



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

## **Diplomarbeit**

# **Entwicklung eines Kostenmodells für den Containertransport auf der Schiene**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

## **Diplom-Ingenieurs**

unter der Leitung von

**Univ.Prof. Dipl.WirtschIng. Dr.-Ing. Wilfried Sihh**

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Produktions- und Logistikmanagement)

**Proj.-Ass. Dipl.-Ing. Heimo Pascher**

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

**Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften**

von

**Philip Ramprecht**

0926123 (033282)

Schikanedergasse 12

1040 Wien

Wien, im März 2016

---

Philip Ramprecht



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

## **Diplomarbeit**

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im März 2016

---

Philip Ramprecht

---

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner gesamten Studienzeit und speziell beim Verfassen dieser Arbeit zur Seite gestanden sind.

An erster Stelle möchte ich mich bei meinen Eltern für ihre wahnsinnige Großzügigkeit bedanken, da ohne ihre finanzielle Unterstützung der Studienabschluss in dieser Art nie möglich gewesen wäre. Doch auch besonders für die persönliche Unterstützung meiner Eltern und meiner beiden Geschwister bin ich sehr dankbar. Danke an meinen Bruder, dass er es aushält mit mir zu wohnen, vor allem als ich während dem Verfassen dieser Arbeit die Wohnung kaum verlassen habe.

Des Weiteren gilt meine Dankbarkeit meinen Studienkollegen, namentlich der NC, die mir nicht nur fachlich zu Seite gestanden sind, sondern den Studienalltag um einiges erträglicher gestaltet haben. Auch meinen vielen anderen wahnsinnig guten Freunden bin ich sehr dankbar für all die Unterstützung und erlebten Momente während meiner Studienzeit. Besonders dankbar bin ich meiner aller besten Freundin, Alexandra Reistenhofer. Danke auch meiner lieben Freundin, dass sie es mit mir aushält und mich immer unterstützt!

Zu Letzt möchte ich noch meinem Betreuer Heimo Pascher danken. Er hat mich bei meiner Arbeit nicht nur inhaltlich sondern auch organisatorisch, trotz seines vollen Terminkalenders, stets mit bewundernswerter Geduld und Freundlichkeit unterstützt.

## Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich zunächst allgemein mit dem Schienengüterverkehr (SGV) in Europa. In den letzten Jahrzehnten wurde dessen Anteil am Modal Split zugunsten des Straßengüterverkehrs immer geringer. Gründe sind neben großen Systemvorteilen des Verkehrsträgers Straße auch die Rückläufigkeit Bahn-affiner Güter und der teilweise Rückbau der Eisenbahninfrastruktur. Speziell in Europa kommen große Interoperabilitätshindernisse wie beispielsweise verschiedