierten Gegenüberstellung der Antriebe siehe Scheffler et al. (1995) S. 357ff.

**Tabelle 12 Auswahlkriterien für kranbasierte Umschlaggeräte<sup>271</sup>**

<b>Einsatzbezogene Auswahlkriterien</b>	<b>Vorschriftsbezogene Auswahlkriterien</b>
Einsatzbedingungen (Arbeitsumgebung): Fahrbahnverhältnisse, Bodenbeschaffenheit, Umgebung	Unfallverhütungsvorschriften, Normen, Richtlinien, ...
Auslastung des Flurförderzeuges, Einsatzzeit	Sicherheit am Fahrzeug: Schutzdach, Lastschutzgitter, Sichtverhältnisse
Finanzierung und Kosten: Beschaffungskosten (Kauf, Miete, Leasing...), Betriebskosten (Personaleinsatz, Betriebsmittel etc.)	Sicherheit für den Betreiber: Rammschutz, Eckschutz, eigener Verkehrsweg, Gegenverkehr
Für Stapler: Arbeitsgangbreite, Stapelfähigkeit des Transportgutes, Beschaffenheit des Lagers..	Sicherheit beim Fahren: Führerschein, physischer Zustand

Eine derartig umfangreiche Evaluierung der Voraussetzungen und Anforderungen an die Umschlagtechnik gewährleistet die richtige Wahl für den Verwendungszweck.

Die Umschlagstätigkeit kann im Rahmen eines Terminals erfolgen, oder auch ohne Terminalinfrastruktur (zu diesen Technologien siehe Punkt 3.4.3).

**Umschlagterminals** sind die Umschlagpunkte des KV zwischen der Bahn und anderen Verkehrsträgern und erfordern eine gute Anbindung aller relevanten Verkehrsträger sowie zweckmäßige Verkehrsanlagen zur Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Umschlags (mit geeigneter Umschlagtechnik) sowie des Vor- und Nachlaufes. Flächen für die Zwischenlagerung umzuschlagender Ladeeinheiten und Anlagen sowie Gebäude für die Administration, Abwicklung und das Service dienen als Grundlage für die Leistungserbringung.<sup>272</sup> Eine zentrale Anforderung für den Gesamtprozess des KV ist die Kapazität des Terminals sowie der Netzwerkeffekt<sup>273</sup>, der sich durch die Aufteilung und das Vorhandensein von Terminals einstellt. Um den Anforderungen als umfassende Logistikdienstleister gerecht zu werden, werden **Güterverkehrszentren** entwickelt. Diese umfassen räumlich zusammengefasst selbständige Unternehmen, die im Güterverkehr tätig sind (z.B. Spediteure, Versender, Frachtführer, Zoll) und ergänzenden Dienstleistungen anbieten (wie z.B. Lagerung, Wartung, Reparatur, Reinigung) und in deren Gelände sich mindestens ein Terminal befindet.<sup>274</sup>

Als Konzept, dass das Rangieren von Zuggarnituren obsolet macht (womit auch die Diskussion über automatische Mittelpufferkupplungen obsolet ist – siehe Punkt 3.5.1), wird vermehrt das **Gateway Konzept** umgesetzt (z.B. in Wels). Dabei werden direkt die

<sup>271</sup> Vgl. Hoffmann et al. (2005) S.15f.

<sup>272</sup> Vgl. Ostermann (2007) 6. Einheit S. 40ff. sowie Loderbauer (1996) S.30 ff., 107 ff. und Müller et al. (1996) S. 84

<sup>273</sup> Zur Terminalstruktur in Österreich und Deutschland siehe Anhang S. XXI

<sup>274</sup> Vgl. UN/ECE (2001) S. 57

Ladeeinheiten von einem Güterwagen auf den anderen umgeschlagen, wodurch auch unterschiedliche Produktionsformen (vgl. Punkt 2.5) einfach umgesetzt werden können.

Bei der Neukonzeption von Terminalanlagen werden häufig automatische Schnellumschlaganlagen eingesetzt, um durch ein hohes Maß an Automation eine große Umschlagsleistung zu erzielen.<sup>275</sup> Zur Betrachtung von Material- und Informationsflüssen werden Computersimulationen durchgeführt, die auch Prozesse sichtbar machen und Optimierungspotential erkennen lassen.<sup>276</sup>

Das Ziel der Umschlagtechnik im KV muss sein, einen reibungslosen Umschlag aller im KV eingesetzten Transportbehälter zu ermöglichen; dies muss sich auch auf neue Entwicklungen im Bereich Sattelanhänger beziehen. Man muss möglichst alle Ladungseinheiten einfach umschlagen können, um sie leicht mit mehreren Verkehrsträgern transportieren zu können.

### 3.4.2 Standardprodukte

Hier werden die derzeit am meisten verwendeten Umschlaggeräte im KV vorgestellt, dies sind vor allem der Portalkran und der Greifstapler (Reach Stacker). Darüber hinaus gibt es speziell für den KV entwickelte bimodale Umschlagtechniken.

Die Einteilung erfolgt entweder nach der Verlagerichtung der Ladeinheit in horizontal und vertikal oder nach dem Einsatz der Umschlagrichtung in „kranbasiert“ oder „kranfrei“, d.h. bimodal.<sup>277</sup>

Als Lastaufnahmemittel bei vertikalen Umschlagstechnologien dient der Spreader (das Containergeschirr). Dieses spezielle Anschlagmittel für Container<sup>278</sup> besteht aus einem Rahmen, an dessen Ecken Drehzapfen gelagert sind. Die Bauformen unterscheiden sich je nach der Aufnahmefähigkeit und den Anforderungen an die Tragmittel. Unterscheiden lassen sich Festspreader, Wechselspreader (z.B. Mutter-Tochter-System) und Teleskopspreader (Universalspreader).<sup>279</sup> Spreader können zusätzlich mit Greifarmen<sup>280</sup> für Wechselbehälter

---

<sup>275</sup> Versuchsanlagen in Deutschland siehe Berndt (2001) S. 34ff.

<sup>276</sup> Als Beispiel siehe SimConT - Simulation von Binnenland-Container-Terminals unter <http://simcont.net/index.php?id=6>, Darstellung einer Umsetzung von Informationsflüssen im Terminal siehe Altman et al. (2006) S: 328

<sup>277</sup> Vgl. dazu auch UIRR (2000a) S. 157 sowie S. 162ff.

<sup>278</sup> Vgl. Hoffmann et al. (2005) S.s 51f.

<sup>279</sup> Vgl. dazu Scheffler (1998) S. 50ff.

<sup>280</sup> Vgl. dazu Scheffler (1998) S. 53

(ohne Eckbeschläge) und Sattelanhänger ausgestattet sein, die die Transportbehälter an der Unterseite aufheben, indem sie in die unteren seitlichen Schienen greifen. Die sogenannte Drehverriegelung (engl. Twistlock) ist ein Standardmechanismus auf Umschlagseinrichtungen, der in den Eckbeschlag eines Transportgefäßes eingeführt und verriegelt wird, und auch auf Fahrzeugen zur Befestigung verwendet wird.<sup>281</sup>

Die verschiedene Techniken, die zur Auswahl stehen sind:<sup>282</sup> Hubwagen (Portal- und Bügelhubwagen), Stapler (Front-, Seiten- und Teleskopstapler) und Krane (Brücken- und Portalkran). Im Rahmen dieser Arbeit werden die Technologien Portalkran, Greifstapler, Portalhubwagen/Portalstapler beschrieben.<sup>283</sup>

Ein **Portalkran**<sup>284</sup> ist ein Hebegerät für den Vertikalumschlag, das die Ladespuren durch ein auf seitlichen Stützen montiertes Portal überbrückt. Diese Stützfüße können auf Schienen oder mittels Reifen, üblicherweise auf einem begrenzten Raum, bewegt werden. Die Ladung kann in den drei Dimensionen der Höhe, Breite und Länge bewegt werden. Portalkrane sind Krane mit portalartigem Traggerüst und unterscheiden sich in der Form der Bedienung, Brückenbauweise, Stützenausführung (ein oder zwei) und der Befestigung sowie Beweglichkeit (längs-, quer-, ortsfest- oder fahrend). Im KV kommt die Container-Verladebrücke<sup>285</sup> zum Einsatz, die sich durch einen Spreader als Lastaufnahmemittel und einer Drehlaufkatze<sup>286</sup> kennzeichnet. Die wesentlichen technischen Merkmale eines Portalkranes sind die Tragfähigkeit und Massen (am Spreader), die Schwerlast (am Rollenrahmen) und die Spannweite. Zu den Leistungskriterien zählen Geschwindigkeit (Hubgeschwindigkeit, Kranfahrgeschwindigkeit und Katzfahrgeschwindigkeit) sowie die zu Verfügung stehenden Leistungen (in kW).

Der **Greifstapler** (Reach Stacker, Teleskopstapler)<sup>287</sup> ist ein flurfahrbares Containerumschlagmittel, das sich durch teleskopierbare Ausleger (bzw. Hubmast) und eine

---

<sup>281</sup> Vgl. UN/ECE (2001) S. 53

<sup>282</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 33f.

<sup>283</sup> Zum Vergleich der Umschlagsysteme nach Technik im KV und Umschlagsdauer siehe Loderbauer (1996) S. 28 ff.

<sup>284</sup> Vgl. UN/ECE (2001) S. 65 sowie Martin (2006) S: 215 sowie Hoffmann (2004) S. 50ff.

<sup>285</sup> Vgl. Hoffmann et al. (2005) S. 51ff.

<sup>286</sup> Laufkatzen bestehen aus Hubwerken und Fahrwerken, die auf einem gemeinsamen Rahmen (oder in Blockbauweise) miteinander verbunden sind, siehe dazu Scheffler (1998) S: 78

<sup>287</sup> Vgl. UN/ECE (2001) S. 66 sowie Scheffler (1998) S. 407f.

große Gegenmasse<sup>288</sup> auszeichnet. Zur Lastaufnahme dient ebenfalls ein Spreader. Die Ladung wird vertikal gehoben und mit der Fahrbewegung an die gewünschte Position gebracht, wobei die Stapelmöglichkeit der Container (entspricht auch der Reichweite des Teleskoparmes) je nach Ausführung verschieden ist. Technische Merkmale eines Greifstaplers umfassen die Tragfähigkeit, das Gesamtgewicht, Reichweite des Teleskoparmes, Raddurchmesser und Wenderadius, Außenabmessungen, den Antrieb sowie die Ausgestaltung der Fahrerkabine.

**Portalstapler**<sup>289</sup> (Portalhubwagen, Straddle Carrier) ist ein Hebegerät auf Gummireifen für den Vertikalumschlag, das Bewegen oder Stapeln von Containern auf einer ebenen und befestigten Fläche. Der Transportbehälter wird überfahren und innerhalb des portalartigen Rahmens aufgenommen. Das Tragwerk ist als Doppelportal (verbunden durch Längsträger) ausgebildet, um die Last innerhalb der Radbasis aufnehmen zu können. Es wird eine gewisse Anzahl von Rändern angetrieben, aber alle Räder werden gelenkt, wodurch die Wenderadien klein bleiben. Die technischen Merkmale sind ähnlich jener von Portalkran und Greifstapler.

Je nach Art und Umfang des Umschlages erweist sich der Portalkran oder der Greifstapler als vorteilhafter. Meisten werden beide Technologien parallel eingesetzt, um die unterschiedlichen Aufgaben beim Terminalbetrieb zu erfüllen. Flurfahrbare Fördermittel sind mobiler einsetzbar als schienengebundene. Andererseits kennzeichnen sich erstere durch höhere Unfallgefahren, höheren Wartungs- und Instandhaltungsaufwand und weniger Automatisierbarkeit aus.<sup>290</sup>

Wenn keine Terminalinfrastruktur zur Verfügung steht werden horizontale und bimodale Umschlagtechniken eingesetzt (mehr dazu siehe Punkt 3.4.3). An dieser Stelle sollen noch Container-**Kraneinrichtungen**<sup>291</sup> (Kranmobil von Klaus Transportsysteme) als Standardprodukte erwähnt werden. Wichtig bei dieser Technologie sind das große Kippmoment, das vom Fahrzeug aufgenommen werden muss, und die Reichweite des Auslegers.

---

<sup>288</sup> Zur Standsicherheit von Greifstaplern siehe z.B. Scheffler et al. (1998) S. 402ff.

<sup>289</sup> UN/ECE (2001) S. 66 sowie Scheffler (1998) S. 408ff.

<sup>290</sup> Vgl. Scheffel (1998) S. 406

<sup>291</sup> Vgl. Scheffel (1998) S. 409f.

### 3.4.3 Innovative Systeme

Im Folgenden werden die Weiterentwicklungen der oben genannten Standardtechnologien betrachtet sowie die horizontalen Umschlagtechniken wie Seitenlader, ACTS (Abrollcontainer Transport System), NEHTS (Neuweiler Tuchschild Horizontal System), Mobiler, MCC (Mobile Container Converter), Modalohr, Cargo Speed, Cargo Beamer, Flexiwaggon und selbstentladener Tragwagen. Zusätzlich werden die Systeme Twin Spreader und ISU (Innovativer Sattelumschlag) als innovative Lastaufnahmegeräte vorgestellt.

Die Technologien werden anhand einer graphischen Darstellung, des Zwecks, technischer Details, Ressourcenbedarf und Referenzen bzw. Hinweis zu den Herstellern dargestellt. Unter neue Produktentwicklungen wird auf die wesentliche Innovation hingewiesen. Die Informationen und Bilder entstammen aus den angegebenen Herstellerreferenzen. Anhand dieser kurzen Darstellung wird versucht die wesentlichen Eigenschaften für den KV herauszuarbeiten.

<b>PORTALKRAN</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	Kalmar, Liebherr, Mafo etc. <a href="http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020828">http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020828</a>
Zweck	Vertikalumschlag am Terminal Verschiedene Top-Spreader ermöglichen Container und Sattelanhänger-Umschlag
Technische Details	Kranfahrgeschwindigkeitsbereich 70/130 m/min Unterschiedliche Ausführungen
Ressourcenbedarf	Je nach Ausführung unterschiedlich
Neue Produktentwicklungen	Räder statt schienengebunden; Stromversorgung direkt am Gerät

**REACH STACKER / GREIFSTAPLER**

Bild	
Referenzen /Hersteller	Kalmar, Lieberherr, Mafo etc. <a href="http://www.kalmarind.com/show.php?id=1019727">http://www.kalmarind.com/show.php?id=1019727</a>
Zweck	Mobiler Vertikalumschlag am Terminal Verschiedene Top-Spreader ermöglichen Container und Sattelanhänger-Umschlag
Technische Details	Eigengewicht ca. 70 bis 100 t ca. 360 PS Länge ca. 12 m Unterschiedliche Ausführungen (auch als Leercontainerstapler)
Ressourcenbedarf	Je nach Ausführung unterschiedlich
Neue Produktentwicklungen	Größere Greifarmlänge, Positionierung des Gegengewichtes

**STRADDLE CARRIER / GRÄTSCHSTAPLER**

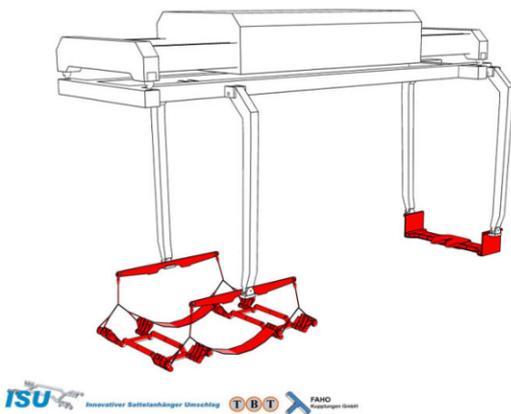
Bild	
Referenzen /Hersteller	Kalmar, CVS Ferrari etc. <a href="http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020838">http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020838</a> <a href="http://www.cvsferrari.com/jsps/portal/products/pro52.jsp">http://www.cvsferrari.com/jsps/portal/products/pro52.jsp</a>
Zweck	Mobiler Vertikalumschlag am Terminal
Technische Details	Eigengewicht 40 bis 60 t Breite ca. 5 m Unterschiedliche Ausführungen
Ressourcenbedarf	Je nach Ausführung unterschiedlich

**SIDE REACH STACKER / SEITENSTAPLER**

Bild	
Referenzen /Hersteller	Mafo etc. <a href="http://www.meclift.fi/index.php?mid=167">http://www.meclift.fi/index.php?mid=167</a>

Zweck	Mobiler Vertikalumschlag am Terminal „in Fahrtrichtung“ Verschiedene Top-Spreader ermöglichen Container und Sattelanhänger-Umschlag
Technische Details	Eigengewicht ca. 60 t 30 km/h

**ISU – Innovativer Sattelumschlag**

Bild	 <p>ISU Innovativer Sattelanhängers Umschlag TBT FAHO</p>
Referenzen /Hersteller	RCA EU Projekt BRAVO <a href="http://www.isu-system.de/indexde.htm">http://www.isu-system.de/indexde.htm</a>
Zweck	Vertikalumschlag für alle Sattelanhänger (mit Hilfe gängiger Vertikalumschlagsgeräte)
Technische Details	Zwischenrahmen (Tochterspreader) für Greifzangenaufhängung Radgreifer mit Seilabhängung Quertragebalken am Sattelzapfen Laderahmen (zur Positionierung des LKWs)
Neue Produktentwicklungen	Prototyp

**SEITENLADER**

Bild	
Referenzen /Hersteller	Intermoda, Hammar, Hubauer, Steelbro etc. <a href="http://www.hamarmaskin.se/ge/prod_190.php">http://www.hamarmaskin.se/ge/prod_190.php</a>
Zweck	Horizontaler Umschlag von Containern direkt von Tragwagen auf den LKW (bzw. umgekehrt) sowie auf den Boden
Technische Details	Eigengewicht 3,4 bis 5,5 t 1 bis 3,5 min Umschlagsdauer
Ressourcenbedarf	Bedienung durch den LKW Fahrer
Neue Produktentwicklungen	Ev. Reduktion des Eigengewichts

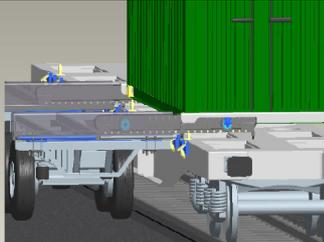
<b>ACTS – Abroll Container Transport System</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	Tuchs Schmid etc. <a href="http://www.tuchschmid.ch/bilder/kombiverkehr/actsdrehrahmen/actsdrehrahmen1.jpg">www.tuchschmid.ch/bilder/kombiverkehr/actsdrehrahmen/actsdrehrahmen1.jpg</a>
Zweck	Horizontaler Umschlag von Abrollcontainern mittels Hakenkran oder Kettengerät
Technische Details	Umschlagsdauer ca. 3 min pro Behälter 4 achsiger Tragwagen mit 3 Drehgestellen
Neue Produktentwicklungen	Ev. Einsatz eines Transportbehälters siehe dazu Punkt Transportbehälter

<b>NETHS - Neuweiler Tuchs Schmid Horizontal System</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	EU Projekt INHOTRA (FP 5) <a href="http://www.neths.ch/foto1.jpg">http://www.neths.ch/foto1.jpg</a>
Zweck	Umschlag von ISO Containern und Wechselbehältern unter der Fahrleitung
Technische Details	Tragkraft ISO – Behälter 35 t Tragkraft Wechselbehälter 20 t Hubhöhe ISO – Behälter ab Boden Hubhöhe Wechselbehälter ab Stützfüsse bzw. Bahnwagenoberkante 2 unabhängige Fahrwagen, Länge je ~ 6.6 m Spurbreite NETHS 4.25 m Breite Fahrwagen über alles ~ 4.7 m Eigengewicht pro Fahrwagen ~ 40 t (ohne Last) Antriebleistung total pro Fahrwagen ~ 45 kW Stromzufuhr über Stromschiene unter Boden Alle Antriebe elektrisch keine Hydraulik Umschlagkapazität ~ 8 - 12 Umschläge/Std.
Ressourcenbedarf	Bedienung durch Lkw- Fahrer oder Terminalpersonal
Neue Produktentwicklungen	Protoyp Schweiz

**Frachtsystem Bergmüller → Mobiler**

Bild	
Referenzen /Hersteller	RCA – Mobier, SBB Cargo Domino <a href="http://www.railcargo.at/de/Unsere_Leistungen/Intermodal/Mobiler/Downloads/Mobiler_praesentation.pdf">http://www.railcargo.at/de/Unsere_Leistungen/Intermodal/Mobiler/Downloads/Mobiler_praesentation.pdf</a> <a href="http://www.tuchschmid.ch/kombiverkehr/nick.html">http://www.tuchschmid.ch/kombiverkehr/nick.html</a>
Zweck	Horizontaler Umschlag von LKW auf Tragwagen
Technische Details	Blech am Tragwagen Mobiler Kanal im Container- Rahmen Krabbelbalken Zusätze: ISO Adapter, Telematikanwendung Eigengewicht ca. 2 – 2,5 t Umschlagdauer ca. 5 min
Ressourcenbedarf	Bedienung durch LKW Fahrer
Neue Produktentwicklungen	Einsatz in Österreich und Schweiz

**MCC – Mobile Container Converter**

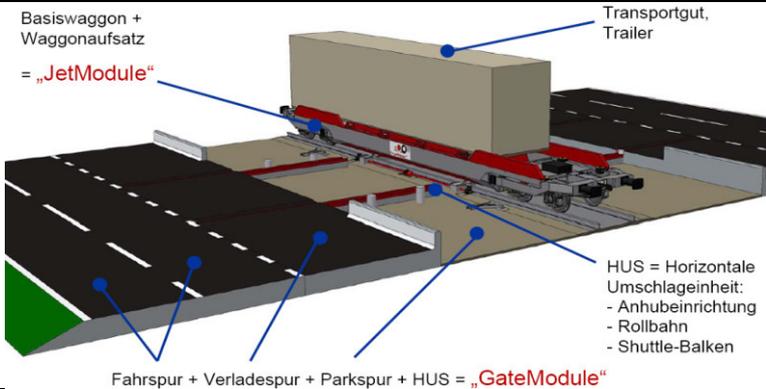
Bild	
Referenzen /Hersteller	HET - Hochleistungs- Eisenbahn- und Transporttechnik Entwicklungs-GmbH <a href="http://www.het-engineering.com/Frachttransport.20.0.html">http://www.het-engineering.com/Frachttransport.20.0.html</a>
Zweck	Horizontaler Umschlag von LKW auf Tragwagen und Boden
Technische Details	Zusätzliche Kranfunktion Kontinuierlicher Umschlag Geringeres Eigengewicht
Ressourcenbedarf	Bedienung durch LKW Fahrer
Neue Produktentwicklungen	Entwicklung

**Modalohr**

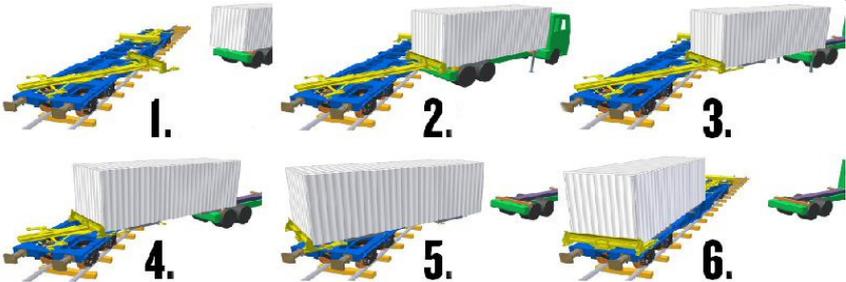
Bild	
Referenzen /Hersteller	Modalohr <a href="http://www.modalohr.com/images/modalohr_concept.jpg">http://www.modalohr.com/images/modalohr_concept.jpg</a>
Zweck	Bimodaler Umschlag von Sattelanhängern (begleiteter und unbegleiteter KV)

Technische Details	Niederflur-Doppelwagen mit Mittelgelenk Umschlag mit LKW Zugmaschine, parallele Beladung möglich Spezialwaggon
Ressourcenbedarf	Spezialwaggon

<b>Cargo Speed</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	<a href="http://www.cargospeed.net">http://www.cargospeed.net</a>
Zweck	Bimodaler Umschlag von Sattelanhängern
Technische Details	Niederflur-Doppelwagen mit Mittelgelenk Umschlag mit LKW Zugmaschine, parallel Beladung möglich Spezialwaggon, „Wellfloor“, „Pop – Up“
Ressourcenbedarf	In bestehende Terminalanlagen einbaubar Spezialwaggon
Neue Produktentwicklungen	Prototyp

<b>Cargo Beamer</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	<a href="http://www.cargobeamer.com">http://www.cargobeamer.com</a>
Zweck	Horizontaler Umschlag von allen Sattelanhängern, Wechselbrücken und Containern am Terminal
Technische Details	Basiswaggon+ Waggonaufsatz Horizontale Umschlageinheit: Anhubeinrichtung,
Ressourcenbedarf	Parallele Be- und Entladung des Zuges(32 SAnh) in ca. 30min
Neue Produktentwicklungen	Prototyp

<b>Flexiwaggon</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	<a href="http://www.flexiwaggon.se/tyska/Flexiwaggon.htm">http://www.flexiwaggon.se/tyska/Flexiwaggon.htm</a>
Zweck	Paralleler, bimodaler Umschlag von Sattelanhängern ohne Terminal
Technische Details	Ladetrog seitlich ausschwenkbar Stirnseiten abklappbar Tiefliegende Ladefläche 60 t Gesamtgewicht möglich Instandhaltungskosten sind vergleichsweise um ca. die Hälfte geringer
Ressourcenbedarf	In Summe für ganzen Zug ca. 15 min Spezialwaggon
Neue Produktentwicklungen	Prototyp

<b>Selbstentladender Tragwagen</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	Kockums Industrier <a href="http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Sgnss041.htm">http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Sgnss041.htm</a>
Zweck	Paralleler, bimodaler Umschlag von Wechselbehältern ohne Terminal
Technische Details	Tara: 23,5 t Max. Achslast: 22,5 t Gewichtsbeschränkung: 66,5 t; turntable, 216 t Max. Geschwindigkeit: 100 km/h Gesamtlänge: 17,620 m Ladelänge: 16,380 m Drehgestell-Abstand: 12,180 m Höhe der Ladeplattform: 1,206 m Raddurchmesser: 920 mm Drehgestell: Boggie: Y25-TTV Länge des WAB: 7,150 m, 7,450 m or 7,820 m → 2 x WAB á 16 t
Ressourcenbedarf	Keine Terminalinfrastruktur benötigt
Produktentwicklung	Prototyp

Die unterschiedlichen Umschlagtechniken - Flurförderzeuge, Krane, horizontale und bimodale Systeme - spiegeln die umfangreichen Anforderungen im KV wieder. Der gemeinsame Einsatz all dieser Technologien ermöglicht eine gute Auslastung innerhalb einer Terminalinfrastruktur sowie Umschlagstätigkeiten außerhalb eines Terminals. Es ist zu beachten, dass bimodale Umschlagtechniken mit Spezialwaggons zusätzliche Kosten im

Bereich Tragwagen bedeuten, und bei Gesamtkonzepten (wie z.B. Modalohr oder Cargo Beamer) ein eigenes neues Terminalnetzwerk für einen effizienten Einsatz erforderlich ist. Eine Reihe von Umschlagskonzepten würde eine vollständige Umstellung auf das neue System fordern, dies ist riskant für die Akteure und das gesamte System.<sup>292</sup>

Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten im Bereich Umschlagtechnik orientieren sich an den unter Punkt 3.4.1 gezeigten Anforderungen. Den Auswirkungen auf den gesamten KV-Prozess wird mit höheren Umschlaggeschwindigkeiten und geringeren Kosten pro Hub Rechnung getragen. Es ist zu beachten, dass Kräne und Stapler weitgehend autonom, von der Fördertechnikindustrie, entwickelt werden können, unter anderem weil ihr Einsatz in unterschiedlichen Bereichen der Logistik erfolgt und bereits etabliert ist. Bei anderen Technologien wie Mobiler/MCC oder Gesamtsystemen (Modalohr/Cargo Beamer) ist die Umsetzung von verschiedenen Akteuren (z.B. Frachtführer, Terminalbetreiber, KV-Operateur) abhängig.

„Eine Möglichkeit, die Effizienz im KLV [Kombinierter Ladungsverkehr] zu steigern, liegt in der Verfeinerung der Technik, der eine tragende Funktion insbesondere bei der Bewältigung der Schnittstelle zwischen Schiene und Straße beizumessen ist. Der Umschlag im KLV begründet einen logischen systemischen Nachteil gegenüber dem unimodalen Transport, woraus die wichtige Rationalisierungsaufgabe erwächst, den Ressourcenverzehr dieses zusätzlichen Kettengliedes auf das Notwendigste herunterzuschrauben.“<sup>293</sup>

Tabelle 13 enthält die Ergebnisse der Expertenbefragung der betrachteten Umschlagstechniken, geordnet nach Innovationsgrad ergänzt um den Rang bezüglich Gesamtnutzen und Rentabilität.

**Tabelle 13 Rankig Umschlagstechnik**

Gewichteter Durchschnitt	Innovationsgrad	Ranking Gesamtnutzen	Ranking Rentabilität
Straddle Carrier	3,47	3	3
MCC	3,42	9	7
Flexiwaggon	3,42	11	12
Selbstentladener Tragwagen	3,38	6	8
ISU – Innov. Sattelumschlag	3,38	7	6
Reach Stacker	3,35	1	1

<sup>292</sup> Vgl. Interview Seidelmann (2007) in ÖHE – Express S. 12

<sup>293</sup> Ewers, Holzhey (1998) S. 14

NEHTS	3,27	12	11
MOBILER	3,20	10	10
Portalkran	3,18	2	2
Seitenlader	3,07	4	9
ACTS	2,93	5	4
MODALOHR	2,92	13	13
CARGO BEAMER	2,92	15	15
CARGO SPEED	2,69	14	14
SIDE REACH STACKER	2,64	8	5

Auffallend bei der obigen Tabelle ist, dass das System „Staddle Carrier“ als besonders innovativ eingeordnet wird, obwohl dieses eine ältere Technologie (im Vergleich zu Protalkran und Reach Stacker) ist. Dies lässt sich auf geringe Informationsgrad auch innerhalb der Branche über dieses Produkt zurück führen. Die Innovation MCC ist ein innovatives Produkt (grundsätzlich basierend auf dem System Mobiler) und wird in Österreich entwickelt. Die Technologie „ISU“ zielt auf den einfachen Umschlag nicht-kranbarer Sattelaufleger ab. Die Systeme Reach Stacker und Portalkran sind häufig im Einsatz, werden kontinuierlich weiterentwickelt und werden hinsichtlich Gesamtnutzen und Rentabilität ausgezeichnet eingeschätzt. Die bimodalen Technologien, die einer umfangreicheren Adaptierung der Terminalinfrastruktur bedürfen, finden sich am Ende des Rankings wieder.

In Abbildung 23 sind die Ausprägungen in allen Bewertungsdimensionen folgender Technologien ersichtlich: Staddle Carrier, MCC, Flexiwaggon, Reach Stacker, Portalkran. Man erkennt eindeutig, die höheren Ausprägungen des Reach Stackers in allen Dimensionen (abgesehen vom Innovationsgrad).

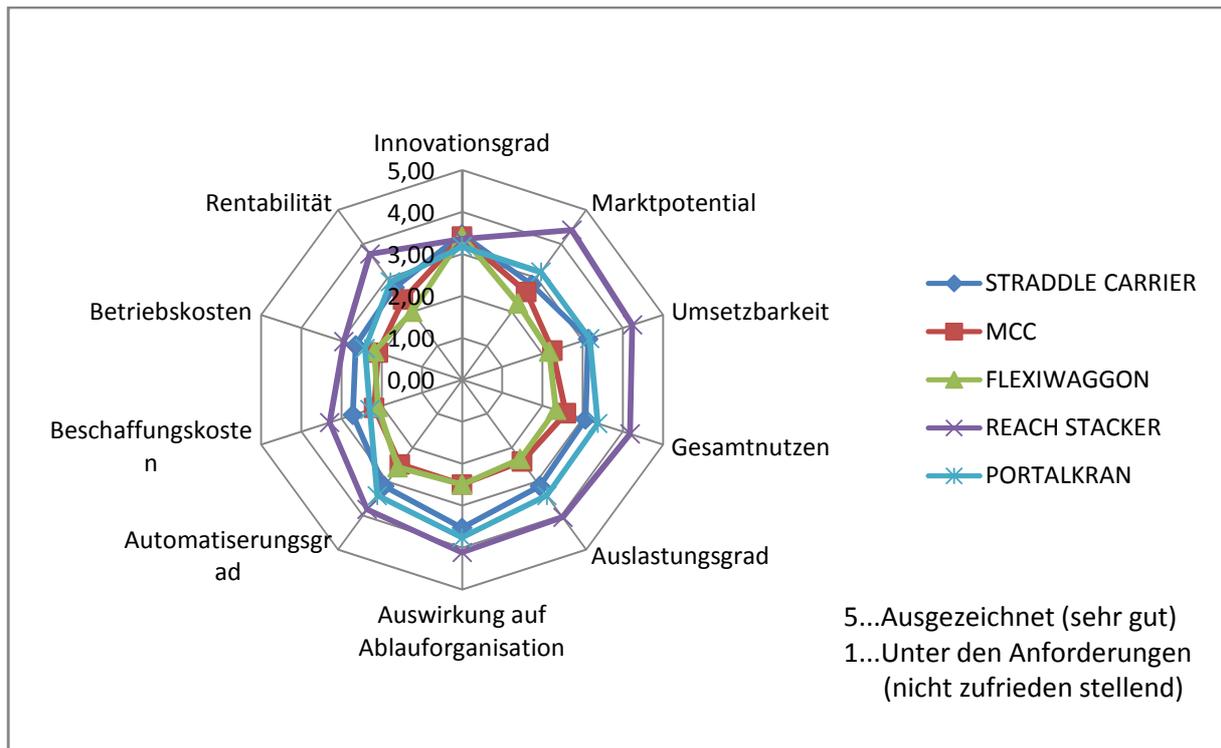


Abbildung 21 Bewertungsdimensionen einzelner Umschlagtechniken

In Abbildung 22 wird das System Reach Stacker den bimodalen Umschlagtechniken (Cargo Beamer, Cargo Speed, Modalohr) gegenübergestellt. Diesen horizontalen Umschlagtechniken wird in allen Dimensionen eine unterdurchschnittliche Ausprägung zugeordnet.

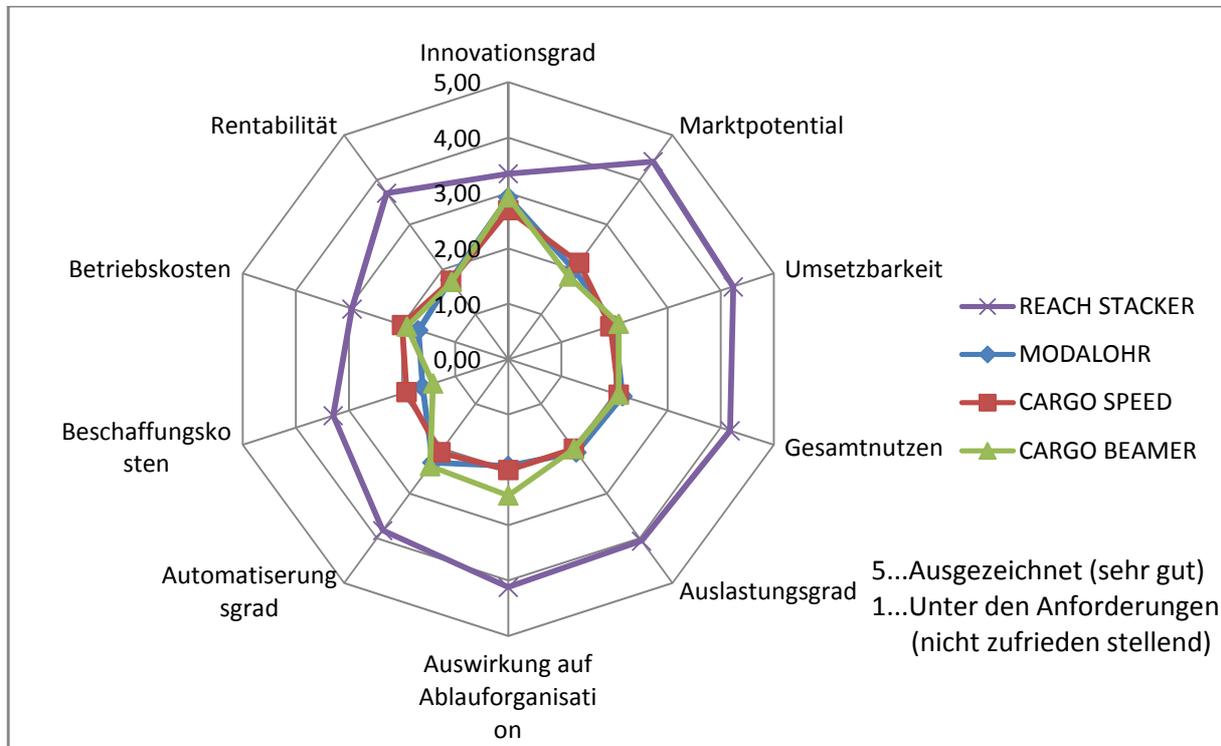


Abbildung 22 Gegenüberstellung horizontale – vertikale Umschlagtechniken

Die detaillierten Resultate des Erhebungsbogens sind im Anhang S. XXII ff. ersichtlich.

## 3.5 Waggonbau

Im Folgenden werden die Anforderungen, Standardprodukte und innovativen Technologien aus dem Bereich Waggonbau behandelt. Die allgemeinen Tendenzen der Entwicklungstätigkeiten bei neuen Güterwagen orientieren sich, wie bereits unter Punkt 3.2 hingewiesen, an der ökologischen und ökonomischen Optimierung unter den Rahmenbedingungen des Schienenfahrzeugwesens.<sup>294</sup>

### 3.5.1 Anforderungen an Güterwagen

Güterwagen (neben Triebfahrzeugen und Personenwagen auch als rollendes Material bezeichnet) dienen der Aufnahme des Ladegutes. Die Anforderungen ergeben sich aus ökonomischen, ökologischen, logistischen und materialwissenschaftlichen Aspekten.<sup>295</sup>

Das Problem bisher, gekennzeichnet durch den Interessenkonflikt zwischen Hersteller und Auftraggeber, waren viele alte Fahrzeuge woraus sich eine geringe Interoperabilität und Kompatibilität im Schienenverkehr ergibt.<sup>296</sup> Das durchschnittliche Alter von Güterwagen bei europäischen Bahnen liegt bei rund 25 bis 30 Jahren.<sup>297</sup> Meist verfügt man auch erst nach einem längeren Zeitraum über empirische Daten, die in die Neuproduktentwicklung einfließen können und damit die Innovationstätigkeit beeinflussen (als Abhilfe kann die LCC-RAMS Betrachtungsweise dienen). Von diesem Ansatz aus kann man die Anforderung an Fahrzeuge mit geringen Instandhaltungskosten bei größtmöglicher Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit ableiten.<sup>298</sup>

---

<sup>294</sup> Vgl. dazu auch UIRR (2000a) S. 166ff.

<sup>295</sup> Zur Entwicklung von Waggonen für den KV siehe UIRR (2000a) S: 123ff.

<sup>296</sup> Vgl. Ostermann (2007), 7. Einheit, S. 3

<sup>297</sup> Vgl. SCI S. 40

<sup>298</sup> Vgl. Ostermann, Hierzer (2005)

Berndt (2001) fasst die Anforderungen an Güterwagen wie folgt zusammen (vgl. Tabelle 14):

**Tabelle 14 Übersicht Anforderungen an Güterwagen<sup>299</sup>**

<b>Ablauforganisation</b>	<b>Administration</b>	<b>Ökologie</b>	<b>Ökonomie</b>	<b>Technik</b>
Anpassung an Be-/entladesysteme	Zulassung	Schallschutz	Niedrige Lebenshaltungskosten	Niedrige Totlast
Automatisierbarkeit	Einhaltung techn. Normen	Gewässerschutz (Schmierstoffe)	Niedrige Benutzungskosten	Energieversorgung
Optimale Geschwindigkeit	Austauschverfahren	Sonst. Emissionen	Niedrige Verpackungskosten	Sensoren
Just on Time statt Just in Time	Bewirtschaftung	Anforderungen an GGVE <sup>300</sup>		Kommunikationsleistung
Abgestimmte Abmessungen				Arretierung
Verfolgbarkeit				Ladungssicherung

Aufgrund der langen Lebensdauer von Güterwagen erwarten Käufer und Nutzer (diese Unterscheidung ist seit dem Auftreten von Leasing und anderen Finanzierungsmöglichkeiten wesentlich), dass diese für das Einsatzgebiet und den Lebenszyklus wirtschaftlich angepasst sind. Wesentlich für die Kostenanalyse ist es, die Lebenszykluskosten (Life Cycle Costs – LCC), also jene Kosten, die über die gesamte Lebensdauer gesehen auftreten, zu betrachten. Zusätzlich kommt die RAMS Betrachtung (Reliability – Availability – Maintainability – Safety – Betrachtung) in diesem Zusammenhang zur Anwendung, da Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit des Systems wesentliche Auswirkungen auf die Kosten haben.<sup>301</sup> Einen großen Einfluss auf die LCC haben auch die Entstehungszeiträume der Kosten – siehe Punkt 3.2. Für das System des KV bedeutet das, dass in den verschiedenen Bereichen der Technologie und Infrastruktur umfangreiche Lebenszyklusbetrachtungen wesentlich sind. In der vorliegenden Arbeit bezieht sich dies direkt auf Transportbehälter, Umschlagtechnik und Waggone. Kosten- und Qualitätsfaktoren sind wesentliche Einflussfaktoren auf die Wettbewerbssituation eines Unternehmens (siehe dazu Punkt 3.1), daher sollte die LCC-RAMS Betrachtungen an Bedeutung gewinnen, um diese positiv zu beeinflussen.<sup>302</sup>

Bei der Neuentwicklung von Güterwagen wird vor allem auf die Reduktion der Totlast (des Eigengewichts) geachtet; dadurch kann das maximal zulässige Gesamtgewicht zugunsten des Gewichtes des Ladegutes ausgenutzt werden kann. Die technischen Vorgaben für Güterwagen

<sup>299</sup> Berndt (2001) S. 140ff.

<sup>300</sup> GGVE = Gefahrgutverordnung Eisenbahn

<sup>301</sup> Vgl. Hierzer, Ossberger (2007) S. 136 ff. ; Abbildung zur Ermittlung der LCC mit RAMS Kriterien siehe Anhang S. XXVII

<sup>302</sup> Vgl. Ostermann, Hierzer (2003)

(im internationalen Güterverkehr) wurden in UIC Vorschriften erarbeitet. Dies ermöglicht eine rationelle Fertigung, Instandhaltung sowie Qualität (Interoperabilität).<sup>303</sup>

Erreichbar sind diese Ziele nur bei Einsatz moderner Technik bei allen wichtigen Elementen der Güterwagen, vor allem bei Rädern und Radsätzen, Radsatzanlenkung und Federung (bei Einzelradsätzen und Drehgestellen), Bremsen, Zug- und Druckeinrichtungen und Ladegefäßen (siehe Kapitel 3.3).<sup>304</sup> Im Folgenden werden kurz Innovationstätigkeiten in diesen Bereichen aufgezeigt. Für den KV ist allerdings die Funktionalität<sup>305</sup> des Gesamtsystems Güterwagen wesentlich, daher werden unter Punkt 3.5.3 nur diese behandelt. Hinsichtlich zukünftig Infrastrukturbenutzungsentgelte<sup>306</sup>, wird die Beanspruchung der Schieneninfrastruktur durch das rollende Material Beachtung erlangen und damit das Interesse an den verwendeten Bauteilen steigen.

Das LEILA – DG (Abkürzung für Leichtes und lärmarmes Güterwagendrehgestell)<sup>307</sup> kennzeichnet sich durch Radscheibenbremsen, gummigefederte Primärfeder, einen leichten Innenrahmen, geringere Verschleißbarkeit durch eine radiale Einstellbarkeit der Radsätze, eine Radsatzkopplung durch Kreuzanker und integrierte Telematikanwendungen mit Diagnosesystem. Bei Messfahrten wurde dadurch eine Reduktion des maximalen Schalldruckpegels um 18 dB erreicht. Entwickelt wurde LEILA von der TU Berlin in Kooperation mit KV-Operateuren und dem deutschen sowie schweizerischen Ministerium. Die Produktion und der Vertrieb erfolgt durch Josef Meyer Waggon AG<sup>308</sup>.

Kupplungen (Zug- und Stoßeinrichtungen) sollten sicher und kostengünstig funktionieren, um Zug- und Stoßkräften im Bahnbetrieb sicher zu übertragen – dabei sind unterschiedliche Kraftübertragung bei Zugfahrten und Rangierbetrieb zu beachten. Darüber hinaus dienen Kupplungen zur Verbindung von Versorgungsleitungen (Elektroleitung, Hauptluftleitung)

---

<sup>303</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 163 ff.

<sup>304</sup> Vgl. SCI

<sup>305</sup> Zu grundlegenden Anforderungen an die Funktionalität von Tragwagen siehe z.B. Loderbauer (1996) S. 23 ff. sowie Funktionalität und Lösungsansätze des IGW (Intelligenter Güterwagen der DB) nach Berndt siehe Anhang S. XXVI

<sup>306</sup> Vgl. Kalivoda et al. (2006) S. 323, zur Lärminderung siehe <http://www.uirr.com/?action=page&page=47&title=N%2FPF%2FA+CATEGORIES&categorie=2&year=2007&item=92>

<sup>307</sup> Weitere Informationen:

[http://www.schienefahrzeugtagung.at/download/PDF2007/2Tag%20Vormittag/7\\_Keudel.pdf](http://www.schienefahrzeugtagung.at/download/PDF2007/2Tag%20Vormittag/7_Keudel.pdf) sowie [http://www.allianz-pro-schiene.de/pdf/WS060613/07-Vortrag\\_Hecht-LEILA\\_DG.pdf](http://www.allianz-pro-schiene.de/pdf/WS060613/07-Vortrag_Hecht-LEILA_DG.pdf) und <http://www2.tu-berlin.de/fb10/ISS/FG9/forsch/f5.htm>. Schallquellen und Geräuschanforderungen an die Bahntechnik siehe Anhang S. XXVII

<sup>308</sup> Produktinformationen siehe [http://www.josefmeyer.ch/de\\_jmr/fachthemen/Drehgestell\\_LEILA.pdf](http://www.josefmeyer.ch/de_jmr/fachthemen/Drehgestell_LEILA.pdf)

zwischen den einzelnen Güterwagen eines Zuges. Eine Aktion alle Kupplungen in Europa auf automatische Mittelpufferkupplungen (AK69 oder INTERMAT) umzustellen gelang nicht.<sup>309</sup> Bremsen gewähren die Betriebssicherheit und können unterschiedliche ausgeführt werden<sup>310</sup>. Im Personenverkehr werden neue Konzepte, wie Bremssteuerungssysteme, bereits eingesetzt. Im Bereich Gefahrguttransport werden Entgleisungsdetektoren entwickelt und getestet. Waggongestelle kennzeichnen sich durch die Aufnahme des Transportbehälters und ergeben mit den (modulartigen) Einzelkomponenten einen einsatzfähigen Güterwagen. Innovationen orientieren sich besonders auf die Bereiche Konstruktion und Materialauswahl. Der steigende Trend des Transportaufkommens im Schienengüterverkehr (siehe Punkt 2.3) wird auch Auswirkungen auf den Bedarf an neuen innovativen Güterwagen mit sich bringen. Die Preisentwicklung beim Einsatz innovativer Technologien und die Implementierung von Einzelkomponenten (durch EVUs) werden interessant zu beobachten sein.

In vorhergehenden Kapiteln wurde bereits die Tendenz zum Ausbau der Infrastruktur für höhere Geschwindigkeiten angesprochen. Für den Hochgeschwindigkeitsgüterverkehr, der den Transportgeschwindigkeiten im Personenverkehr entsprechen muss, sind eigene Triebfahrzeuge und Güterwagen notwendig. An derartige Hochgeschwindigkeitsgüterwagen werden, neben den vorhergenannten Kriterien, spezielle Anforderungen gestellt:<sup>311</sup>

- Aerodynamik
- Außenhaut (der Transport von Containern soll in gedeckter Form erfolgen)
- Geschwindigkeiten von 230 km/h
- Fahrzeuglänge über Puffer von ca. 18 m, Höhe der Ladefläche über Schienenoberkante < 1150 mm
- Drehgestelle mit Primär- und Sekundärfederung, Z-AK (gem. UIC-Norm), Bremsen
- Elektrischer Rangierbetrieb
- Volle Abwärtskompatibilität zu herkömmlichen Güterwagen
- Volle elektrische Kompatibilität an Nachtreisezugwagen (gem. UIC Richtlinie)
- Durchgängige Steuerleitung

Solche Entwicklungen und Produktionen sind sehr kostenintensiv könnten aber aus Wirtschaftlichkeit in Baugruppen als Modulsysteme (Drehgestelle, Energiegewinnung etc.)

---

<sup>309</sup> Übersicht europäischer Zug- und Stoßeinrichtungen in Europa siehe Anhang S. XXVI. Im Personenverkehr werden häufig folgende Kupplungen eingesetzt: <http://www.voithturbo.de/scharfenberg-scharfenberg-funktionsprinzip.htm>

<sup>310</sup> Siehe z.B. <http://www.knorr-bremse.com> sowie

[http://www.schienefahrzeugtagung.at/download/PDF2007/2Tag%20Nachmittag/3\\_Berger.pdf](http://www.schienefahrzeugtagung.at/download/PDF2007/2Tag%20Nachmittag/3_Berger.pdf)

<sup>311</sup> Vgl. Salzgitter (2002) S. 326ff.

entwickelt werden und dann in unterschiedlichen Bereichen (wie Autoreisezugwagen) Verwendung finden.

Berndt schlägt als Rationalisierungsmöglichkeiten bei Güterwagen in den Bereichen technischer Verbesserungen an den Fahrzeugen, innovative Produktionsverfahren im Güterverkehr und Wettbewerbskonzepte für die Fahrzeugbereitstellung und -unterhaltung vor. Innovative Güterwagen zeichnen sich durch eine bessere Anpassung an den Bedarf der Transportkunden, wirtschaftlichere/einfachere/ trotzdem sicheren Betriebseinsatz und eine kostengünstigere Unterhaltung auf.<sup>312</sup>

Aus den Rahmenbedingungen und Herausforderungen an den Schienengüterverkehr und KV ergeben sich Anforderungen an die Entwicklung und Herstellung von Güterwagen. Zusammenfassend sind dies, die Reduktion der Lebenszykluskosten von Neu- und Bestandsfahrzeugen (auch durch Modularisierung und Standardisierung), der Ausbau der Fahrzeugqualität, die Ausrichtung der Entwicklung an zukünftige Kundenanforderungen, Flexibilisierungen im Design, TSI konforme Interoperabilität der Fahrzeuge, eine bessere Fahrzeugverfügbarkeit und Zuverlässigkeit und preisgünstige, zuverlässige und interoperabel einsetzbare Fahrzeuge.<sup>313</sup> Ein wichtiges Potential für den Schienengüterverkehr und damit auch für den KV sind Güterwagen die an die derzeitigen und zukünftigen logistischen Anforderungen der Verloader angepasst sind. Es müssen Lösungen angeboten werden, die in die logistischen Konzepte der verladenen Unternehmen einfach integriert werden können. Spezialwaggons machen dies möglich.<sup>314</sup>

### 3.5.2 Standardprodukte

Im folgenden Unterkapitel werden die im Kombinierten Verkehr häufig anzutreffende Standardprodukte des Eisenbahnwesens, welche im KV eingesetzt werden, behandelt; das umfasst Containertragwagen, Taschenwagen und Spezialwagen. Ihr Zweck ist die Aufnahme von Containern oder Wechselbehältern sowie Sattelaufliegern für den Transport auf der Schiene. Produkte der Straßenfahrzeugindustrie (wie z.B. Sattelschlepper etc.) werden hier nicht betrachtet, da sich der Focus dieser Arbeit auf die Bereiche des Eisenbahnwesens bezieht.

---

<sup>312</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 167

<sup>313</sup> Vgl. Josel (2007)

<sup>314</sup> Vgl. Hüllen, Neff (2002) S. 250

Güterwagen können über die Bauart zu Wagengattungen zusammengefasst werden und werden mit Gattungsbuchstaben gekennzeichnet. Hier sollen nur jene behandelt werden die im KV zum Einsatz kommen, das sind verschiedene Arten von Flachwagen<sup>315</sup>. Für den Transport von Großcontainern und Wechselbehältern werden Tragwagen eingesetzt.

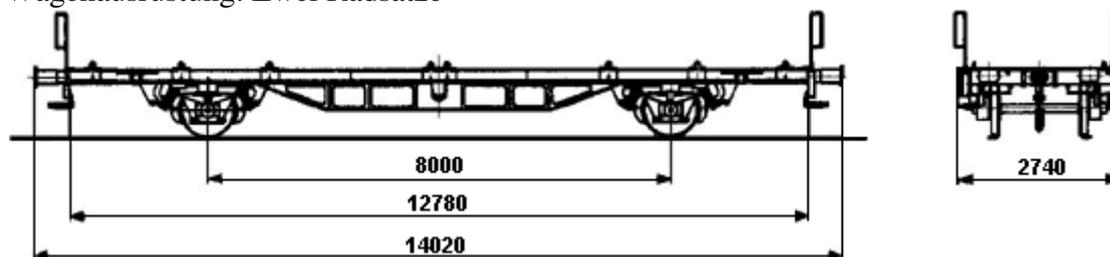
Güterwagen werden in Gattungen eingeteilt und nach einer internationalen Nomenklatur bezeichnet.<sup>316</sup> Die Wagengattungen E bis I beziehen sich auf konventionelle Güterwagen und finden im KV keine Anwendung. Es werden Wagen der Gattungen L und S eingesetzt. Als Tragwagen für Container und Wechselbrücken werden am häufigsten die Modelle Lsg 580, Sgns 691, Sggmrs 714/715 eingesetzt. (Hier werden die Daten der DB verwendet, vergleiche dazu auch die Daten der ÖBB<sup>317</sup>.) Von diesen Tragwagen werden nun die technischen Details gezeigt, um einen Vergleichswert für die unter Punkt 3.5.3 aufgelisteten innovativen Systeme zu haben.

### Zweiachsige Tragwagen für Großcontainer und Wechselbehälter (Lsg 580)<sup>318</sup>



- Lgs 580

Wagenausrüstung: Zwei Radsätze



Technische Spezifikationen

Gattungszeichen mit Bauartnummer

Länge über Puffer (LüP) in mm

Ladelänge (L) in mm

Abstand der Radsätze (a) in mm

Aufstandshöhe über SC für Ct und WB in mm

Eigengewicht leer in t

Kleinster befahrbarer Gleisbogenhalbmesser in m

Höchstgeschwindigkeit in km/h

Lgs 580

14020

12500

8000

1200

12,5

75

120

<sup>315</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 157f.

<sup>316</sup> Länder mit einheitlicher Güterwagenzeichnung: <http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/images/pdfLaenderEinheitlGueterwagenkennzeichen.PDF>

<sup>317</sup> ÖBB Daten unter [http://cms.oebb.at/vip8/RCAINTERNET\\_edit/RCAINTERNET/german/Logistik-Loesungen/Equipment/Wagons/index.jsp#Containertragwagen](http://cms.oebb.at/vip8/RCAINTERNET_edit/RCAINTERNET/german/Logistik-Loesungen/Equipment/Wagons/index.jsp#Containertragwagen)

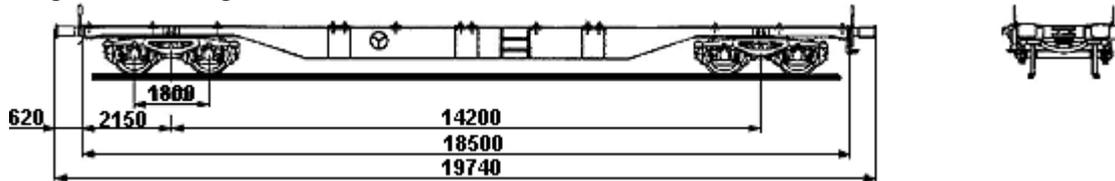
<sup>318</sup> [http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter\\_Verkehr/kombinierter\\_Verkehr\\_2Achs\\_Gro\\_\\_cont\\_Wechselbehaelt.html](http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter_Verkehr/kombinierter_Verkehr_2Achs_Gro__cont_Wechselbehaelt.html) 10. Juli 2007

**Vierachsige Tragwagen (z.B. Sgns 691)<sup>319</sup>**



- Sgns 691

Wagenausüstung: Vier Radsätze



Technische Spezifikationen

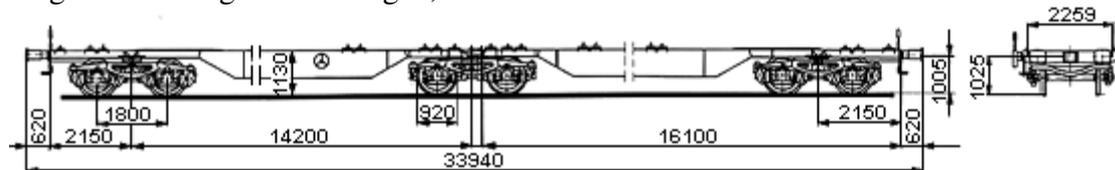
Gattungszeichen mit Bauartnummer	Sgns 691
Länge über Puffer (LüP) in mm	19740
Ladelänge (L) in mm	18500
Abstand der Radsätze (a) in mm	14200
Aufstandshöhe über SC für Ct und WB in mm	1155
Eigengewicht leer in t	20,0
Kleinster befahrbarer Gleisbogenhalbmesser in m	75
Fährbootfähigkeit	2°
Höchstgeschwindigkeit in km/h	120

**Sechssachsige Gelenkwagen (z.B. Sggmrs 714/715)<sup>320</sup>**



- Sggmrs 714
- Sggmrs 715

Wagenausüstung: Gelenkwagen, Sechs Radsätze



Technische Spezifikationen

Gattungszeichen mit Bauartnummer	Sggmrs 714 Sggmrs 715
Länge über Puffer (LüP) in mm	33940
Ladelänge (L) in mm	2 x 16100
Abstand der Radsätze (a) in mm	2 x 14200
Aufstandshöhe über SC für Ct und WB in mm	1155
Eigengewicht leer in t	31,0
Kleinster befahrbarer Gleisbogenhalbmesser in m	75
Fährbootfähigkeit	1°30' bei Gleisbogenhalbmesser 120 m
Höchstgeschwindigkeit in km/h	Bauart 714: 140 Bauart 715: 120

<sup>319</sup> [http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter\\_Verkehr/kombinierter\\_Verkehr\\_4Achs\\_Gro\\_cont\\_Wechselbehaelt.html](http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter_Verkehr/kombinierter_Verkehr_4Achs_Gro_cont_Wechselbehaelt.html) 10. Juli 2007

<sup>320</sup> [http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter\\_Verkehr/kombinierter\\_Verkehr\\_6Achs\\_Gel\\_enk.html](http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter_Verkehr/kombinierter_Verkehr_6Achs_Gel_enk.html) 10. Juli 2007

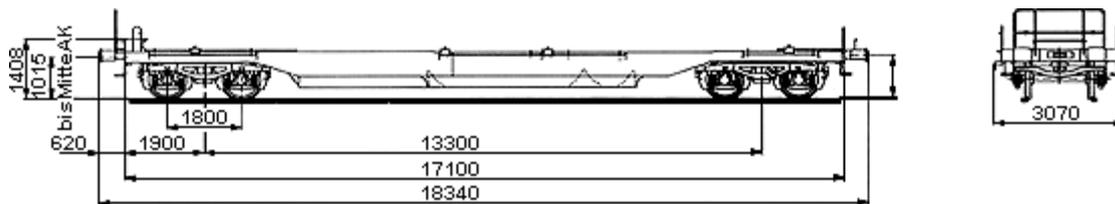
Neben Containertragwagen zum Transport für Container und Wechselbrücken werden Taschenwagen für den Transport von Sattelanhängern verwendet. „Taschenwagen sind Eisenbahnwaggons mit tief liegender Tasche zur Aufnahme der Achsaggregate eines Sattelanhängers.“<sup>321</sup> Bei diesen Wagen ist die Ladefläche zwischen den Drehgestellen abgesetzt. In der Gattungsbezeichnung ist ein Taschenwagen der Gattung S durch den Buchstaben d an zweiter Stelle erkennbar, d.h. für den Transport von Straßenfahrzeugen geeignet. (z.B. Sdgmns 743<sup>322</sup>)

### Taschenwagen



- Sdgmns 743

Wagenausrüstung: Vier Radsätze



#### Technische Spezifikationen

Gattungszeichen mit Bauartnummer	Sdgmns 743
Länge über Puffer (LüP) in mm	18340
Ladelänge (L) in mm	16425
Drehzapfenabstand in mm	13300
Aufstandshöhe über SO für Ct und WB in mm	1170/1155
Höhe der Ladetasche über SO für Sattelanhänger in mm	270
Eigengewicht leer in t	21,0
Nutzlast in t	69,0
Kleinster befahrbarer Gleisbogenhalbmesser in m	75
Fährbootfähigkeit	2°
Höchstgeschwindigkeit in km/h	120

Um die Kapazität des Tragwagens zu erhöhen wurden bereits Containertragwagen für eine Doppelstockbeladung entwickelt, die sind „Eisenbahnwaggon für den Transport von Containern, die in zwei Lagen übereinander gestapelt werden können.“<sup>323</sup> Diese werden in verschiedenen Ländern eingesetzt, z.B. USA. Das wesentliche Kriterium ist das Lademaß, das

<sup>321</sup> UN/ECE (2001) S. 38 sowie RCA Glossar

<sup>322</sup> [http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter\\_Verkehr/kombinierter\\_Verkehr\\_Taschenwagen.html](http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter_Verkehr/kombinierter_Verkehr_Taschenwagen.html) 10. Juli 2007

<sup>323</sup> UN/ECE (2001) S.40

zur Verfügung steht. In den meisten europäischen Ländern sind die begrenzenden Merkmale wie Fahrleitungen und Bauwerke (wie z.B. Tunnels) nicht einfach an die Gegebenheiten einer Doppelstockladung zu adaptieren. Zusätzlich sind mögliche logistische Einschränkungen und die Auswirkungen auf die Standsicherheit und Seitenwindproblematik bei speziellen geographischen Begebenheiten zu beachten.

Ein weiteres Sonderkonzept ist der bimodale Sattelanhängen (Road Trailer), dies ist ein Sattelanhängen, der durch das Hinzufügen von Eisenbahndrehgestellen in einen Eisenbahnwaggon umgewandelt werden kann.<sup>324</sup> Es ist zu beachten, dass dafür keine konventionellen Sattelanhängen einsetzbar sind, sondern eine spezielle Konstruktion erforderlich ist.

Darüber hinaus sind noch Spezialwagen zum Transport von ganzen Lastzügen (Anwendung im begleiteten KV – z.B. das System Modalohr) sowie für spezielle Umschlagskonzepte (siehe Punkt 3.4.3) in Verwendung. Ein Tiefladewagen ist ein Eisenbahnwaggon mit tiefliegender Ladefläche. Niederflurwagen sind „Eisenbahnwaggons mit durchgehend tiefliegender Ladefläche, die eine Rollende Landstraße bilden, wenn sie aneinander gekuppelt sind (siehe 1.4 und 1.7).“<sup>325</sup> Die niedrigere Ladefläche ist für den Transport von ganzen Lastzügen erforderlich und dadurch sind auch kleinere Räder erforderlich. Daraus resultieren mehr Radsätze, um die Kräfte beherrschen zu können, sowie entsprechend tiefere Zug- und Stoßeinrichtungen.

Es gibt im Schienengüterverkehr und KV auch Ansätze zum Einsatz selbstfahrender (unbesetzter) Fahrzeuge, die zentral gesteuert werden und auch untereinander kommunizieren können. Voraussetzung für solche Systeme sind intelligente Fahrzeuge und intelligente Infrastruktur, ein eigenes Streckennetz oder ein abgeschlossener Netzbereich (kein Mischverkehr).<sup>326</sup>

### 3.5.3 Innovative Systeme

Hier werden die innovativen Entwicklungen der Standardmodelle betrachtet sowie neue Technologien zu zwei-, vier und sechsachsigen Tragwagen und Taschenwagen. Spezialwagen, welche sich aus den Gesamtkonzepten mit den bimodalen Umschlagsgeräten

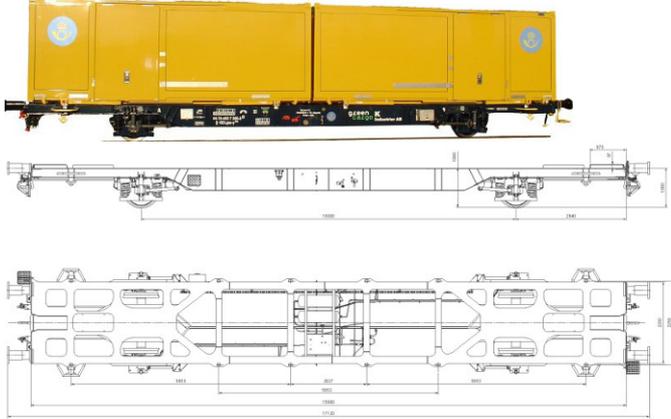
---

<sup>324</sup> Vgl. UN/ECE (2001) S. 41

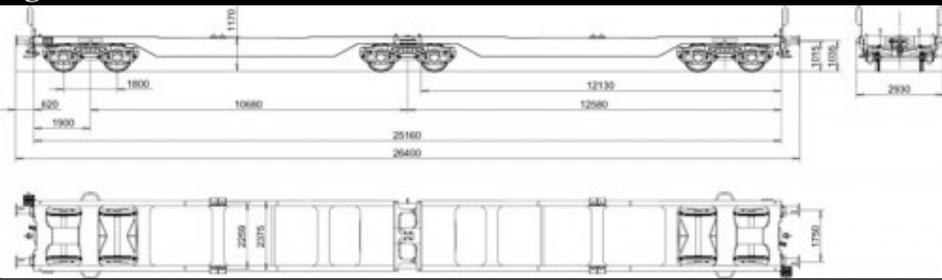
<sup>325</sup> UN/ECE (2001) S. 39f.

<sup>326</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 170f. Beispiele für selbstständig fahrende Transporteinheiten sind der Cargo Sprinter und der Cargo Mover (Siemens).

ergeben, sind unter Punkt 3.4.3 – innovative Systeme des Bereiches Umschlagtechnik – angeführt.

<b>2-achsiger Tragwagen</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	Zahlreiche – allg. Lgss-y <sup>055</sup> <a href="http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Lgss055.htm">http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Lgss055.htm</a>
Zweck	Transport von Standardcontainern und Wechselbehältern (max. 7,82 m Länge)
Technische Details	Achslast: 20 t Geschwindigkeit 160 km/h Ladelänge 15,880 m Länge über Puffer 17,120 m Tara 13 000 kg = 13 t Höhe der Ladeplattform 1,088 m Achsabstand 10 m Min. Gleisbogenradius: 60m

<b>4-achsiger Tragwagen</b>	
Bild	
Referenzen /Hersteller	Zahlreiche – Sgns <a href="http://www.josefmeyer.ch/de_jmr/innovation.php?navid=2">http://www.josefmeyer.ch/de_jmr/innovation.php?navid=2</a>
Zweck	Transport von Containern und Wechselbehältern
Technische Details	Abstand der äußeren Achsen: 16 260 mm Länge über Puffer: 20 000 mm Ladelänge: 18 760 mm Abstand Mitte Drehzapfen-Pufferträger: 2 150 mm Überhang: 2 770 mm, Achsstand in den Drehgestellen: 1 800 mm Höhe AK bzw. Zugeinrichtung über SO 1015 Min. Gleisbogenhalbmesser R = 75 m Tara: 18 t, Max. Ladegewicht: 72 t Höchstgeschwindigkeit leer (und bis 72 t): 120km/h, beladen (90 t): 100 km/h
Neue Produktentwicklungen	Tara-Reduktion (10% Gewichteinsparung)

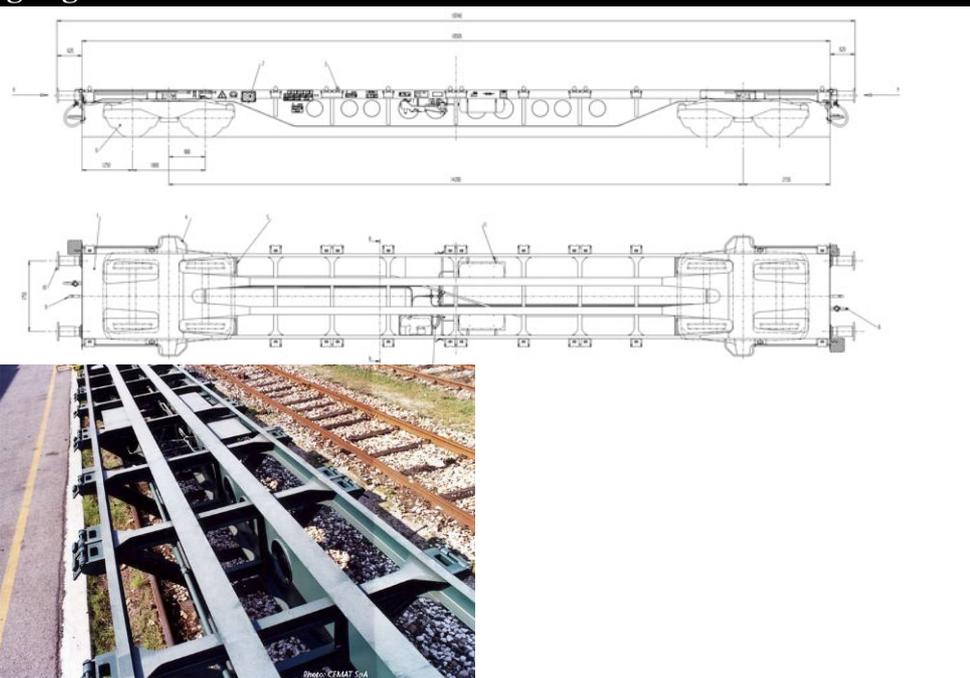
<b>6-achsiger Tragwagen</b>	
Bild	 <p>The drawing shows a top view and a side view of a 6-axle transport wagon. The top view includes dimensions for wheel spacing (10680 mm between the first two axles, 12130 mm between the last two axles) and overall length (26400 mm). The side view shows a height of 1170 mm and axle spacing of 2075 mm.</p>
Referenzen /Hersteller	Zahlreiche – allg. Sggrss <a href="http://www.graaff-transportssysteme.de/index.php?mid=208">http://www.graaff-transportssysteme.de/index.php?mid=208</a>
Zweck	3 Drehgestelle für den Transport von 20' und 40' Containern, Die Beladung je Brücke ist mit 2x 20' oder 1x 40' Container möglich. Das Fahrzeug besteht aus zwei Brücken die in der Mitte gelenkig verbunden sind (Jakobsanordnung).
Technische Details	Länge über Puffer 26,4 m Drehzapfenabstand 10,68 m Ladelänge je Brücke ca. 12,2 m Ladebreite ca. 2,4 m Ladehöhe 1170 mm Ladeschema 2x 20' oder 1x 40' Radsatzlast 20,0 t Eigengewicht ca. 23,5 t Zuladung 96,5 t

<b>Taschenwagen für Megatrailer</b>	
Bild	 <p>The image shows two views of a blue double-deck wagon. On the left is a close-up of the triple-adjustable saddle coupling mechanism. On the right is a full view of the wagon on a railway track, showing its long, low profile and the 'Kombiverkehr' logo on the side.</p>
Referenzen /Hersteller	Kombiverkehr (T3000), HUPAC (Mega II, T5) etc. <a href="http://www.zlw-ima.rwth-aachen.de/forschung/projekte/sail/bilder/bilder_demon/waggon_h_380.jpg">http://www.zlw-ima.rwth-aachen.de/forschung/projekte/sail/bilder/bilder_demon/waggon_h_380.jpg</a> <a href="http://www.hupac.ch/news/05_26mag_d.htm">http://www.hupac.ch/news/05_26mag_d.htm</a>
Zweck	Transport von Mega Trailern (Laderauminnenhöhe: 3 m) auf der Schiene. Der Wagen ist als Doppeltaschenwagen in Gelenkbauweise gefertigt.
Technische Details	Tara 35 t Waggonlänge 34 m Laderaumgeometrie ist auf die tief liegenden Fahrzeugteile der Megatrailer abgestimmt. waggonseitige Sattelkupplung ist dreifach verstellbar und lässt sich von 113 über 98 bis auf 88 cm Höhe für Megatrailer absenken. Niedrige Aufsattelhöhe über der nur 27 cm hohen Ladefläche - Drehgestelle mit 920 mm großen Rädern Die Längsträger der Wagen sind im mittleren Bereich abgesenkt und gewährleisten somit den direkten Zugriff des Krans auf die tief liegenden Megatrailer-Greifkanten. Hochleistungspuffer zur Verringerung der Längskräfte und so genannte Crashelemente vor und hinter der Sattelkupplung zur Begrenzung der Maximalkraft, die auf den Zugsattelzapfen des Trailers wirken kann, gehören zur Ausrüstung dieser Waggons. Auf Radvorleger in der Ladetasche kann deshalb komplett verzichtet werden. Alternativ. 4 WAB bis 7,82 m Länge oder 4x 20 Fuß Container á 18 t

### Containertrag- und Taschenwagen

Bild	
Referenzen /Hersteller	Allg. Sfgmmnss <a href="http://www.talgo.de/containertragwagen.htm">http://www.talgo.de/containertragwagen.htm</a> <a href="http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Sfgmmns.htm">http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Sfgmmns.htm</a>
Zweck	Transport von 10 Fuß hohen Containern (für den UK Markt entwickelt) 20', 30' and 40' x 8'x 9'6"
Technische Details	Länge über Puffer 20 500 mm Gauge UIC 505-1 and W6 A Höchstgeschwindigkeit 120 km/h Tara 23.5 t Max. Gesamtgewicht 61 t Höhe der Ladeplattform 475 mm Min. Gleisbogenradius 80 m
Ressourcenbedarf	2 x 20', oder 1x 30'oder 1x 40'

### CEMAT Sgnss Tragwagen

Bild	
Referenzen /Hersteller	CEMAT SpA <a href="http://www.kombimodell.de/modell-Sgnss-2.html">http://www.kombimodell.de/modell-Sgnss-2.html</a> <a href="http://www.cemat.it/">http://www.cemat.it/</a>
Zweck	Containertragwagen mit optimiertem Eigengewicht durch adaptierte Konstruktion und Einsatz von Spezialstahl
Technische Details	Innenliegende Hauptträger, verlaufen entlang der Wagenlängsachse, mit Querspanten im Bereich der Aufsetzpunkte für Container/Wechselbehälter. Großflächig gelochten Längsträger, die erheblich zur Gewichtseinsparung der Konstruktion beitragen. Tara: 17,8 t (Vergleich Sgnss mit außenliegenden Längsträger: 20 t) Lastgrenze von 64t (bei 120 Km/h) resp. 72t (100 Km/h)

Im Vergleich zu den Standardkonzepten (unter Punkt 3.5.2) kann man die vorgestellten innovativen Technologien wie folgt beurteilen:

Der zweiachsige Tragwagen verfügt über eine ca. 3 m längere Ladelänge. Der innovative vierachsige Tragwagen ist von der Größe in etwa vergleichbar mit dem Standardprodukt, daher ist die 10 prozentige Tarareduktion leicht zu erkennen. Die beiden sechsachsigen Waggone sind unterschiedlich lang, daher ist ein Vergleich des Eigengewichts nicht eindeutig. Die Taschenwagen sind Innovationen für die Beförderung von neuen Transportbehältern, dies sind Entwicklungen die den aktuellen Anforderungen der Akteure gerecht werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass diese neuen Modelle den aktuellen ökonomischen, ökologischen und funktionellen Anforderungen besser entsprechen als (bis zu 30 Jahre) alte im Einsatz befindliche Güterwagen. Bei allen Innovationsbestrebungen darf auf die Interoperabilität zwischen altem und neuem Material nicht vergessen werden, da damit zukünftig verschiedene Technologien nebeneinander eingesetzt werden können.

Aus den Ergebnissen der Expertenbefragung lassen sich folgende Aussagen ableiten. In Tabelle 15 sind die Waggonen gemäß dem bewerteten Innovationsgrad aufgelistet, als zusätzliche Information ist der Rang bezüglich Gesamtnutzen und Rentabilität ersichtlich.

**Tabelle 15 Ranking Waggonen**

Gewichteter Durchschnitt	Innovationsgrad	Ranking Gesamtnutzen	Ranking Rentabilität
CEMAT Sgnss Tragwagen	4,00	2	3
4-achsiger Tragwagen	3,79	1	1
6-achsiger Tragwagen	3,79	3	2
Taschenwagen für Megatrailer	3,67	5	5
Containertrag-Taschenwagen	3,29	6	6
2-achsiger Tragwagen	3,00	4	4

Aus dieser Auswertung ist ersichtlich, dass die, an der Umfrage beteiligten Experten die konventionellen Gütertragwagen hinsichtlich Innovationsgrad, Gesamtnutzen und Rentabilität bevorzugen. Eine Optimierung hinsichtlich Emissionen und Eigengewicht ist erkennbar (siehe Abbildung 23). Innovationen zur besseren Integration von Sattelaufliegern wird kein besonderes Augenmerk gegeben. Diese Aussage hat sich in einer Expertendiskussionsrunde bestätigt. Andererseits ist ein großes Potential an Sattelaufliegern vorhanden, dass für den Transport im Kombinierten Verkehr lukriert werden könnte.

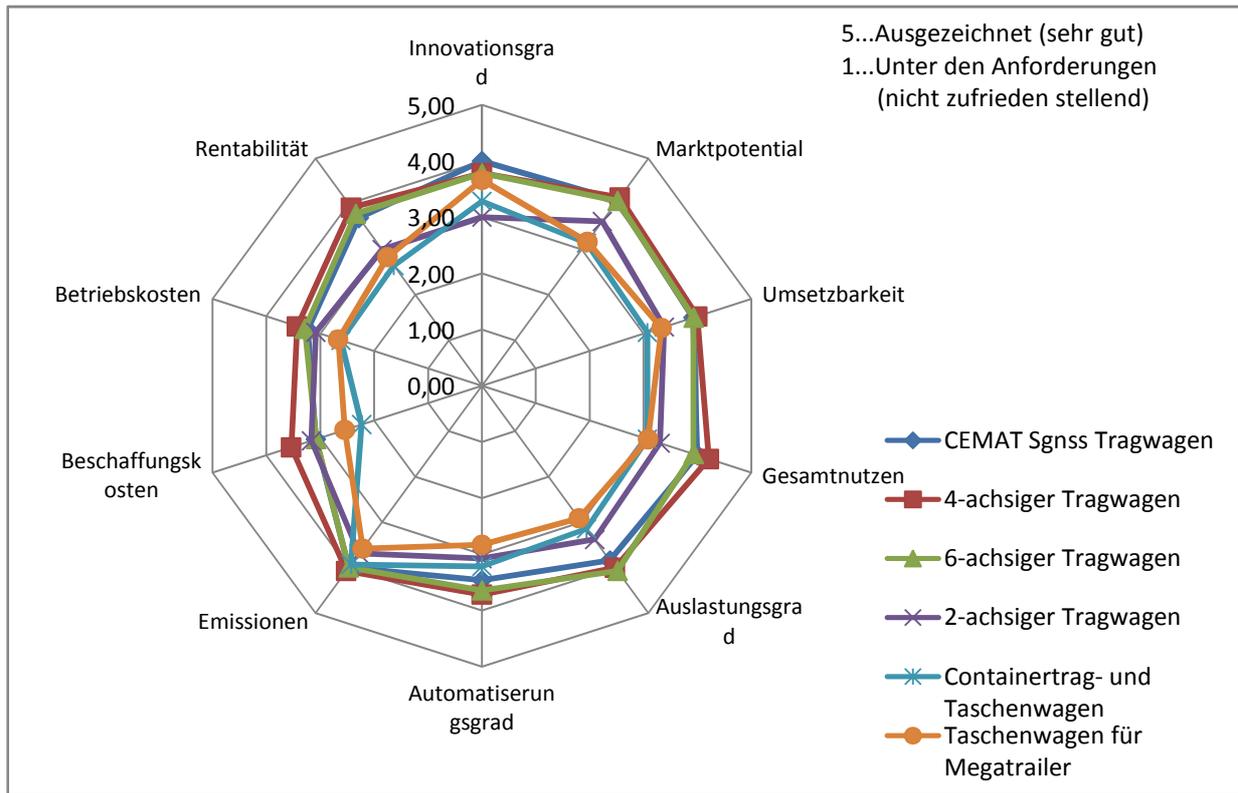


Abbildung 23 Bewertungsdimensionen Waggon

Aus Abbildung 23 ist eine gleichmäßige Verteilung der Innovationen über alle Dimensionen ersichtlich. Die genauen Resultate der Evaluierung durch die Experten sind im Anhang S. XXVIII ff. ersichtlich.

## 4 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Der KV wird unter anderem durch die Disziplinen Eisenbahnwesen, Logistik, Schienenfahrzeugbau, Materialwissenschaften und Innovationstheorie bestimmt. Ziel dieser Arbeit ist es, die vieldimensionalen Faktoren zu erkennen, die Auswirkungen für den KV abzuleiten, für die Akteure eine Übersicht zu schaffen, um die Faktoren für Innovationen zu erkennen, und eine Einschätzung der identifizierten Technologien zu geben.

Die Ausgangslage bilden die strukturellen Rahmenbedingungen auf politischer Ebene, die Aktivitäten durch die operativen Akteure sowie die (geltenden/ sich einstellenden) Marktkräfte. Die Rahmenbedingungen der Schieneninfrastruktur sind maßgebend für die technologischen Gegebenheiten. Die Regelungen des Straßengüterverkehrs sind ebenfalls zu berücksichtigen. Auf strategischer Ebene lässt sich erkennen, dass sowohl der intramodale Wettbewerb (zwischen den Eisenbahnverkehrsunternehmen bzw. KV Akteuren) als auch der intermodale Wettbewerb (zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern) den Handlungsspielraum des KV beschreibt. Bezeichnend für diesen Wettbewerb ist die Aufteilung des Modal Splits. Die zukünftige Entwicklung, derzeit prognostiziert mit einem Wachstum von bis zu 6 % pro Jahr (Tonnen, siehe Abbildung 6 und Tabelle 4), birgt ein großes Wachstumspotential in sich. Die Auswirkungen des steigenden Güterverkehrsaufkommens sind bezüglich der Systemkapazitäten (z.B. in der Terminallandschaft) zu berücksichtigen. Auf der Ebene der Transportleistung (resp. des Transportgutes) bestimmen die Qualität des Produktes, der Preis sowie der Logistik- und Güterstruktureffekt die Wahl des Transportmodus, meist durch den Verloader oder Vermarkter. Diese vorher genannten Faktoren bilden die Selektionsumgebung für den KV, in dem sich Innovationen durchsetzen müssen. Zusätzliche Faktoren, die wesentlich sind für die Implementierung einer innovativen Technologie sind Marktkräfteverhältnisse, Innovationsmarketing, Lead User Theorie (d.h. die Zusammenarbeit mit den Nutzern und Käufern der Technologie) und die Bewertung der Technologie durch die Akteure. Large Technical Systems, wie dies das Eisenbahnwesen – und damit auch der KV – sind, unterliegen komplexen Zusammenhängen, die den Paradigmenwechsel, respektive den Einsatz radikaler Innovationen im System erschweren.

Maßnahmen, die den KV in der Zukunft positiv beeinflussen können, umfassen Weiterentwicklungen bei den genannten Disziplinen und Rahmenbedingungen. Die

Interoperabilität ist ein wesentliches Kriterium für die europaweite Harmonisierung der Bahnen (und damit des KV) und beeinflusst den freien Netzzugang.<sup>327</sup> In diesem Zusammenhang sind auch zukunftsweisende Investitionen in die Infrastruktur erforderlich, so dass die Kapazitäten dem prognostizierten Wachstum in der Zukunft gerecht werden. Durch die Liberalisierungsinitiativen der EU ist mit einem Aufbrechen der konventionellen Strukturen- und Machtverhältnisse zu rechnen, die neue Innovationen leichter ermöglichen könnten. Die Schaffung europaweiter Standards in allen Bereich des KV (Material, Infrastruktur, Informations- und Kommunikationstechnologie etc.) hat hohe Priorität. Der Prozess des KV, dass die operativen Akteure und die verschiedenen Schnittstellen im Sinne einer effizienten Bewirtschaftung zusammenarbeiten, ist zu optimieren. Damit geht auch ein übersichtliches und differenziertes Angebot an Produktionsprozessen (z.B. Ganzzüge, Shuttlezüge und bimodale Nischenprodukte) einher.

Produktionsmittel müssen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet werden, womit auch eine transparente Kostenstruktur und Prozessabläufe zu beachten sind. „Basis für die Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit der Eisenbahn im intramodalen [...]“<sup>328</sup> und intermodalen Wettbewerb ist die LCC – Betrachtungsweise. Demgemäß sind die Entwicklungen im Schienentransport (siehe Liberalisierungseffekt) ebenso ausschlaggebend, wie die des Straßentransportes. Nachdem beide Transportmodi im KV enthalten sind, ist diese Sichtweise inhärent.

Auf Produkt- bzw. Technologieebene lässt sich erkennen, dass durch den Fortschritt in der Informations- und Kommunikationstechnologie, dem Schienenfahrzeugbau und den numerischen Simulationsmethoden (FEM, MKS) neue Potentiale und Impulse für die Effektivität und Effizienz des KV möglich sind. Innovationen sind vielfältig vorhanden in den Bereichen Behälter, Umschlagtechnik und Waggon. Die Umsetzungsfähigkeit wird durch die Selektionsumgebung bestimmt - dennoch können neue Marktteilnehmer eine höhere Diffusion der vorhandenen Innovationen ermöglichen. Eigene bimodale Systeme können als Nischenprodukte für eigene Lösungen an Kunden implementiert werden. Es ist davon auszugehen, dass das aktive Innovationsklima auf europäischer Ebene hinreichend viele innovative Lösungen für das System des KV hervorbringt.

---

<sup>327</sup> Vgl. Hierzer (2004) S. 73

<sup>328</sup> Ostermann, Hierzer (2003)

Zu Beginn der Arbeit wurden folgende Fragen gestellt:

- Welche Rahmenbedingungen, Prozesse und Marktteilnehmer bilden das Umfeld für innovative Systeme im Kombinierten Verkehr?
- Welche innovativen Technologien sind im kombinierten Verkehr vorhanden und anhand welcher Kriterien sind diese vergleichbar?
- Sind die vorhandenen innovativen Systeme ausreichend für die Zukunft des KV oder sind neue Entwicklungen anzustreben?

Die ersten beiden Fragen wurden mittels Literaturrecherche und Expertengesprächen beantwortet und zuvor nochmals zusammengefasst. Fragestellung 3 wurde mithilfe des Experten-Erhebungsbogens erarbeitet.

Eine absolut quantitative Schlussfolgerung aus den erhaltenen Fragebögen entspricht nicht statistischen Vorgaben, es lässt sich allerdings ein eindeutiger Trend ablesen, der auch von den teilnehmenden Experten bestätigt wird. Es wird in der Zukunft vor allem auf konventionelle Systeme gesetzt werden, die hinsichtlich Eigengewicht und Emissionen (bzw. Komfort/Convenience) durch die Anbieter kontinuierlich optimiert werden; entsprechend der dynamischen Entwicklung des KV ist keine eindeutige Aussage bezüglich einer „ausreichenden Menge an Innovationen“ möglich, anzustreben ist in jedem Fall eine Umsetzung innovativer Technologien mit hohem Marktpotential und Gesamtnutzen. Ein großes Optimierungspotential im KV-System ist hinsichtlich Telematik (und damit Sendungsverfolgung) sowie infrastrukturpolitischer Maßnahmen vorhanden, diese waren allerdings nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Aus der Präsentation der innovativen Technologien für die Expertengruppe lässt sich allgemein ableiten, dass es umfangreiche Entwicklungen gibt, die den Akteuren nicht bekannt sind, und deren Umsetzung im gegebenen System nicht autonom erfolgen kann. Daran anschließend kann man sagen, dass die Implementierung neuer Technologien, die derzeit in verschiedenen Entwicklungsstadien vorhanden sind, im System KV grundsätzlich positive Auswirkungen auf eine innovative Zukunft des KV hat. Dies ist auch der Ansatzpunkt für eine folgende kritische Conclusio.

Der KV stellt ein durch das Schienennetzwerk dominiertes starres System dar, das nun mittels politischer Liberalisierungsvorschriften versucht wird aufzubrechen. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl an Akteuren, die oftmals unterschiedliche Zielvorstellungen bezüglich der

Umsetzung des Produktes KV haben. Es ist kein einheitliches Bild zu erkennen, das dem Endkunden offensichtliche und betriebswirtschaftliche Vorteile des Systems erörtern könnte. Zusätzlich wird die Interaktion durch die national unterschiedlichen Bedingungen erschwert, und das obwohl die Mehrheit der Transportprozesse in der Zukunft grenzüberschreitend stattfinden wird. Eine schnelle Umstellung des Systems wird aufgrund der Systemeigenschaften nicht so kurzfristig erfolgen, was konstante Migrationsprozesse der neuen Technologien erfordert. Andererseits sind radikale Innovationen weniger zu erwarten, die das System fundamentaler neugestalten könnten. Im Zweifelsfall gehen die Entwicklungen kontinuierlich weiter und die Anforderungen an das KV System steigen auf logistischer, kapazitiver und produktiver Ebene progressiv. Die Transportleistungen werden auf jeden Fall erbracht – wenn nicht im KV, dann hauptsächlich im Straßengüterverkehr.

Auf abstrakter Ebene kann man zusammenfassen, dass es vier unterschiedliche Szenarien zur Umsetzung von Innovationen im KV gibt. Man kann die Migration und Integration in den Vordergrund stellen, um ein Nebeneinander unterschiedlicher Systeme und eine gute Interoperabilität sicherzustellen. Die Einführung radikaler Innovationen wird nur durch autonome, d.h. eigenständige Systemumsetzung möglich sein und damit große Impulse ermöglichen. Der Einsatz kundenspezifischer Insellösungen ist vergleichsweise einfach zu realisieren und resultiert in einem hoch differenzierten System. Die Implementierung eines einheitlichen Gesamtsystems wäre eine interessante Variante, die eine komplexe Umsetzung mit sich bringen würde. Diese vier reinen Umsetzungsvarianten stellen die Eckpunkte des Handlungsspielraumes dar, wahrscheinlich ist eine Umsetzung von Mischformen dieser vier Möglichkeiten. (Die Ansätze der Migration und Interoperabilität sind im derzeitigen System sehr dominant.)

Die Entscheidung über diese unterschiedlichen Handlungsvarianten obliegt der Selektionsumgebung und im Allgemeinen der gesellschaftlichen und politischen Meinung. Es wird spannend sein zu beobachten, ob die vorherrschenden Marktformen und staatsnahen Akteure (mit möglichem direktem Eingriff der Staatsmächte) oder neue Marktteilnehmer mit individuellen Konzepten die Innovationstreiber im KV sein werden und wie sich die Situation des KV im Jahr 2015 darstellt.

## Literaturverzeichnis

- ABERLE, G. (2002)** Schienenverkehr und Netzzugang – Regulierungsprobleme bei der Öffnung des Schienennetzes und wettbewerbpolitische Empfehlungen zur Gestaltung des Netzzugangs, Giessner Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg
- ABERLE, G. (2003)** Transportwirtschaft, 4. Auflage, Verlag Oldenbourg, München
- AK (2004)** Verkehrsmengen und Verkehrsemissionen auf wichtigen Straßen in Österreich, 1985 – 2003, Informationen zur Umweltpolitik Nr. 163, Erstellt vom Österreichischen Institut für Raumplanung im Auftrag der AK Wien.
- ALTMANN, K., LENK, M., HETZEL, R. (2007)** Das Betriebs- und Leitsystem für Umschlagbahnhöfe im Kombinierten Verkehr, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 6, Juni 2007, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 328 - 333
- AMELING, D. (2006)** Globalisierung als Motor für die internationale Logistik – Das Beispiel der Stahlindustrie, in: Europäischer Schienengüterverkehr – Ein Markt der Zukunft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf, S. 17 - 31
- BACKHAUS, K., BÜSCHKEN, J. (1998)** Strategische Optionen der DB Cargo im nationalen Kombinierten Verkehr, in: Kombiniertes Verkehr, Göttingen: Vanderhoeck und Ruprecht (Vorträge und Studien aus dem Institut für Verkehrswissenschaft der Universität Münster, herausgegeben von Karl-Hans Hartwig, Heft 32)
- BERNDT, T. (2001):** Eisenbahngüterverkehr, Verlag B.G. Teubner, Stuttgart, 1. Auflage
- BERNDT, T. (2002)** Informationstechnik als Herausforderung und Chance der Güterbahnen in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 322 - 331
- BITTERBERG, U. (2002)** Anforderungen an moderne Hochgeschwindigkeitsgüterwagen, in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 322 - 331
- BMVIT (2005)** BM für Verkehr, Innovation und Technologie, Güterverkehr in Österreich - [http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/statistik/gueterverkehr\\_stand\\_03.html](http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/statistik/gueterverkehr_stand_03.html) 20. September 2007
- BRUCKMANN, D. (2006)** Bietet die Containerisierung neue Chancen für den Einzelwagenverkehr?, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 4, April 2006, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 196 - 202
- BUKOLD, S. (1993)** Logistics by combined transport: Barriers to market entry and strategies of main suppliers, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Bradford: 1993, Vol. 23, Iss.4; pg. 24

- BUKOLD, S. (1996)** Kombiniertes Verkehr Schiene/Straße in Europa – Eine vergleichende Studie zur Transformation von Gütertransportsystemen, Peter Lang Verlagsgruppe, Frankfurt/M.
- DEUTSCHES VERKEHRSFORUM (2003)** Basispapier: Telematik im Schienengüterverkehr, Ekonsult GmbH, Gilching
- DIEKMANN, A. (2004)** Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen, 11. Auflage, Rowohlt, Reinbek bei Hamburg
- ELSINGER, J. (2007)** Kombiniertes Verkehr als Chance zur Entlastung des Straßengüterverkehrs im Alpenraum, BM für Verkehr, Innovation und Technologie, Güterverkehr in Österreich, <http://www.provincia.brescia.it/rassegna/doc/51556365.pdf> ,19. September 2007
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2001)** Weißbuch - Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2005)** Integrated Services in the Intermodal Chain (ISIC) -Final report Task F: Promotion of intermodal transport, European Commission, DG TREN, Hamburg
- EWERS, H.-J., HOLZHEY, M. (1998)** Strategien der Akteure im Kombinierten Verkehr, in: Kombiniertes Verkehr, Göttingen: Vanderhoeck und Ruprecht (Vorträge und Studien aus dem Institut für Verkehrswissenschaft der Universität Münster, herausgegeben von Karl-Hans Hartwig, Heft 32)
- FEIGE, L. (2004)** Wettbewerbsfähiger Güterverkehr – Förderung zur Marktanpassung, BM für Verkehr, Innovation und Technologie, Güterverkehr in Österreich, <http://wko.at/bsv/Kombiverkehr.pdf>, 19. September 2007
- FIEDLER, J. (2005)** Bahnwesen, 5. Auflage, Wernerverlag, Düsseldorf
- FRANK, H. (2006)** Corporate Entrepreneurship, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien
- FRANKE, F., VON HIPPEL, E., SCHREIER M. (2006)** Finding Commercially Attractive User Innovations: A Test of Lead-User Theory, Journal of Product Innovation Management, 2006, 23: 301-315
- FRINDIK, R. (O.J.)** Entwicklungsperspektiven für den Kombinierten Verkehr aus deutscher Sicht, SGKV, Frankfurt
- GASANOV, I., HOFFMANN, H.-K. (2007)** Automatische Spurwechseltechnik für Güterwagen, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 6, Juni 2007, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 318 – 326
- GEMÜNDEN, H.G. (1981)** Innovationsmarketing – Interaktionsbeziehungen zwischen Hersteller und Verwender innovativer Investitionsgüter, J.C.B. Mohr, Tübingen
- HANSEN, W. (2002)** Bedeutung der Güterbahn für Industrieunternehmen – am Beispiel BASF in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u Co KG, Düsseldorf, S. 214 – 223
- HAUSCHILDT, J., SALOMO S. (2007)** Innovationsmanagement, 4. Auflage, 2007, Verlag Fanz Vahlen GmbH, München
- HEIGL, P. (2003)** Verhältnis der Spediteure zum Verkehrsträger Schiene, Vortrag anlässlich des DVWG/IVE Seminars zur Entwicklung des Schienengüterverkehrs, Hannover

- HIERZER, R. (2004)** Synergic Effects of Modern Technologies in the European Railway, in: Auf dem Weg zur "Europäischen" Eisenbahn - Harmonisierung und ITS, Zilina, S. 72 - 76.
- HIERZER, R., KRALL, P., PLIMON, A. (2006)** Mitten im Geschehen des österreichischen und internationalen Schienenverkehrssektors, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 9, September 2006, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 654 – 655
- HIERZER, R., OSSBERGER, M. (2007)** Trassenoptimierung von U-Bahn Bestandsstrecken mit dem Wiener Bogen, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 3, März 2007, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 134 - 139
- HOFFMANN, K., KRENN, E., STANKER, G. (2004)** Fördertechnik, Band 2, 5. Auflage, R. Oldenbourg, Verlag, Wien
- HOFFMANN, K., KRENN, E., STANKER, G. (2005)** Fördertechnik, Band 1, 6. Auflage, R. Oldenbourg, Verlag, Wien
- HÖHNSCHIED, H., LENNARZ, G. (2002)** Eigenproduktion oder Fremdbezug? – „Make or buy“ bei Eisenbahnen in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 256 – 273
- HUBAUER, R. (2005)** DCUS –Modul-Terminal-Konzept, Die Kosten der KLV Transportkette [http://www.hubauer.co.at/downloads/Kosten\\_KLV-Transportkette\\_HUBAUER-hwl-GmbH.pdf](http://www.hubauer.co.at/downloads/Kosten_KLV-Transportkette_HUBAUER-hwl-GmbH.pdf)
- HÜLLEN, J., NEFF, R. (2002)** Privatgüterwagen in der modernen Logistik in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 248 – 254
- IFEU/SGKV (o.J.)** Vergleichende Analyse von Energieverbrauch und CO -Emissionen im Straßengüterverkehr und Kombinierten Verkehr Straße/Schiene, Zusammenfassung und Schlussfolgerung von IRU (International Road Transportation Union) und BGL
- JOSEL, K.-D. (2007)** Anforderungen der DB AG an die Bahntechnik der Zukunft, [http://www.c-na.de/media/cbtauf/vortraege/07%20Josel%20\\_Clusterinitiative.pdf](http://www.c-na.de/media/cbtauf/vortraege/07%20Josel%20_Clusterinitiative.pdf)
- K+P (2006)** Verkehrswirtschaftliche Auswirkungen von innovativen Nutzfahrzeugkonzepten, F+E Vorhaben 96.0889/2006/ im Auftrag des BM für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung in Zusammenarbeit mit der SGKV, Freiburg/Frankfurt, September 2006
- KALIVODA, M., HIERZER, R., OSTERMANN, N., (2006)** Das Infrastrukturbenutzungsentgelt als Steuerungsmechanismus zur Reduzierung des Eisenbahnlärms, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 5, April 2006, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 323 – 328
- KOTLER, P., BLIEMEL, F. (2006)** Marketing-Management, 10. Auflage, Pearson Studium

- KRÜGER, O. (2002)** Speditionen als Partner der Eisenbahnen in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 224 – 231
- KRÜGER, O. (2006)** Chancen der Eisenbahn in der Logistik von morgen, in: Europäischer Schienengüterverkehr – Ein Markt der Zukunft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf, S. 33 - 41
- KUMMER, S. (2006):** Einführung in die Verkehrswirtschaft, unter Mitarbeit von M. Einbock, Ph. Nagl, G. Probst, J.-Ph. Schlaak, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien
- KUMMER, S.,  
SCHRAMM H.-J.  
(2004):** Internationales Transport- und Logistikmanagement, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien
- LIPPE, K.-H.,  
BÄUERLE, M. (2002)** Anforderungen an die Güterbahnen der Zukunft aus Sicht eines Logistikdienstleisters für den Handel anhand eines Konkreten Beispiels in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 232 – 239
- LODERBAUER, H.  
(1995)** Der Kombinierte Verkehr im Alpentransit, Diplomarbeit, TU Wien
- MANDT, D., EXNER, J.  
(2007)** Leise in die Zukunft – Akustikmanagement für moderne Antriebssysteme, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 3, März 2007, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 113 - 118
- MANSON, H.-L.,  
KOMAU, M., HÄFNER,  
I. (2005)** Optimale Fahrzeuge und ihre Instandhaltung im Schienengüterverkehr der Zukunft, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 54, Mai 2005, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 272 – 283
- MARKARD, J.,  
TRUFFER, B. (2006)** Innovation process in large technical systems: Market liberalization as an driver for radical change?, Research Policy 35, S. 609-625
- MARTIN, H. (2006)** Transport- und Lagerlogistik, 6.Auflage, Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden
- MÜLLER, K., WEND,  
F., SCHNIEDER, E.  
(1996)** Schnellumschlagterminal und Logistikkonzept für einen leistungsfähigen Gütertransport auf der Schiene, in: Innovative Umschlagsysteme an der Schiene, VDI Verlag, VDI Berichte 1274, Düsseldorf, S: 79 – 101
- NELSON, R.,  
FAGERBERG, J.,  
MOWERY, D. (2005)** The Oxford Handbook of Innovation, Oxford University Press, New York
- OECD (2001)** Intermodal Freight Transport: Institutional Aspects
- OECD (2002)** Benchmarking intermodal freight transport
- OECD (2005)** Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data, 3. Auflage,
- OECD (2006)** Transport Links between Europe and Asia
- OECD (2007)** Cutting Transport CO<sub>2</sub> Emissions – What Progress?, European Conference of Ministers of Transport
- OSTERMANN, N.  
(2003)** Entwicklungen im europäischen Eisenbahnwesen – Horizont 2010/2020, 1. RTCA-Cluster-Tag

- OSTERMANN, N. (2006)** Vorlesungsunterlagen Bahnerhaltung, Sommersemester 2006, TU Wien
- OSTERMANN, N. (2007)** Vorlesungsunterlagen Eisenbahnwesen, Sommersemester 2007, TU Wien
- OSTERMANN, N., HIERZER R. (2005)** LCC-RAMS-Engineering im Focus, in: Neue Bahn, Nr. 25 A, 24. Juni 2005, S. 12A
- PFÄHLER, W., WIESE, H. (2006)** Unternehmensstrategien im Wettbewerb - Eine spieltheoretische Analyse, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin
- PORTER, M. (1999)** Wettbewerb und Strategie (aus dem Amerikanischen von Stephan Gebauer), Econ Verlag, München
- PORTER, M. (2000)** Wettbewerbsvorteile (Competitive Advantage), Campus Verlag, Frankfurt, 6. Auflage
- PROGTRANS, ZEW (2007)** Transportmarktbarometer – Aktuelle Experteneinschätzung zur Entwicklung des Transportaufkommens und der Preise in den nächsten sechs Monaten, Erhebungsrunde: 1. Quartal 2007
- RAITH, M. (2002)** Kooperation von Eisenbahnunternehmen im Wettbewerb in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 140 - 153
- RAPP (2002)** Bewertung von Qualitätsmerkmalen im Güterverkehr, Forschungsauftrag ASTRA 2002/011, Schlussbericht, Lugano/ Zürich
- RIECKENBERG, T. (2004)** Telematik im Schienengüterverkehr - ein konzeptionell-technischer Beitrag zur Steigerung der Sicherheit und Effektivität, Dissertation TU Berlin
- SCHEFFLER, M., FEYERER, K., MATTHIAS, K. (1998)** Fördermaschinen: Hebezeuge, Aufzüge, Flurförderzeuge, Verlag Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden
- SCHUMPETER, J. A. (1939)** Business cycles: a theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process
- SCI (O.J.)** Marktstudie Schienengüterverkehr, Auftraggeber: Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, [http://www.buergercenter.nrw.de/broschuerenservice/download/381/Marktstudie\\_Schieneng\\_terverkehr.pdf](http://www.buergercenter.nrw.de/broschuerenservice/download/381/Marktstudie_Schieneng_terverkehr.pdf), 12. September 2007
- SEIDELMANN, CH. (1997)** Der Kombinierte Verkehr - ein Überblick, Erschienen in "Internationales Verkehrswesen" (49) 6/1997, S. 321-324, <http://www.sgkv.de/deutsch/KV-Grundsatzartikel.pdf>
- SEIDELMANN, CH. (2002)** Der Kombinierte Verkehr: Zukunftsmarkt der Eisenbahnen in Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag, Düsseldorf
- SEIDELMANN, CH. (2002)** Der Kombinierte Verkehr – Zukunftsmarkt der Eisenbahnen in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 180 - 193
- SEIDELMANN, CH. (2007)** Interview in OHE-Express, Güterverkehr – Aktuelle Trends und Techniken, 3. Jahrgang, Februar 2007, S. 10ff.

- SGKV (2005)** Geschäftsbericht 2005
- GESCHÄFTSBERICHT** Studiengesellschaft für den kombinierten Verkehr e.V.
- SHEPHERD, W. G. (1997)** The Economics of Industrial Organization – Analysis, Markets, Policies, Prentice Hall, Fourth Edition, New Jersey
- SIEGMANN, J., TÄNZLER, R. U., (1996)** Linienzüge des Kombinierten Verkehrs brauchen innovative Umschlagsysteme, in: Innovative Umschlagsysteme an der Schiene, VDI Verlag, VDI Berichte 1274, Düsseldorf, S. 33 - 40
- STEPAN, A. (1993)** Produktion und Technologie, in: Handbuch der Betriebswirtschaftslehre, 5. Auflage, Schäfer-Poeschl Verlag, S. 3347-3358
- STEPAN, A. (2006)** Corporate Entrepreneurship, Cluster und Innovationsmanagement, in: Frank, H. (Hg) Corporate Entrepreneurship, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien, S. 209 – 230
- UIC DIOMIS (2007)** UIC Diomis Workshop on the infrastructure shortfalls for rail freight today and by 2015, Press Release n° 257  
[www.uic.asso.fr/compresse.php/cp257\\_en.pdf](http://www.uic.asso.fr/compresse.php/cp257_en.pdf)
- UIC-GTC (2004)** Studie über die Kapazitätsreserven der Infrastruktur für den Kombinierten Verkehr mit Zeithorizont 2015, Frankfurt am Main,  
[http://www.uic.asso.fr/download.php/tc/uic\\_finalreport\\_synthese\\_de.pdf](http://www.uic.asso.fr/download.php/tc/uic_finalreport_synthese_de.pdf)
- UIRR (2000)** Kombiniertes Verkehr und die Bahnliberalisierung: von der Theorie zur Umsetzung,  
<http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/TC/Liberali-02-2000-de.pdf>
- UIRR (2000A)** UIRR 30 Jahre Geschichte der Internationalen Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr Schiene-Straße (UIRR) und des Kombinierten Güterverkehrs Schiene-Straße in Europa 1970-2000, Hans Wenger, Brüssel,  
<http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Publi/Buch-D-final.pdf>
- UIRR (2001)** Stellungnahme der UIRR zum Weißbuch der EU-Kommission vom 12.9.200 - „Europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellungen für die Zukunft“
- UIRR (2003)** CO<sub>2</sub> Reduzierung durch Kombinierten Verkehr
- UIRR (2004)** Intermodale Ladeeinheiten – Interoperabilität fördern nicht erzwingen,  
[http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Publi/BrochUIRR-EILU09-04\\_final\\_DE.pdf](http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Publi/BrochUIRR-EILU09-04_final_DE.pdf) 5. Juli 2007
- UIRR (2006)** UIRR Statistics,  
<http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/UIRR/UIRR-Defin2006.pdf>
- UIRR (2007)** Mega Trucks versus Schienengüterverkehr?, Juni 2007  
<http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Publi/Mega-Trucks-brochure-200707-de.pdf>
- UIRR AB** Allgemeine Bedingungen der Internationalen Vereinigung der Gesellschaften für den Kombinierten Verkehr Schiene-Straße (UIRR) In Anwendung ab 1. Juli 1999

- UMWELTBUNDESAMT (2007)** UMWELTSITUATION IN ÖSTERREICH - Achter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat, 1. Juli 2007, Wien
- UN/ECE (2001)** Terminologie des Kombinierten Verkehrs, Prepared by the UN/ECE - the European Conference of Ministers of Transport (ECMT) and the European Commission (EC), New York and Geneva, 2001, <http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/TC/Voc-CEMT.pdf>
- UNSELT, H. G. (2007)** AutoHandling – Verlässlichkeit bei automatischen Handling von intermodalen Ladeeinheiten, Vortrag ISB-Vernetzungsworkshop
- VCÖ (2005)** Effizienter Güterverkehr – Profit für Wirtschaft und Umwelt in der VCÖ – Schriftenreihe „Mobilität mit Zukunft“, LVDM Landesverlag Denkmayr, Wien
- VITINS, J. (2006)** Elektrische Mehrsystemlokomotiven für den internationalen Güterverkehr, in: Europäischer Schienengüterverkehr – Ein Markt der Zukunft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf, S. 129 - 144
- VON BALLESTRM, W.G. (1996)** Bewegung im Intermodalverkehr – „Bimodal“ ist konkurrenzfähig, in: Innovative Umschlagsysteme an der Schiene, VDI Verlag, VDI Berichte 1274, Düsseldorf, S. 137 - 145
- VON PRONDZINSKI, R. (2006)** Wirtschaftliche Energieversorgung für Güterwagen, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 4, April 2006, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 221 - 224
- WALTER, M. (2006)** Interoperabilität und technische Normung der Eisenbahninfrastruktur in Österreich, in: Eisenbahntechnische Rundschau, Nr. 5, Mai 2006, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Hamburg, S. 312 - 315
- WENDLAND, S. (2006)** Pionierleistungen auf der Schiene – AMBROGIO Züge verbinden Europa, in: Europäischer Schienengüterverkehr – Ein Markt der Zukunft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf, S. 239 - 244
- WICHSER, J. (2002)** Güterlogistik und –transport, Skriptum der ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
- WICHSER, J. (2007)** 6. Rahmenprogramm der EU Rückblick aus Sicht der Jury des ISB, Vortrag gehalten bei: Innovatives System Bahn - Künftige Forschungsschwerpunkte und -initiativen im Bahnbereich 14. und 15. Jänner 2007
- WIFO (2007)** WIFO-Wirtschaftsdaten: Verkehr, Übersicht 11.1 <http://www.wifo.ac.at/cgi-bin/tabellen/transtb2.cgi?2+1+verkehr>
- WÖHL, P., GEYER, T. (2002)** Elektrische Mehrsystemlokomotiven für den internationalen Güterverkehr in: Die Güterbahnen – Zukunftsfähige Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, Alba Fachverlag GmbH u CoKG, Düsseldorf, S. 294 – 321

**Gesetzestexte:**

Artikel 9 der Verordnung 3820/85/EWG - Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates vom 20. Dezember 1985 über die Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr ,  
[http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX%3A31985R3820%3ADE%3AHTML)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX%3A31985R3820%3ADE%3AHTML](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX%3A31985R3820%3ADE%3AHTML)  
und

§ 15b Arbeitszeitgesetz -

<http://www.ris2.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40080998.html>

BGBI. I Nr. 117/2005-Kraftfahrsgesetz1967, §4 Abs. 7a, Förderungsmaßnahmen für den Kombinierten Verkehr in Österreich,

[http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/foerderung\\_kv.html](http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/kombiverkehr/foerderung_kv.html), 6.Mai 2007

BGBI. Nr. 855/1994 - Verordnung des Bundesministers für öffentliche Wirtschaft und Verkehr über Ausnahmen vom Wochenend- und Feiertagsfahrverbot hinsichtlich bestimmter Bahnhöfe, [http://www.ris2.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/1994\\_855\\_0.pdf](http://www.ris2.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/1994_855_0.pdf)

EU KOM (2003) 155 – European Intermodal Loading Unit – EILU -

[http://ec.europa.eu/transport/maritime/sss/doc/com\\_2003\\_155\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/transport/maritime/sss/doc/com_2003_155_de.pdf)

Hauptlinien des internationalen Eisenbahnverkehrs (AGC) – [ris.bka.gv.at](http://www.ris.bka.gv.at)

österreichische Gewerbeordnung -

<http://www.ris2.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR11007641.html>

österreichische Patentgesetz

[http://www.patent.bmvit.gv.at/dms/dms.php?id=26741&filename=PatG\\_2006.pdf](http://www.patent.bmvit.gv.at/dms/dms.php?id=26741&filename=PatG_2006.pdf) 29. August 2007

Richtlinie 92/106/EWG, Artikel 1 – RICHTLINIE 92/106 EWG DES RATES vom 7. Dezember 1992 über die Festlegung gemeinsamer Regeln für bestimmte Beförderungen im kombinierten Güterverkehr zwischen Mitgliedstaaten

Richtlinie 96/48/EG des Rates vom 23. Juli 1996 über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems, Anhang 1,

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l24095.htm> ,

[http://www.uic.asso.fr/gv/article.php3?id\\_article=90](http://www.uic.asso.fr/gv/article.php3?id_article=90)

Richtlinie 96/53/EG des Rates vom 25. Juli 1996 zur Festlegung der höchstzulässigen Abmessungen für bestimmte Straßenfahrzeuge im innerstaatlichen und grenzüberschreitenden Verkehr in der Gemeinschaft sowie zur Festlegung der höchstzulässigen Gewichte im grenzüberschreitenden Verkehr

Unternehmensgesetzbuch (UGB) - Bundesgesetz über besondere zivilrechtliche Vorschriften für Unternehmen, [www.ris.bka.gv.at/bundesrecht/](http://www.ris.bka.gv.at/bundesrecht/), 12.03.2007

**Normen:**

DIN 15190-101: 1991 04 - Frachtbehälter; Binnencontainer; Hauptmaße, Eckbeschläge, Prüfungen

DIN 30722/1994 Teil 4: Abrollkipperfahrzeuge; Wechsellader-Einrichtung Abrollbehälter – Abrollbehälter für die Beförderung auf Straße und Schiene

DIN 30722/2007 Teil 1 bis 3: Abrollkipperfahrzeuge bis 26 t/32 t/12 t, Abrollbehältersystem 1570/1570/900 aus Stahl

DIN 30781-1: 1989 05 -Transportkette; Grundbegriffe

DIN CEN/TS 13853/2004 - Vornorm

Wechselbehälter für den kombinierten Verkehr - Stapelbare Wechselbehälter Typ C 745-S16 - Abmessungen, Konstruktionsanforderungen und Prüfung

DIN CEN/TS 14993/2005 - Vornorm

Wechselbehälter für den kombinierten Verkehr - Stapelbare Wechselbehälter Typ A 1371 - Abmessungen, Konstruktionsanforderungen und Prüfung

DIN ISO 1161: 1981 07 - ISO-Container der Reihe 1 - Eckbeschläge – Anforderungen

ÖNORM M 9730: 1977 08 01 - Stetigförderer ; Klassifikation von Stückgut

und ÖNORM M 9732-1: 1989 07 01 - Stetigförderer; Klassifikation und Eigenschaften von Schüttgütern; Klassifikation

ÖNORM V 5727/2000 08 01 Wechsellader-Einrichtung und Abrollbehältern

### Internetquellen:

<http://www.boschko.de/index.php?menu=ftech&content=grulog.php> 5.Mai 2007

[http://ec.europa.eu/ten/transport/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/ten/transport/index_en.htm) 10. September 2007

<http://www.uic.asso.fr>

<http://www.uirr.com>

<http://www.asfinag.at/index.php?module=Pagesetter&func=viewpub&tid=287&pid=11>, 17.05.2007

<http://www.ccg-immobilien.at/cms/cms.php?pageId=12> 12. September 2007

<http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/CM/Publi/IU2007-EUROPA.pdf> 12. September 2007

<http://www.uirr.com/?action=page&page=76&title=Eisenbahninfrastruktur> 12. September 2007

[http://de.wikipedia.org/wiki/Spurweite\\_%28Eisenbahn%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Spurweite_%28Eisenbahn%29), 17.Mai 2007

<http://de.wikipedia.org/wiki/Skaleneffekt> 28.Mai 2007

<http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr2007/07ContentsE.html>, 6. Mai 2007 - UNEC: General provisions and provisions concerning dangerous substances and articles

<http://www.cargoscorecard.de/index.php>

[http://www.voev.ch/oV-Glossar\\_liste.html?letter=T](http://www.voev.ch/oV-Glossar_liste.html?letter=T) 5. Juli 2007

<http://www.transportberater.portal-c.info/315.html>

[http://www.ceinet.org/download/sef\\_2004/2.3\\_WENDT.pdf](http://www.ceinet.org/download/sef_2004/2.3_WENDT.pdf), 30.Mai 2007

<http://www.kombiverkehr.de/leistungen/index-edv.html>, 17.Mai 2007

<http://www.kombiverkehr.de>

<http://www.transfracht.de>

<http://www.ertms.com/>, 29. Mai 2007

<http://de.wikipedia.org/wiki/ERTMS>

[http://www.logistic-inside.com/sixcms/detail.php?template=de\\_lexikon\\_ergebnis&title=V\\*](http://www.logistic-inside.com/sixcms/detail.php?template=de_lexikon_ergebnis&title=V*)

<http://www.tis-gdv.de/tis/taz/e/verlader.htm>, 29.Mai 2007

<http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/vermarktung/vermarktung.htm>, 31.Mai 2007

<http://www.eurokombi.de>

[http://www.uic.asso.fr/tc/article.php3?id\\_article=59](http://www.uic.asso.fr/tc/article.php3?id_article=59) , 20. September 2007

<http://mw1.merriam-webster.com/dictionary/technology> 28. August 2007

<http://www.britannica.com/eb/article-9071527/technology> 28. August 2007

<http://de.wikipedia.org/wiki/Branchenstrukturanalyse> 5. September 2007

<http://de.wikipedia.org/wiki/Marktschranke> 7.September 2007

<http://www.rtca.at/new/index.html>

<http://www.acstyria.com/default2.htm>

<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Bibliometrics> 10

[http://de.wikipedia.org/wiki/Lead\\_User](http://de.wikipedia.org/wiki/Lead_User) 5. Oktober 2007

<http://www.sussex.ac.uk/spru/>

<http://www.zlw-ima.rwth-aachen.de/forschung/projekte/sail/index.html>

<http://www.isu-system.de>

<http://www.bravo-project.com>  
[http://cordis.europa.eu/fp7/dc/index.cfm?fuseaction=UserSite.CooperationCallsPage&id\\_activity=7](http://cordis.europa.eu/fp7/dc/index.cfm?fuseaction=UserSite.CooperationCallsPage&id_activity=7)  
<http://www.iv2splus.at>  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Skalenniveau> 30. August 2007  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Finite-Elemente-Methode> 8. S  
[http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/vkw/tgf/forschung/Fahrzeugsimulation](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/vkw/tgf/forschung/Fahrzeugsimulation)  
[http://www.binnenhafen.info/download/akt\\_5024\\_Abschlussbericht\\_Kap\\_3\\_Grundlagen.pdf](http://www.binnenhafen.info/download/akt_5024_Abschlussbericht_Kap_3_Grundlagen.pdf)  
11. Juli 2007  
[http://www.schienefahrzeugtagung.at/download/PDF2007/3Tag/2\\_Beitelschmidt.pdf](http://www.schienefahrzeugtagung.at/download/PDF2007/3Tag/2_Beitelschmidt.pdf)  
<http://www.bfsv.de> 17. Juli 2007  
<http://www.tis-gdv.de/tis/containe/belast/belast.htm> 5. September 2007  
<http://simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/InnovationenContainerlogistik.pdf> 29. Juni 2007  
[http://simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/RFID\\_Systeme.pdf](http://simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/RFID_Systeme.pdf)  
[http://www.tis-gdv.de/tis/tagungen/svt/svt03/07\\_frahm.pdf](http://www.tis-gdv.de/tis/tagungen/svt/svt03/07_frahm.pdf) 8  
<http://www.tis-gdv.de/tis/containe/arten/standard/standard.htm> 10. September 2007  
<http://www.tis-gdv.de/tis/containe/inhalt2.htm> 1. Juli 2007  
<http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/TC/Voc-CEMT.pdf> S.50 bzw. in all. Lit VZ  
<http://trailerlloyd.de/index.php?id=52> 9. September 2007  
<http://www.continent.it/GE/content.aspx?SE=1&CID=10049> 9. September 2007  
[http://www.cargobull.com/de/S.CS+MEGA\\_39\\_60.html](http://www.cargobull.com/de/S.CS+MEGA_39_60.html) 1. Juli 2007  
[http://www.simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/Betriebsmanagement\\_von\\_KV\\_Terminals.pdf](http://www.simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/Betriebsmanagement_von_KV_Terminals.pdf)  
<http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/images/pdfLaenderEinheitlGueterwagenkennzeichen.PDF>  
[http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter\\_Verkehr/kombinierter\\_Verkehr\\_2Achs\\_Gro\\_\\_cont\\_Wechselbehalt.html](http://www.stinnes-freight-logistics.de/gueterwagenkatalog/deutsch/gueterwagen/kombinierter_Verkehr/kombinierter_Verkehr_2Achs_Gro__cont_Wechselbehalt.html) 10. Juli 2007  
<http://www.railcargo.at/de/Kundenservice/Equipment/Container/index.jsp> - RCA Glossar

### **Links zu Technologien**

<http://www.bromma.com/show.php?id=1016098>  
[http://www.cakeboxx.com/\\_img/open-pipes.jpg](http://www.cakeboxx.com/_img/open-pipes.jpg)  
<http://www.cargobeamer.com>  
<http://www.cargospeed.net>  
<http://www.flexiwaggon.se/tyska/Flexiwaggon.htm>  
<http://www.graaff-transportssysteme.de/index.php?mid=208>  
[http://www.hammarmaskin.se/ge/prod\\_190.php](http://www.hammarmaskin.se/ge/prod_190.php)  
<http://www.het-engineering.com/Frachttransport.20.0.html>  
[http://www.innofreight.com/\\_innofreight/2\\_produkte/innofold.php](http://www.innofreight.com/_innofreight/2_produkte/innofold.php)  
<http://www.isu-system.de/indexde.htm>  
[http://www.josefmeyer.ch/de\\_jmr/innovation.php?navid=2](http://www.josefmeyer.ch/de_jmr/innovation.php?navid=2)  
<http://www.kalmarind.com/show.php?id=1019727>  
<http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020828>  
<http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020838>  
<http://www.cvsferrari.com/jsps/portal/products/pro52.jsp>  
<http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Lgss055.htm>  
<http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Sgnss041.htm>

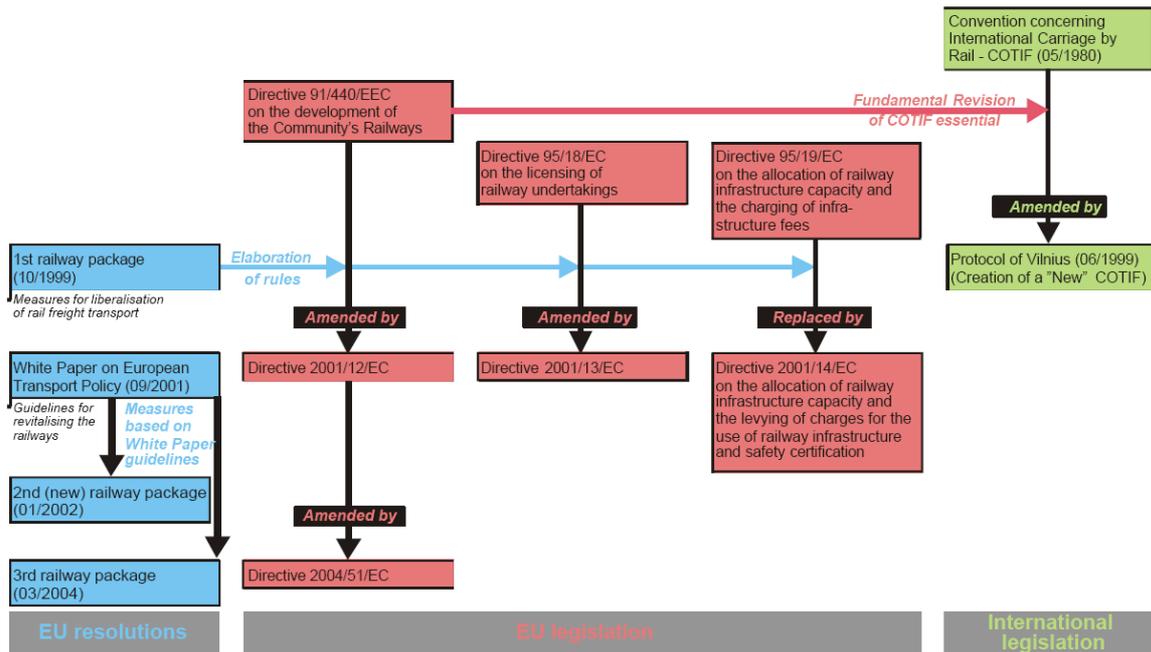
<http://www.kombimodell.de/modell-Sgnss-2.html>  
<http://www.cemat.it/>  
<http://www.meclift.fi/index.php?mid=167>  
[http://www.modalohr.com/images/modalohr\\_concept.jpg](http://www.modalohr.com/images/modalohr_concept.jpg)  
<http://www.neths.ch/foto1.jpg>  
<http://www.new-logistics.biz>  
<http://www.nordic-bulkers.se/>  
[http://www.railcargo.at/de/Unsere\\_Leistungen/Intermodal/Mobiler/Downloads/Mobiler\\_presentation.pdf](http://www.railcargo.at/de/Unsere_Leistungen/Intermodal/Mobiler/Downloads/Mobiler_presentation.pdf)  
<http://www.tuchschmid.ch/kombiverkehr/nick.html>  
<http://www.simcont.net/fileadmin/simcont/downloads/InnovationenContainerlogistik.pdf>  
<http://www.talgo.de/containertragwagen.htm>  
<http://www.kockumsindustrier.se/Products/Freight/Intermodal/Sfgmmns.htm>  
[http://www.werner-weber.com/produkte\\_details.asp?id=48&lang=1](http://www.werner-weber.com/produkte_details.asp?id=48&lang=1)  
<http://www.zapptrans.de/grafik/system1.jpg>  
[http://www.zlw-ima.rwth-aachen.de/forschung/projekte/sail/bilder/bilder\\_demon/waggon\\_h\\_380.jpg](http://www.zlw-ima.rwth-aachen.de/forschung/projekte/sail/bilder/bilder_demon/waggon_h_380.jpg)  
[http://www.hupac.ch/news/05\\_26mag\\_d.htm](http://www.hupac.ch/news/05_26mag_d.htm)  
[www.tuchschmid.ch/bilder/kombiverkehr/actsdrehrahmen/actsdrehrahmen1.jpg](http://www.tuchschmid.ch/bilder/kombiverkehr/actsdrehrahmen/actsdrehrahmen1.jpg)

## 5. Anhang

Ad 2.2.1 Strukturelle Rahmenbedingungen .....	II
Ad 2.2.2 Technologische Rahmenbedingungen.....	II
Ad 2.3 Entwicklung des Verkehrsaufkommens im KV .....	V
Ad 2.4 Spannungsfeld Schiene - Straße .....	IX
Ad 3.1.2 Erhebungsbogen zur Bewertung von Innovationen im KV .....	X
Ad 3.4 Transportbehälter.....	XVIII
Ad 3.5 Umschlagtechnik .....	XXI
Ad 3.6 Waggonbau.....	XXVI

## Ad 2.2.1 Strukturelle Rahmenbedingungen

### Europäische Gesetzgebung:



### Rechtliche Rahmenbedingungen für das Betreiben internationaler Eisenbahntätigkeiten<sup>1</sup>

## Ad 2.2.2 Technologische Rahmenbedingungen

Die Grenzlinie des **Regellichtraums** umschließt den Raum, den ein Fahrzeug benötigt (bzw. zur Verfügung steht). Dabei werden folgende Faktoren berücksichtigt:<sup>2</sup>

- Horizontale und vertikale Bewegung des Fahrzeuges im Gleis,
- Gleislagetoleranzen
- Mindestabstände von der Oberleitung (D: §9(2) EBO)

### Streckenkatoren (UIC Kodex 700 V.)<sup>3</sup>

Streckenklasse	Achslast [t]	Meterlast [t/m]
D4	22,5	8,0
D3	22,5	7,2
D2	22,5	6,4
C4	20,0	8,0
C3	20,0	7,2
C2	20,0	6,4
B2	18,0	6,4
B1	18,0	5,0
A	16,0	5,0

<sup>1</sup> ftp://bravo-public:readonly@ftp.hacon.de/RA\_1/Deliverables/RA1-CMS-D1-HC20041221.pdf

<sup>2</sup> Berndt (2001) S. 56

<sup>3</sup> Vgl. auch Hauptlinien des internationalen Eisenbahnverkehrs (AGC) – ris.bka.gv.at

## Aspekte der Interoperabilität:

### Übersicht europäische Bahnstromsysteme<sup>4</sup>

Gleichstrom	Wechselstrom
15 kV (1500 V)	15 kV / 16 2/3 Hz
Niederlande, Frankreich (Süden), Slowenien, Tschechien, Irland	Deutschland, Norwegen, Österreich, Schweden, Schweiz
3000 V	25 kV, 50 Hz
Belgien, Polen, Italien, Slowakei, Spanien, Tschechien	Bulgarien, Dänemark, Frankreich (Norden), Griechenland, Großbritannien, Portugal, Rumänien, Slowakei, Tschechien, Türkei, Ungarn Schnellfahrstrecken: Belgien, Frankreich, Niederlande, Spanien

#### Spurweiten in Europa



- Spurweite:
- Spurweite 1.435 mm (Normalspur)
  - Spurweite 1.524 mm („Russische Breitspur“)
  - Spurweite 1.600 mm (Irland)
  - Spurbreite 1.668 mm (Spanien)
  - Spurbreite 1.676 mm (Portugal)

#### Legende:

#### Stromsysteme in Europa:



- Stromsysteme (Oberleitungsanlagen):
- 25 kV 50 Hz AC (Wechselstrom)
  - 15 kV 16 2/3 Hz AC (Wechselstrom)
  - 3 kV DC (Gleichstrom)
  - 1,5 kV DC (Gleichstrom)

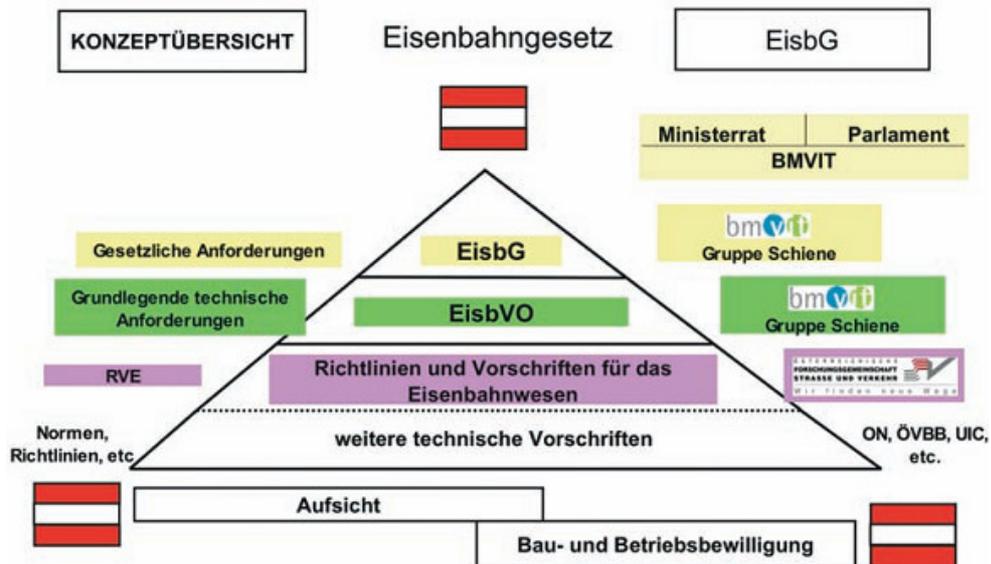
- Alle Karten
- Keine Informationen

5

Die unterschiedlichen technologischen Rahmenbedingungen in Europa, die zur Interoperabilität im Schienenfahrzeugverkehr führen, bewirken auch regulatorische Maßnahmen auf europäischer Ebene (siehe folgende Abbildung).

<sup>4</sup> Kummer (2006), S: 153

<sup>5</sup> [http://magnetbahnforum.de/index.php?de\\_mf\\_higrinf\\_karten\\_uwk\\_eur\\_iop](http://magnetbahnforum.de/index.php?de_mf_higrinf_karten_uwk_eur_iop)



Umsetzung des dreistufigen Konzepts gemäß Interoperabilitätsrichtlinien auf die österreichische Rechtsordnung<sup>6</sup>

### Hochgeschwindigkeitsstrecken in Europa<sup>7</sup>



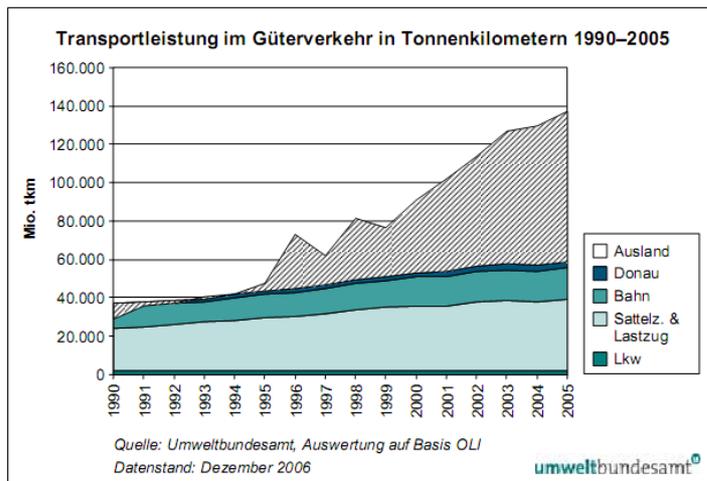
<sup>6</sup> Walter (2006) S. 313

<sup>7</sup> [http://www.isl.uni-karlsruhe.de/fallmodule/nord\\_sued\\_trans/transversale.html](http://www.isl.uni-karlsruhe.de/fallmodule/nord_sued_trans/transversale.html)

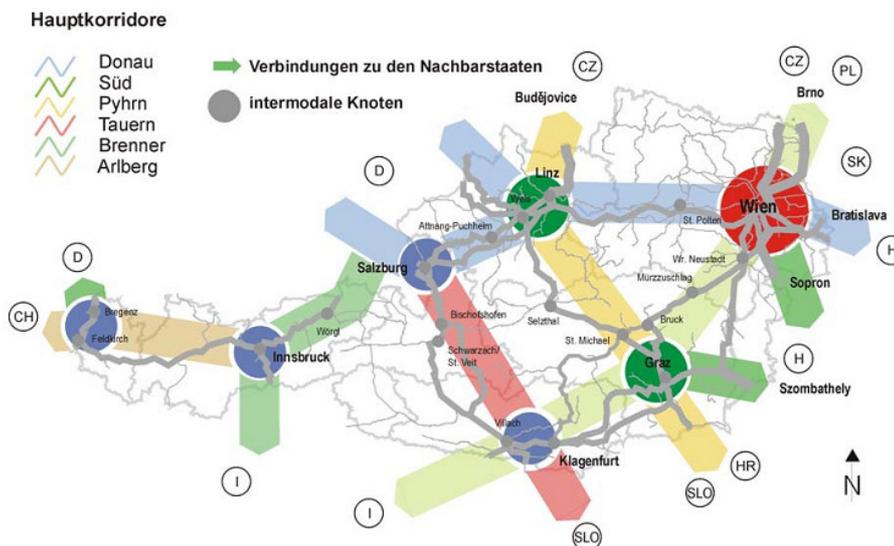
## Ad 2.3 Entwicklung des Verkehrsaufkommens im KV

### Österreich

In den Jahren 1990 bis 2005 hat sich die Transportleistung im österreichischen Güterverkehr um 58% erhöht; etwas 67 % der Transportleistung sind dem Straßen-, ca. 28 % dem Schienenverkehr zuzuordnen. Im europäischen Vergleich liegt die österreichische Bahn auf einem Spitzenplatz, sinkt allerdings stetig.



Transportleistung im Güterverkehr [Tonnenkilometer] 1990 - 2005, Auswertung auf Basis Österreichischer Luftschadstoffinventur (OLI)<sup>8</sup>



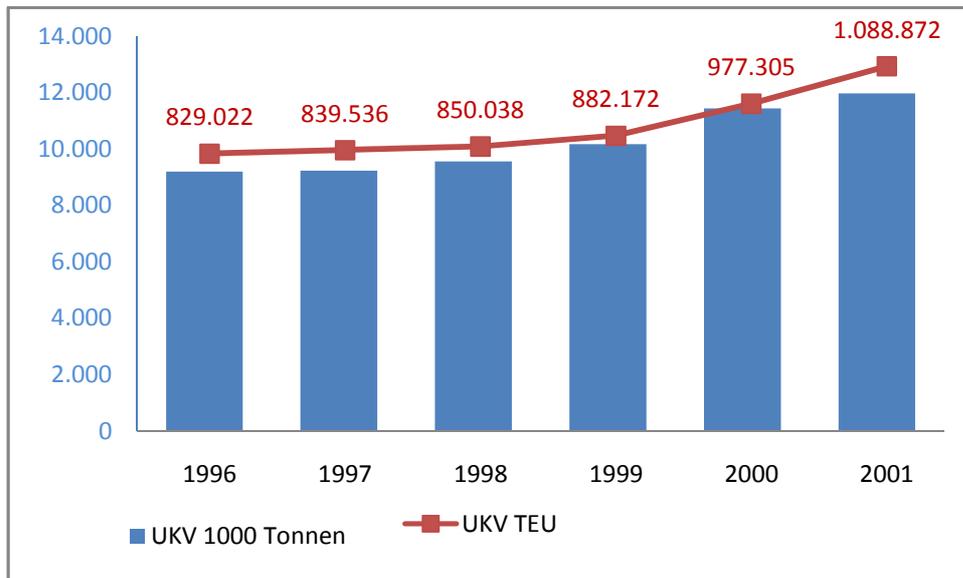
### Hauptkorridore des KV in Österreich<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Umweltbundesamt (2007) S. 188

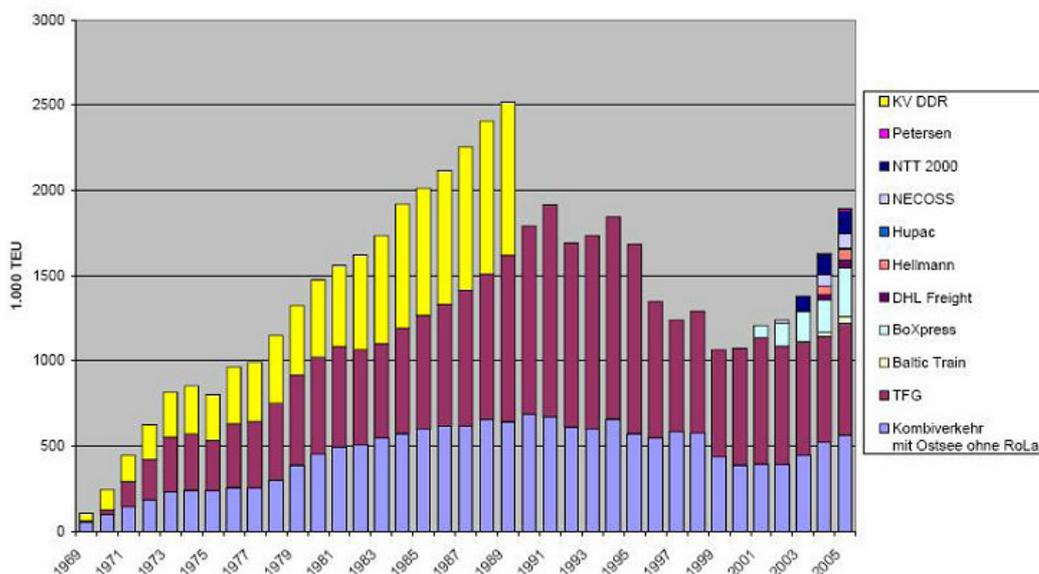
<sup>9</sup> Elsinger (2007)

**KV in Österreich, 1996-2001, [1000 (Brutto-)Tonnen, TEU]<sup>10</sup>**

Österreich		1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Gesamt	1000 Tonnen	15.850	15.932	16.942	18.258	21.405	23.780	
	TEU	1.315.107	1.326.524	1.384.213	1.467.113	1.695.227	1.956.236	
Nach Typ	UKV	1000 Tonnen	9.206	9.242	9.569	10.188	11.455	11.989
		TEU	829.022	839.536	850.038	882.172	977.305	1.088.872
	RoLa	1000 Tonnen	6.645	6.690	7.373	8.070	9.950	11.791
		TEU	486.084	486.988	534.175	584.941	717.922	867.365
Nach Relation	Transitverkehr	1000 Tonnen	5.046	4.873	5.042	5.065	5.762	6.194
		TEU	386.585	377.634	387.718	383.001	427.504	458.377
	Empfang/ Versand	1000 Tonnen	9.411	9.293	10.069	10.231	11.724	13.295
		TEU	779.015	768.145	812.021	823.089	935.023	1.067.703
	Binnenverkehr	1000 Tonnen	1.394	1.766	1.832	2.963	3.919	4.290
		TEU	149.506	180.744	184.474	261.023	332.701	430.156



**Deutschland**



**KV (Schiene-Straße) in Deutschland Deutschland (national) [1.000 TEU], 1969 - 2005<sup>11</sup>**

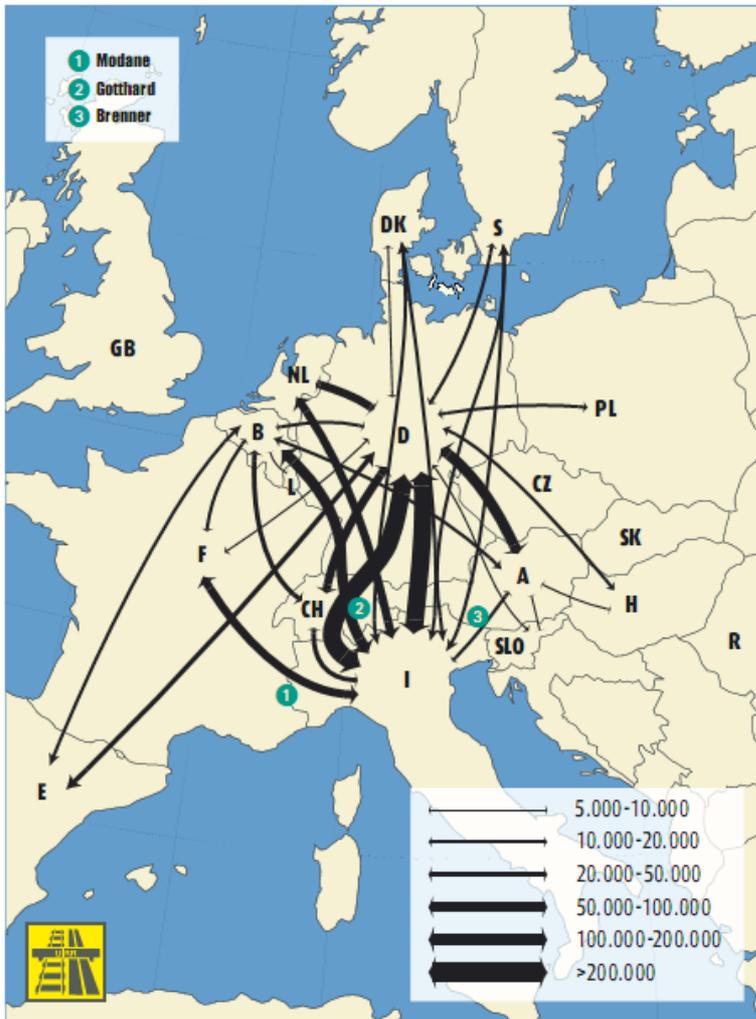
<sup>10</sup> <http://www.bmvit.gv.at/verkehr/gesamtverkehr/statistik/downloads/kv01.pdf>

**Europa:**

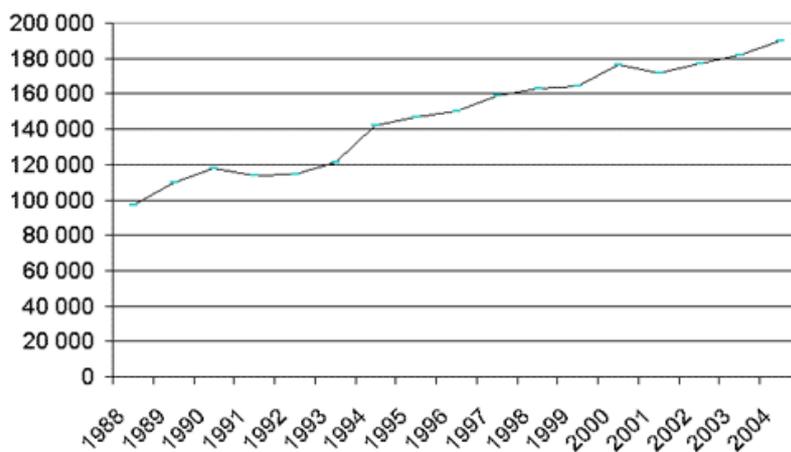
UKV (WAB, Container, Sattelaufleger), UIRR, 1997 – 2006, [1 Sendung = 2,3 TEU]<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Frindik (o.J.) für Deutschland siehe auch VDV (2002) S. 188

<sup>12</sup> UIRR (2006)



Verkehrsflüsse, UIRR, 2005<sup>13</sup>



KV-Entwicklung (EU+Schweiz+Norwegen), [1.000 Tonnen] UIC, jährliches Wachstum 5,1 %<sup>14</sup>

<sup>13</sup> <http://www.uirr.com/uirr/files/File//downloads/UIRR/Flux2005-final-de.pdf>

<sup>14</sup> [http://www.uic.asso.fr/tc/article.php?id\\_article=44](http://www.uic.asso.fr/tc/article.php?id_article=44)

## Ad 2.4 Spannungsfeld Schiene - Straße

### Systemeigenschaften Schiene – Straße Gegenüberstellung<sup>15</sup>

	<b>Bahn</b>	<b>LKW</b>
Systemvorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Transportvolumen/-gewichte (Massengütertransport) über lange Distanzen nach Fahrplan</li> <li>• Eigene Fahrwege (Unabhängigkeit von Staus, generell hohe Pünktlichkeit)</li> <li>• Rund-um-die-Uhr-Betrieb (Nachtsprung)</li> <li>• Geringe Umweltbelastungen (insbesondere Energieverbrauch, Flächenbedarf, Luftschadstoffemissionen)</li> <li>• Hohe Sicherheit</li> <li>• Unabhängigkeit von Witterung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleine Transportvolumen/-gewichte (Stückgut)</li> <li>• Bedienung der Fläche durch hohe Netzdichte (door-to-door-Transporte)</li> <li>• Hohe Flexibilität (zeitlich, räumlich), insbesondere bei kurzen Bestell- und Lieferzyklen</li> <li>• Abdeckung aller Marktsegmente (gewisse Einschränkungen bei Gefahrguttransporten)</li> <li>• Einfacher Informationsfluss zwischen Akteuren und Kunden</li> <li>• Persönliche Begleitung</li> <li>• Geringe Transportschadenquote</li> </ul>
Systemnachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Betriebsaufwand auf Relationen mit geringen Mengen (Rangieren) und bei der Zustellung/Abholung</li> <li>• Bahnfeinerschliessung (Anschlussgleise) bedingt hohe Investitionen</li> <li>• Bahn kann nicht alle Marktsegmente abdecken (Feinverteilung bzw. Sammel- und Verteilverkehre)</li> <li>• Transporte müssen frühzeitig geplant werden (Fahrplan, Bereitstellung, Rollmaterial)</li> <li>• Geringe räumliche und zeitliche Flexibilität</li> <li>• Lokale Lärmprobleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesetzliche Restriktionen (Nacht- und Wochenendfahrverbote, Gewichtslimite)</li> <li>• Abhängigkeit von Staus und Witterung (Pünktlichkeit)</li> <li>• Hohe Umweltbelastungen</li> </ul>

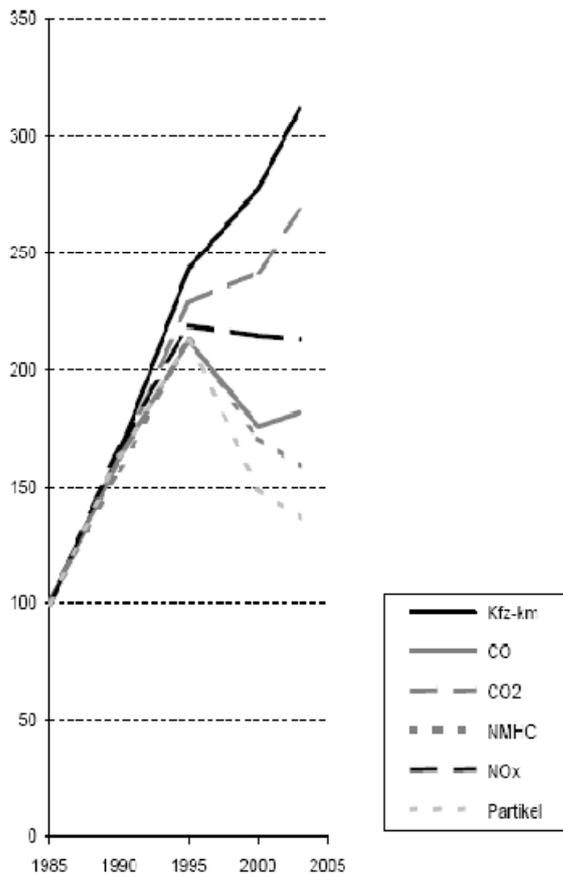
### Energieaufwand im Güterverkehr (Vergleich Schiene – Straße)

#### Güterverkehr - Energieintensität in CO<sub>2</sub>/t-km, EU-15 (2000)<sup>16</sup>

Transportmodus	Energieintensität [Gramm CO <sub>2</sub> /t-km]
Schiene	22,8
Straße	123,1
Binnenschifffahrt	30,9
Martime-Schifffahrt	13,9

<sup>15</sup> Rapp (2002) S. 20f.

<sup>16</sup> OECD (2007) S. 47



Entwicklung der Emissionen im LKW – Verkehr der wichtigsten Straßen in Österreich (1985 – 2005), Basis 1985=100<sup>17</sup>

### Ad 3.1.2 Erhebungsbogen zur Bewertung von Innovationen im KV

Ausgehend von Punkt 3.1.2 des Hauptteiles der Arbeit wurden die folgenden Beurteilungskriterien erarbeitet.

Zur Bestimmung des Ausmaßes des Innovationsgrades kann man die Punkte Beurteilung der Produkttechnologie, Absatzmarkt, Produktionsprozess, Beschaffung, Kapitalbedarf, formale Organisation, informale Organisation gewichten mit 1 (trifft überhaupt nicht zu) bis 7 (trifft voll zu) und auswerten.<sup>18</sup>

Diese detaillierten Fragestellungen wurden hinsichtlich der dazu notwendigen umfangreichen Informationen und der Vielzahl der betrachteten Innovationen nicht herangezogen. Der Innovationsgrad wurde als ganzes gemäß der Definition nach Hauschildt subjektiv als Kennzahl erhoben:

<sup>17</sup> AK (2004) S. 13

<sup>18</sup> Vgl. Hauschildt (2007) S. 23

Innovation allgemein: Innovationen sind qualitativ neuartige Produkte oder Verfahren, die sich gegenüber einem Vergleichszustand "merklich" [...] unterscheiden. Innovationsgrad beschreibt den Innovationsgehalt oder das Ausmaß der Neuartigkeit. Wie hoch schätzen Sie den Innovationsgrad dieser Technologie ein?

Zusätzlich wurde in der Dimension allgemeine Innovationsbewertungskriterien nach Marktpotential, Umsetzbarkeit und Gesamtnutzen gefragt. Dies entspricht gemeinsam den Kriterien der Qualität.

Marktpotential	Der Absatzmarkt wird durch die Items Vertrieb, Kunden und Kommunikation beschrieben. Das Marktpotential kann sich hinsichtlich neuer Märkte und bereits bestehender Märkte ergeben. Wie hoch schätzen Sie die Umsetzung der Technologie auf dem Markt des Kombinierten Verkehrs ein bzw. wie wird diese Technologie von den Marktteilnehmern des KV angenommen (werden)?
Umsetzbarkeit	Ist diese Technologie leicht in das vorhandene System (vorgegeben durch die rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen des KV hinsichtlich Vor-, Nach- und Hauptlauf) integrierbar?
Gesamtnutzen	Wie hoch schätzen Sie den Nutzen für das Gesamtsystem KV ein?

Für die Ausarbeitung des Untersuchungsdesigns waren formale Kriterien, wie leichte Verständlichkeit der Fragen, Möglichkeit zu kurzen Antworten, möglichst wenig Voraussetzung von Kontextwissen, Möglichkeit zu offenen Kommentaren sowie Ausschluss von Langeweile, Ärgern über unverständliche Fragen, Ärgern über unbekannte Märkte und Probleme berücksichtigt.<sup>19</sup>

Es wurden zusätzliche wesentliche Eigenschaften der Technologien im Rahmen des KV hinsichtlich einer ganzheitlichen Bewertung identifiziert und als Evaluierungskriterien herangezogen. Hauschildt identifiziert technische Effekte, sonstige Effekte und ökonomische Effekte als Eigenschaften des Innovationserfolges, welche einen Gesamtnutzen ergeben.<sup>20</sup> Somit wurden neben den allgemeinen Innovationsbewertungskriterien die Dimensionen: spezifische qualitative Kriterien für den Kombinierten Verkehr und quantitative Kriterien herangezogen. Die qualitativen Kriterien wurden für die Bereiche Transportbehälter, Umschlagtechnik und Waggonbau entsprechend definiert. Die Erhebung der quantitativen Kriterien ist als Abfragen der subjektiven Erwartungen der Experten und deren Expertise zu verstehen. Mangels detaillierter Produktkostenaufstellungen, die nur nach einer umfangreichen Produkthanfrage bei unterschiedlichen Herstellern zu erreichen gewesen wäre, war es nicht möglich konventionelle betriebswirtschaftliche Kennzahlen heranzuziehen.

Ursprünglich wurde ein ganzes Set an Bewertungskriterien für die Evaluierung herangezogen, um den spezifischen Anforderungen des KV gerecht zu werden. Diese umfassten beispielsweise: Auslastungskennzahlen wie Gewichtsauslastung, Volumenauslastung,

<sup>19</sup> Vgl. u.a. Diekmann (2004) S. 410ff.

<sup>20</sup> Hauschildt (2007) S. 533f.

Entfernungsauslastung; Kriterien bezüglich Emissionen – Lärm, Umwelt- Preis, Kosten; Geschwindigkeit, Gewicht, Instandhaltung, Sendungsverfolgung, Gesamtnutzen und Integrierbarkeit in das gegebene System sowie Innovationsgrad. Diese spezifischen Eigenschaften hätten zu einem viel komplexeren Untersuchungsdesign und Aufarbeitung der Technologiebeschreibungen geführt. Daher wurden diese Kriterien mit Hilfe der Expertenrunde in die folgenden allgemein formulierte Bewertungskriterien eingearbeitet (siehe später).

Für die Beschreibung des Auslastungsgrades wurden neben den qualitativen Anforderungen in den betrachteten Bereichen die Definitionen aus Aberle<sup>21</sup> herangezogen.

Diese Kriterien wurden auf die verschiedenen Technologien angewandt und mithilfe einer Ordinalskala<sup>22</sup> von 1 bis 5, wobei „5“ (Fünf) die maximale und „1“ (Eins) die geringste Bewertungswertigkeit darstellt, bewertet. Die verwendete Skala kann auch mit der sogenannten Likert-Skala verglichen werden. Die Likert-Technik – Technik der summierten Einschätzungen – wird wegen ihrer Einfachheit und praktischen Brauchbarkeit oft angewendet und hat die Ausprägungen „stimme voll zu (5)“ bis „stimme überhaupt nicht zu (1)“.<sup>23</sup> Um den praktischen Bezug zum Gegenstand KV herzustellen wurde eine Formulierung gewählt, die die Anforderungen des KV impliziert. Als Auswertungscharakteristikum wird der Medianwert herangezogen.<sup>24</sup> Somit wurde für den Bewertungsbogen folgender Schlüssel herangezogen:

- 1 = Unter den Anforderungen (nicht zufrieden stellend)
- 2 = Entspricht knapp den Anforderungen (grenzwertig)
- 3 = Den Anforderungen entsprechend (mittelmäßig)
- 4 = Erkennbar über den Anforderungen (gut)
- 5 = Ausgezeichnet (sehr gut)

Diese semi-quantitative Technik<sup>25</sup> zur Erhebung des vorliegenden Untersuchungsgegenstandes rechtfertigt sich durch die vorliegenden Informationen und das Erhebungsverfahren im Kontext der Expertenrunde (vgl. Lead User Theorie). Auf eine zusätzliche Auswertung mittels Faktoren- oder Clusteranalyse wurde hinsichtlich der beschränkten Möglichkeiten verzichtet. Somit werden die Expertenmeinungen arithmetisch

---

<sup>21</sup> Aberle (2003) S. 25ff.

<sup>22</sup> Eine ordinale Skalierung setzt eine Rangordnung der Objekte bezüglich einer Eigenschaft voraus. Es bestehen Beziehungen der Art größer, "kleiner", "mehr", "weniger", "stärker", "schwächer" zwischen je zwei unterschiedlichen (qualitativen) Merkmalswerten (z.B.  $x > y > z$ ). Der Abstand zwischen den benachbarten Urteilsstufen ist nicht definiert. (Beispiel: Schulnotensystem) (vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Skalenniveau> 30.August 2007 sowie Diekmann(2004) S. 250f.)

<sup>23</sup> Vgl. Diekmann (2004) S. 209f.

<sup>24</sup> Vgl. Diekmann (2004) S. 255

<sup>25</sup> Vgl. Hauschildt (2007) S. 535

ausgewertet, wobei zusätzlich wesentliche offene Kommentare bei der Beurteilung der Technologien angeführt werden.

Zusätzlich wurden die Experten gebeten sich einem Themenbereich zuzuordnen, um eventuell signifikante Unterschiede zwischen technischen, wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Experten erkennen zu können.

### **Spezifische Kriterien für den Kombinierten Verkehr**

#### TRANSPORTBEHÄLTER

Auslastungsgrad	Der Auslastungsgrad soll die ausgenützte Kapazität im Verhältnis zur vorhandenen (bzw. erwünschten) Kapazität hinsichtlich Gewicht, Volumen beschreiben. Wie hoch kann der Auslastungsgrad dieser Technologie eingeschätzt werden?
Auswirkung auf Ablauforganisation	Mit Ablauforganisation sind hier alle Prozesse und Schnittstellen des Kombinierten Verkehrs gemeint (z.B. auch Leerfahrten, Sendungsverfolgung...) Wie hoch wirkt sich Ihrer Einschätzung nach diese Technologie auf den Prozess des Kombinierten Verkehrs als ganzes aus?
Automatisierungsgrad	Der Automatisierungsgrad soll Auskunft über das Verhältnis von manuellen zu automatisierten Fertigungsschritten geben d.h. bei hohem Automatisierungsgrad (5) sind wenige manuelle Manipulationen erforderlich. Wie hoch schätzen Sie den Automatisierungsgrad dieser Technologie ein?

#### UMSCHLAGSYSTEME

Auslastungsgrad	Der Auslastungsgrad soll die ausgenützte Kapazität im Verhältnis zur vorhandenen (bzw. erwünschten) Kapazität hinsichtlich des Gewichts, Volumens, Umschlagfähigkeit (Hübe) beschreiben. Wie hoch kann der Auslastungsgrad dieser Technologie eingeschätzt werden?
Auswirkung auf Ablauforganisation	Mit Ablauforganisation sind hier alle Prozesse und Schnittstellen des Kombinierten Verkehrs gemeint (z.B. Terminaltätigkeiten, Sendungsverfolgung...) Wie hoch wirkt sich Ihrer Einschätzung nach diese Technologie auf den Prozess des Kombinierten Verkehrs als ganzes aus?
Automatisierungsgrad	Der Automatisierungsgrad soll Auskunft über das Verhältnis von manuellen zu automatisierten Fertigungsschritten geben d.h. bei hohem Automatisierungsgrad (5) sind wenige manuelle Manipulationen erforderlich. Wie hoch schätzen Sie den Automatisierungsgrad dieser Technologie ein?

#### WAGGONBAU

Auslastungsgrad	Der Auslastungsgrad soll das Verhältnis der verwendeten Kapazität zur zu Verfügung stehenden beschreiben. Hier soll als Ausgangsgröße die Nutzung der Fläche des Waggons für Transportbehälter dienen, gegebenenfalls sind auch gewichts- oder volumenspezifische Kriterien (wie z.B. höhere zulässige Nutzlast oder höhere Containermaße oder Zug-Gesamtlänge..) mit einzubeziehen. Wie hoch schätzen Sie den Automatisierungsgrad dieser Technologie ein?
Automatisierungsgrad	Der Automatisierungsgrad soll Auskunft über das Verhältnis von manuellen zu automatisierten Fertigungsschritten geben d.h. bei hohem Automatisierungsgrad (5) sind wenige manuelle Manipulationen erforderlich. Wie hoch schätzen Sie den Automatisierungsgrad (hinsichtlich der Verwendung und des Umschlags) dieser Technologie ein?
Emissionen	Emissionen werden hinsichtlich eines zukünftigen Infrastrukturbenützungsentgeltes eine wesentliche Rolle spielen. Wie hoch schätzen Sie die Emissionswerte dieser Technologie ein? (5) = sehr gut, d.h. geringe Emissionswerte!

### **Quantitative Kriterien**

Beschaffungskosten	Wie hoch schätzen Sie die Investitionskosten von Seiten des Operators oder des Kunden (z.B. LKW-Fuhrpark des Verladers) ein?
Betriebskosten	Wie hoch schätzen Sie die Betriebskosten (inkl. Instandhaltungskosten) über den Lebenszyklus für diese Technologie ein?
Rentabilität	Wie hoch schätzen Sie die Rentabilität (= Output/Input bzw. Zusatznutzen/Zusatzinvestition) dieser Technologie ein?

# DA – Innovative Technologien im Kombinierten Verkehr

## Erhebungsbogen zur Bewertung von Technologien

### Bewertungsinformationen

Name:

Datum:

Themenbereich:

### Richtlinien

Füllen Sie den Bewertungsbogen unter Verwendung des folgenden Schlüssels aus:

**1** = *Unter den Anforderungen (nicht zufrieden stellend)*

**2** = *Entspricht knapp den Anforderungen (grenzwertig)*

**3** = *Den Anforderungen entsprechend (mittelmäßig)*

**4** = *Erkennbar über den Anforderungen (gut)*

**5** = *Ausgezeichnet (sehr gut)*

Das heißt „5“ (Fünf) stellt die maximale und „1“ (Eins) die geringste Bewertungswertigkeit dar.

Die vorgestellten Technologien und Bewertungskriterien basieren auf der Präsentation im Rahmen der Arbeitskreissitzung vom 12. Juli 2007 sowie der angefügten Datei DA\_Beschreibungen.pdf. Darin ist die Technologie beschrieben sowie Verlinkungen zu Webseiten angeführt bezüglich weiterer Informationen.

Es werden Technologien für die Bereiche: Transportbehälter, Umschlagtechnik und Waggonbau behandelt. Ihre Expertenexpertise bildet eine fundamentale Grundlage für die Einschätzung der vorgestellten Technologien. **VIELEN DANK FÜR IHRE UNTERSTÜTZUNG!**

Die Erhebung wird nicht anonym durchgeführt, um sich der unterschiedlichen Perspektiven der Teilnehmer bewusst sein zu können. Bitte geben Sie einen Themenbereich an, dem Sie sich zuordnen würden (z.B. theoretische Wissenschaft/Forschung, angewandte Forschung/Entwicklung, Anwender, Consulting). Die Auswertung wird agglomeriert erfolgen.

Bitte führen Sie keine Mehrfachnennungen durch.

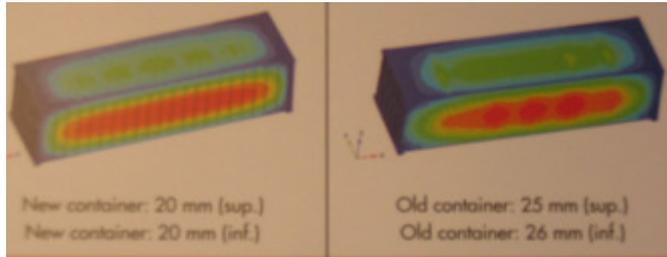
Führen Sie bitte die Bewertung durch, speichern Sie diese unter Ihrem Namen und senden Sie sie bis 3. September 2007 an [lydia.novoszel@student.tuwien.ac.at](mailto:lydia.novoszel@student.tuwien.ac.at) oder [lydia\\_novoszel@gmx.at](mailto:lydia_novoszel@gmx.at).

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

---

## TRANSPORTBEHÄLTER

### CONTAINER – EIGENGEWICHT (1)



#### Allgemeine Innovationskriterien

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Innovationsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marktpotential	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umsetzbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamtnutzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### Qualitative Kriterien für Transportbehälter

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Auslastungsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auswirkung auf Ablauforganisation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automatisierungsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### Quantitative Kriterien

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Beschaffungskosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betriebskosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rentabilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anmerkungen:

## UMSCHLAGSYSTEME

## PORTALKRAN



## Allgemeine Innovationskriterien

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Innovationsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marktpotential	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umsetzbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamtnutzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Qualitative Kriterien für Umschlagssysteme

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Auslastungsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auswirkung auf Ablauforganisation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automatisierungsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Quantitative Kriterien

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Beschaffungskosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betriebskosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rentabilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anmerkung:					

## WAGGONBAU

## 4-achsiger Tragwagen



## Allgemeine Innovationskriterien

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Innovationsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marktpotential	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umsetzbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamtnutzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Qualitative Kriterien für Waggon

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Auslastungsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automatisierungsgrad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Emissionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Quantitative Kriterien

	(5) = Ausgezeichnet	(4) = Erkennbar über den Anforderungen	(3) = Den Anforderungen entsprechend	(2) = Entspricht knapp den Anforderungen	(1) = Unter den Anforderungen
Beschaffungskosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betriebskosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rentabilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anmerkung:					

## Ad 3.4 Transportbehälter

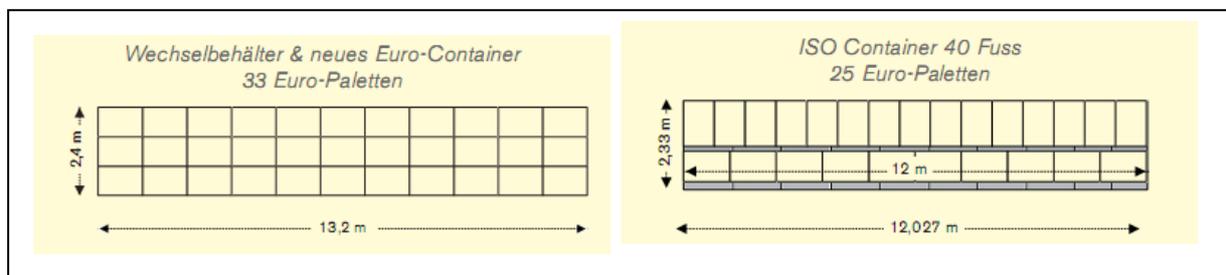
Berndt (2001) listet folgende Ladeeinheiten im KV auf:<sup>26</sup>

- Paletten und Ladeeinheiten auf Palettenbasis
- Kleincontainer (6 Poolpalette – 2,44m x 2,44m x 2,25m, untersch. Türen)
- Mittelcontainer (pa-Container d.h. por aménagé; zw. 6 und 13 m<sup>3</sup>)<sup>27</sup>
- Großcontainer (alle Container ab 10': ISO oder EURO)
- Abrollcontainer (entsprechen nicht ISO für Großcontainer, auch gedeckt verfügbar)
- Wechselaufbauten<sup>28</sup>
- Bimodale Systeme

Die Auflistung von Paletten und ähnlichem entspricht nicht der dieser Arbeit zugrunde liegenden Definition vom Umschlag von Transportbehältern im KV.<sup>29</sup>

### Europäische Intermodale Ladungseinheit (EILU)

In April 2003, the EC produced a draft directive targeting a harmonised and standardised European Intermodal Loading Unit, in line with the provisions of Directive 96/53 on HGV weight limits, in order to boost the efficiency of the intermodal transport chain. The EIA has formed a lobby to uphold its members' interests, trying to find a balance between established intermodal forces and new developments.



Gegenüberstellung EILU, 40' ISO Container<sup>30</sup>

<sup>26</sup> Berndt (2001) S. 25ff. sowie Berndt (2001) S. 30f

<sup>27</sup> Näheres siehe dazu z.B. Scheffler (1998) S. 325

<sup>28,28</sup> Siehe dazu Kapitel 3.3.2 sowie

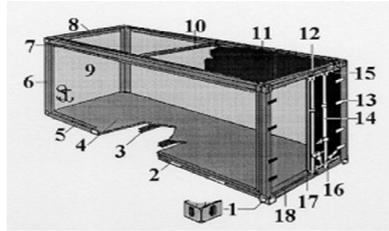
<sup>29</sup> Zur Thematik Klein- und Mittelcontainer siehe unter Anderem Publikationen von Wichser.

<sup>30</sup> [http://www.eia-ngo.com/file/Brochure\\_EIA.pdf](http://www.eia-ngo.com/file/Brochure_EIA.pdf) sowie

[http://www.uirr.com/uirr/files/File/downloads/CM/Publi/BrochUIRR-EILU09-04\\_final\\_DE.pdf](http://www.uirr.com/uirr/files/File/downloads/CM/Publi/BrochUIRR-EILU09-04_final_DE.pdf)

## Bauteile eines Containers

- 1 – Eckbeschlag - corner casting  
 2 – Gabelstaplertasche - forklift pocket  
 3 - Bodenquerträger - bottom cross member  
 4 - Boden - floor  
 5 - Bodnlängsträger - bottom side rail  
 6 - Ecksäule - corner post  
 7 - Dachlängsträger - top side rail  
 8 - Dachquerträger - front top end rail  
 9 - Stirnwand - front end wall  
 10 - Dachspriegel - roof bows  
 11 - Dach - roof panel  
 12 - Türobergurt - door header  
 13 - Scharnier - hinge  
 14 - Türverschlussstange - door locking bar  
 15 - Nocke - cam  
 16 - Nockenhalterung - cam keeper  
 17 - Türdichtung door gasket  
 18 - Türuntergurt door sill



TRANSPORTBEHÄLTER								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			
CONTAINER EIGENGEWICHT (1)	Ausgezeichnet	Erkennbar über den Anforderungen	Den Anforderungen entspr.	Entspricht knapp den Anforderungen	Unter den Anforderungen	Summe Expertenmeinungen	Fehlt auf 17	Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	2	2	11	2	0	17	0	3,24
Marktpotential	4	5	6	2	0	17	0	3,65
Umsetzbarkeit	4	4	7	2	0	17	0	3,59
Gesamtnutzen	2	6	7	2	0	17	0	3,47
Auslastungsgrad	4	5	5	2	0	16	1	3,69
Auswirkung auf Ablauforganisation	1	4	10	1	0	16	1	3,31
Automatisierungsgrad	3	1	7	4	0	15	2	3,20
Beschaffungskosten	2	1	10	3	0	16	1	3,13
Betriebskosten	2	3	10	1	0	16	1	3,38
Rentabilität	3	5	6	2	0	16	1	3,56
CONTAINER EIGENGEWICHT (2)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	5	8	1	1	0	15	2	4,13
Marktpotential	4	7	4	0	0	15	2	4,00
Umsetzbarkeit	5	7	3	0	0	15	2	4,13
Gesamtnutzen	7	6	2	0	0	15	2	4,33
Auslastungsgrad	6	5	3	0	0	14	3	4,21
Auswirkung auf Ablauforganisation	2	7	6	0	0	15	2	3,73
Automatisierungsgrad	3	5	5	1	0	14	3	3,71
Beschaffungskosten	1	2	9	1	1	14	3	3,07
Betriebskosten	0	6	8	1	0	15	2	3,33
Rentabilität	1	8	5	0	0	14	3	3,71
STAPELBARER WAB	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	1	7	5	2	0	15	2	3,47
Marktpotential	1	3	9	2	0	15	2	3,20
Umsetzbarkeit	1	9	3	2	0	15	2	3,60
Gesamtnutzen	1	5	7	1	0	14	3	3,43

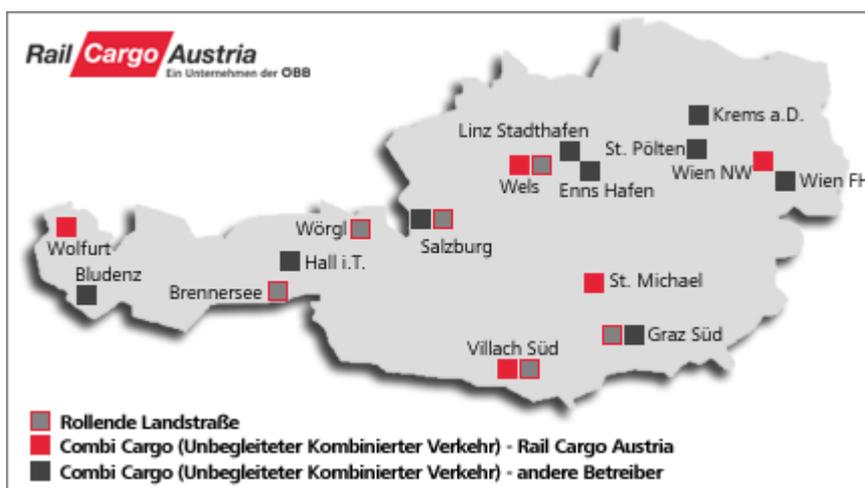


## Ad 3.5 Umschlagtechnik

### Terminalstruktur in Deutschland und Österreich



Standorte von Terminals für KV in Deutschland<sup>31</sup>



Terminallandschaft in Österreich<sup>32</sup>

<sup>31</sup> <http://www.oeko.de/oekodoc/372/2007-021-de.pdf> S. 52

<sup>32</sup> <http://www.railcargo.at/de/Kundenservice/Infrastruktur/Terminal/index.jsp>, Anmerkung: neuer Montan-Terminal in Kapfenberg (<http://www.montanterminal.com/>)

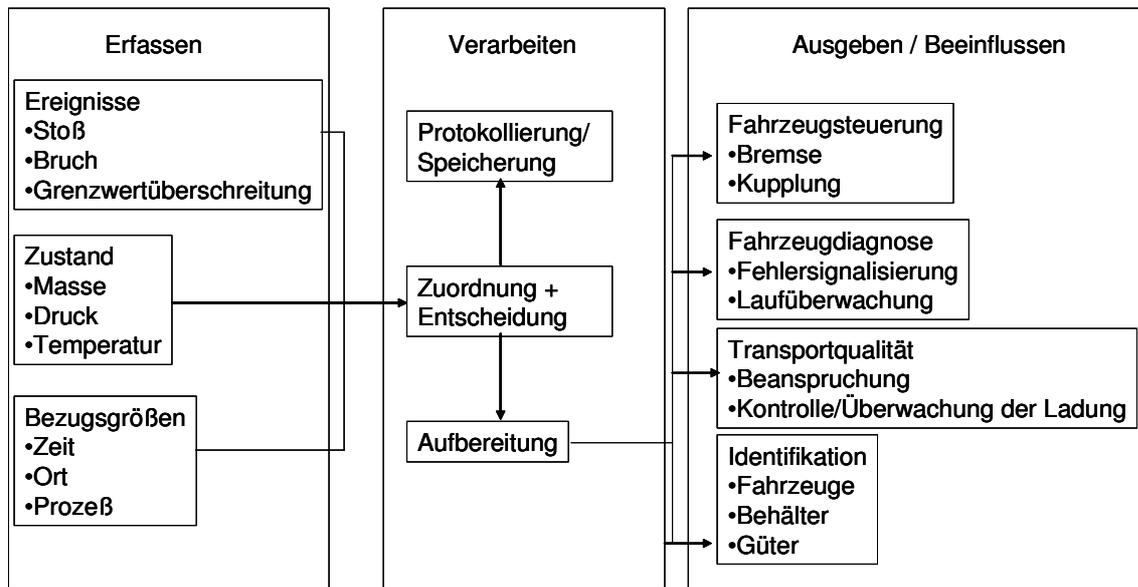
UMSCHLAGTECHNIK								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			
PORTALKRAN	Ausgezeichnet	Erkennbar über den Anforderungen	Den Anforderungen entspr.	Entspricht knapp den Anforderungen	Unter den Anforderungen	Summe Expertenmeinungen	Fehlt auf 17	Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	2	3	8	4	0	17	0	3,18
Marktpotential	3	3	5	6	0	17	0	3,18
Umsetzbarkeit	3	3	5	6	0	17	0	3,18
Gesamtnutzen	2	3	10	1	0	16	1	3,38
Auslastungsgrad	4	4	4	5	0	17	0	3,41
Auswirkung auf Ablauforganisation	2	9	6	0	0	17	0	3,76
Automatisierungsgrad	1	6	9	1	0	17	0	3,41
Beschaffungskosten	1	1	6	3	6	17	0	2,29
Betriebskosten	1	2	5	4	5	17	0	2,41
Rentabilität	2	2	6	6	1	17	0	2,88
<b>REACH STACKER</b>								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	2	3	11	1	0	17	0	3,35
Marktpotential	10	4	3	0	0	17	0	4,41
Umsetzbarkeit	7	7	3	0	0	17	0	4,24
Gesamtnutzen	6	8	3	0	0	17	0	4,18
Auslastungsgrad	4	10	3	0	0	17	0	4,06
Auswirkung auf Ablauforganisation	6	7	4	0	0	17	0	4,12
Automatisierungsgrad	2	11	3	1		17	0	3,82
Beschaffungskosten	0	8	6	3	0	17	0	3,29
Betriebskosten	0	3	10	4	0	17	0	2,94
Rentabilität	1	10	6	0	0	17	0	3,71
<b>STRADDLE CARRIER</b>								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	2	6	4	3	0	15	2	3,47
Marktpotential	2	0	7	5	1	15	2	2,80
Umsetzbarkeit	2	1	9	3	0	15	2	3,13
Gesamtnutzen	2	0	10	3	0	15	2	3,07
Auslastungsgrad	1	2	10	2	0	15	2	3,13
Auswirkung auf Ablauforganisation	2	4	9	0	0	15	2	3,53
Automatisierungsgrad	2	0	11	2	0	15	2	3,13
Beschaffungskosten	0	2	7	4	1	14	3	2,71
Betriebskosten	0	0	9	5	0	14	3	2,64
Rentabilität	0	1	8	5	0	14	3	2,71
<b>SIDE REACH STACKER</b>								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	0	2	6	5	1	14	3	2,64
Marktpotential	0	3	2	7	2	14	3	2,43
Umsetzbarkeit	0	2	6	6	0	14	3	2,71
Gesamtnutzen	0	2	6	6	0	14	3	2,71
Auslastungsgrad	0	1	7	5	1	14	3	2,57
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	1	3	8	2	14	3	2,21

Automatisierungsgrad	0	2	7	3	2	14	3	2,64
Beschaffungskosten	0	1	1	10	1	13	4	2,15
Betriebskosten	0	0	4	9	0	13	4	2,31
Rentabilität	0	0	8	4	1	13	4	2,54
ISU - Innovativer Sattel Umschlag	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	4	3	4	5	0	16	1	3,38
Marktpotential	1	2	5	7	1	16	1	2,69
Umsetzbarkeit	0	2	9	3	2	16	1	2,69
Gesamtnutzen	1	3	3	9	0	16	1	2,75
Auslastungsgrad	0	1	4	9	2	16	1	2,25
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	3	2	5	6	16	1	2,13
Automatisierungsgrad	0	0	5	9	2	16	1	2,19
Beschaffungskosten	1	1	5	7	1	15	2	2,60
Betriebskosten	1	3	4	6	1	15	2	2,80
Rentabilität	0	2	5	8	1	16	1	2,50
SEITENLADER	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	2	4	4	3	2	15	2	3,07
Marktpotential	2	2	4	6	1	15	2	2,87
Umsetzbarkeit	2	4	6	2	1	15	2	3,27
Gesamtnutzen	2	4	3	5	1	15	2	3,07
Auslastungsgrad	2	2	4	6	1	15	2	2,87
Auswirkung auf Ablauforganisation	2	2	4	5	2	15	2	2,80
Automatisierungsgrad	1	1	7	4	2	15	2	2,67
Beschaffungskosten	0	1	2	6	5	14	3	1,93
Betriebskosten	0	1	3	8	2	14	3	2,21
Rentabilität	1	0	5	4	4	14	3	2,29
ACTS	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	1	2	6	5	0	14	3	2,93
Marktpotential	0	2	9	3	0	14	3	2,93
Umsetzbarkeit	2	5	4	3	0	14	3	3,43
Gesamtnutzen	1	2	6	5	0	14	3	2,93
Auslastungsgrad	1	1	8	4	0	14	3	2,93
Auswirkung auf Ablauforganisation	1	3	6	4	0	14	3	3,07
Automatisierungsgrad	0	3	7	4	0	14	3	2,93
Beschaffungskosten	0	3	5	3	3	14	3	2,57
Betriebskosten	1	3	7	1	2	14	3	3,00
Rentabilität	1	0	7	5	1	14	3	2,64
NEHTS	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	1	5	2	2	1	11	6	3,27
Marktpotential	0	1	1	5	4	11	6	1,91
Umsetzbarkeit	0	1	3	4	3	11	6	2,18
Gesamtnutzen	0	2	1	6	2	11	6	2,27

Auslastungsgrad	0	0	3	3	5	11	6	1,82
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	1	3	6	1	11	6	2,36
Automatisierungsgrad	1	0	5	3	1	10	7	2,70
Beschaffungskosten	0	0	1	4	5	10	7	1,60
Betriebskosten	0	0	3	2	5	10	7	1,80
Rentabilität	0	0	3	5	2	10	7	2,10
<b>Mobiler</b>	<b>(5)</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>			<b>Gewichteter Mittelwert</b>
Innovationsgrad	0	9	2	2	2	15	2	3,20
Marktpotential	0	1	4	10	0	15	2	2,40
Umsetzbarkeit	0	3	6	4	2	15	2	2,67
Gesamtnutzen	0	2	4	8	1	15	2	2,47
Auslastungsgrad	0	0	6	7	2	15	2	2,27
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	2	8	5	0	15	2	2,80
Automatisierungsgrad	0	2	5	6	2	15	2	2,47
Beschaffungskosten	0	1	1	7	6	15	2	1,80
Betriebskosten	0	0	3	10	2	15	2	2,07
Rentabilität	0	0	4	10	1	15	2	2,20
<b>MCC</b>	<b>(5)</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>			<b>Gewichteter Mittelwert</b>
Innovationsgrad	2	4	3	3	0	12	5	3,42
Marktpotential	1	1	4	4	2	12	5	2,58
Umsetzbarkeit	1	2	2	1	6	12	5	2,25
Gesamtnutzen	1	1	4	4	2	12	5	2,58
Auslastungsgrad	1	1	2	6	2	12	5	2,42
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	2	4	4	2	12	5	2,50
Automatisierungsgrad	1	1	3	5	2	12	5	2,50
Beschaffungskosten	0	2	2	3	4	11	6	2,18
Betriebskosten	1	0	3	2	5	11	6	2,09
Rentabilität	1	1	2	4	3	11	6	2,36
<b>MODALOHR</b>	<b>(5)</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>			<b>Gewichteter Mittelwert</b>
Innovationsgrad	0	4	5	3	1	13	4	2,92
Marktpotential	0	0	3	7	3	13	4	2,00
Umsetzbarkeit	0	0	4	5	4	13	4	2,00
Gesamtnutzen	0	0	5	5	3	13	4	2,15
Auslastungsgrad	0	0	3	8	2	13	4	2,08
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	1	3	3	6	13	4	1,92
Automatisierungsgrad	0	2	2	7	2	13	4	2,31
Beschaffungskosten	0	1	1	3	8	13	4	1,62
Betriebskosten	0	1	1	4	7	13	4	1,69
Rentabilität	0	0	1	8	4	13	4	1,77
<b>CARGO SPEED</b>	<b>(5)</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>			<b>Gewichteter Mittelwert</b>
Innovationsgrad	0	4	2	6	1	13	4	2,69
Marktpotential	0	1	4	4	4	13	4	2,15

Umsetzbarkeit	0	1	3	3	6	13	4	1,92
Gesamtnutzen	0	1	4	3	5	13	4	2,08
Auslastungsgrad	0	1	2	6	4	13	4	2,00
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	1	3	4	5	13	4	2,00
Automatisierungsgrad	0	3	1	3	6	13	4	2,08
Beschaffungskosten	0	0	3	5	4	12	5	1,92
Betriebskosten	0	0	3	6	3	12	5	2,00
Rentabilität	0	0	2	5	5	12	5	1,75
<b>CARGO BEAMER</b>	<b>(5)</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>			<b>Gewichteter Mittelwert</b>
Innovationsgrad	1	4	2	5	1	13	4	2,92
Marktpotential	0	0	3	5	5	13	4	1,85
Umsetzbarkeit	0	2	1	6	4	13	4	2,08
Gesamtnutzen	0	0	4	6	3	13	4	2,08
Auslastungsgrad	0	0	4	5	4	13	4	2,00
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	3	2	6	2	13	4	2,46
Automatisierungsgrad	1	2	1	6	3	13	4	2,38
Beschaffungskosten	0	0	1	3	8	12	5	1,42
Betriebskosten	0	1	1	5	4	11	6	1,91
Rentabilität	0	0	1	6	4	11	6	1,73
<b>FLEXIWAGGON</b>	<b>(5)</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>			<b>Gewichteter Mittelwert</b>
Innovationsgrad	1	6	3	1	1	12	5	3,42
Marktpotential	0	1	4	4	3	12	5	2,25
Umsetzbarkeit	0	1	4	3	4	12	5	2,17
Gesamtnutzen	0	1	4	5	2	12	5	2,33
Auslastungsgrad	0	1	4	5	2	12	5	2,33
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	2	6	0	4	12	5	2,50
Automatisierungsgrad	0	2	5	3	2	12	5	2,58
Beschaffungskosten	0	0	4	4	3	11	6	2,09
Betriebskosten	0	0	5	3	3	11	6	2,18
Rentabilität	0	1	2	4	4	11	6	2,00
<b>SELBSTENTLADEN ER TRAGWAGEN</b>	<b>(5)</b>	<b>(4)</b>	<b>(3)</b>	<b>(2)</b>	<b>(1)</b>			<b>Gewichteter Mittelwert</b>
Innovationsgrad	1	6	4	1	1	13	4	3,38
Marktpotential	0	4	3	5	1	13	4	2,77
Umsetzbarkeit	0	1	9	2	1	13	4	2,77
Gesamtnutzen	0	2	8	2	1	13	4	2,85
Auslastungsgrad	0	0	8	4	1	13	4	2,54
Auswirkung auf Ablauforganisation	0	2	3	7	1	13	4	2,46
Automatisierungsgrad	1	1	8	2	1	13	4	2,92
Beschaffungskosten	0	1	4	3	4	12	5	2,17
Betriebskosten	0	0	5	6	1	12	5	2,33
Rentabilität	0	0	5	6	1	12	5	2,33
							durchschnittlich NICHT ausgefüllt	3,22

### Ad 3.6 Waggonbau



Funktionalität intelligenter Güterwagen<sup>33</sup>

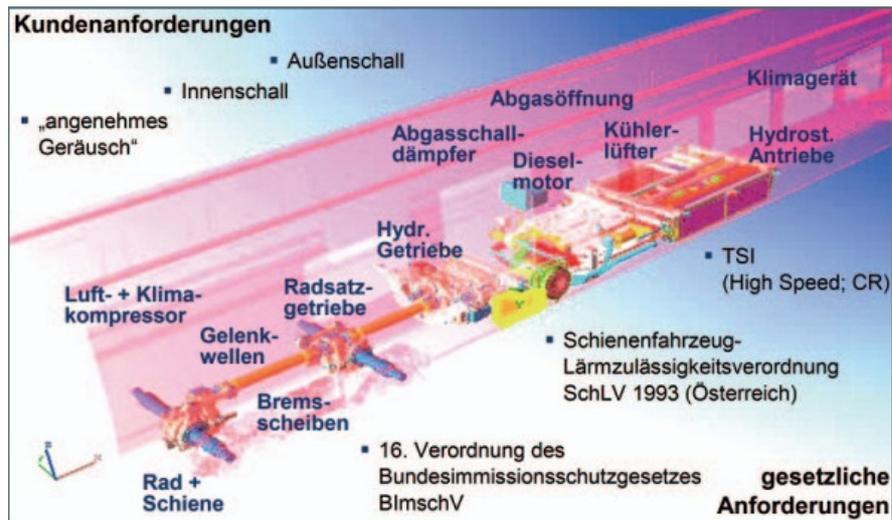
### Übersicht wichtigster Zug- Stoßeinrichtungen<sup>34</sup>

		Willison – Kupplung			
Bauarten	Schrauben- kupplung	Janney- Kupplung	SA 3	AK69 INTERMAT	Z-AK
Übertragung von Zugkräften	Kupplung	Kupplung	Kupplung	Kupplung	Kupplung
Übertragung von Druckkräften	Puffer	Kupplung	Kupplung	Kupplung	Puffer
Kupplung	Beweglich / halbstarr	-	Beweglich / halbstarr	Starr	Starr
Bedienung der Kupplung	Manuell	Automatisch	Automatisch	Automatisch	Automatisch
Verbindung von Haupt- luftleitung Elektrik	Manuell getrennt von Kupplung	Manuell getrennt von Kupplung	Manuell getrennt von Kupplung	Automatisch über Kupplung	Automatisch über Kupplung
Sonst. Anm.	Einfache Konstruktion, hoher manueller Bedienaufwand, in Berner Raum Personal hinein			AK69 von UIC INTERMAT von OSShD (Auch für Güterverkehr geeignet)	Scharfenberg- kupplung im Personenverkehr ICE: ZD-AK
Anwendung	Europa	N-Amerika, Japan, China, Indien, Australien	GUS, Baltikum, Iran	Einzelanw. in Europa	DB AG

<sup>33</sup> Berndt (2001) S. 169

<sup>34</sup> Vgl. Berndt (2001) S. 165f., Anm. Ursprünglich in ganz Europa AK69 oder INTERMAT zur Einführung geplant, aber wurde dann nicht realisiert.

## Schallquellen und Geräuschanforderungen in der Bahntechnik<sup>35</sup>



## RAMS Kriterien als Randbedingungen zur Ermittlung der Lebenszykluskosten<sup>36</sup>



<sup>35</sup> Mandt, Exner (2007) S. 113 ETR

<sup>36</sup> Hierzer, Ossberger (2007) S. 137

<b>WAGGONBAU</b>								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			
2-achsiger Tragwagen	Ausgezeichnet	Erkennbar über den Anforderungen	Den Anforderungen entspr.	Entspricht knapp den Anforderungen	Unter den Anforderungen	Summe Expertenmeinungen	Fehlt auf 17	Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	0	3	8	1	1	13	4	3,00
Marktpotential	2	6	4	0	1	13	4	3,62
Umsetzbarkeit	1	3	9	0	0	13	4	3,38
Gesamtnutzen	2	4	4	2	1	13	4	3,31
Auslastungsgrad	2	4	5	1	1	13	4	3,38
Auswirkung auf Ablauforganisation	1	1	10	0	1	13	4	3,08
Automatisierungsgrad	2	7	3	0	1	13	4	3,69
Beschaffungskosten	1	2	7	2	0	12	5	3,17
Betriebskosten	1	0	10	1	0	12	5	3,08
Rentabilität	1	1	9	1	1	13	4	3,00
<b>4-achsiger Tragwagen</b>								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	3	5	6	0	0	14	3	3,79
Marktpotential	3	10	1	0	0	14	3	4,14
Umsetzbarkeit	3	9	1	1	0	14	3	4,00
Gesamtnutzen	4	9	1	0	0	14	3	4,21
Auslastungsgrad	3	8	3	0	0	14	3	4,00
Automatisierungsgrad	1	8	5	0	0	14	3	3,71
Emissionen	4	7	3	0	0	14	3	4,07
Beschaffungskosten	1	6	5	1	0	13	4	3,54
Betriebskosten	1	4	9	0	0	14	3	3,43
Rentabilität	2	8	3	0	0	13	4	3,92
<b>6-achsiger Tragwagen</b>								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	2	7	5	0	0	14	3	3,79
Marktpotential	5	5	4	0	0	14	3	4,07
Umsetzbarkeit	3	7	4	0	0	14	3	3,93
Gesamtnutzen	4	5	5	0	0	14	3	3,93
Auslastungsgrad	6	3	5	0	0	14	3	4,07
Automatisierungsgrad	1	8	4	1	0	14	3	3,64
Emissionen	3	8	3	0	0	14	3	4,00
Beschaffungskosten	1	1	9	2	0	13	4	3,08
Betriebskosten	1	3	9	1	0	14	3	3,29
Rentabilität	3	6	4	1	0	14	3	3,79
<b>Taschenwagen für Megatrailer</b>								
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	1	6	5	0	0	12	5	3,67
Marktpotential	0	5	4	3	0	12	5	3,17
Umsetzbarkeit	0	6	4	2	0	12	5	3,33
Gesamtnutzen	1	2	6	3	0	12	5	3,08
Auslastungsgrad	1	3	4	2	2	12	5	2,92
Automatisierungsgrad	0	2	6	4	0	12	5	2,83
Emissionen	2	4	5	1	0	12	5	3,58
Beschaffungskosten	0	2	4	3	2	11	6	2,55

Betriebskosten	0	2	6	2	2	12	5	2,67
Rentabilität	1	1	5	5	0	12	5	2,83
Containertrag- und Taschenwagen	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	1	5	5	3	0	14	3	3,29
Marktpotential	1	4	5	4	0	14	3	3,14
Umsetzbarkeit	0	4	7	3	0	14	3	3,07
Gesamtnutzen	0	5	5	4	0	14	3	3,07
Auslastungsgrad	0	4	8	2	0	14	3	3,14
Automatisierungsgrad	0	3	11	0	0	14	3	3,21
Emissionen	3	7	4	0	0	14	3	3,93
Beschaffungskosten	0	0	7	2	4	13	4	2,23
Betriebskosten	0	0	8	5	0	13	4	2,62
Rentabilität	0	1	7	6	0	14	3	2,64
CEMAT Sgnss Tragwagen	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)			Gewichteter Mittelwert
Innovationsgrad	4	5	4	0	0	13	4	4,00
Marktpotential	4	6	3	0	0	13	4	4,08
Umsetzbarkeit	1	10	2	0	0	13	4	3,92
Gesamtnutzen	4	5	4	0	0	13	4	4,00
Auslastungsgrad	3	5	5	0	0	13	4	3,85
Automatisierungsgrad	0	6	7	0	0	13	4	3,46
Emissionen	3	6	3	0	0	12	5	4,00
Beschaffungskosten	0	3	7	2	0	12	5	3,08
Betriebskosten	0	4	8	1	0	13	4	3,23
Rentabilität	2	6	4	1	0	13	4	3,69
durchschnittlich NICHT ausgefüllt							3,83	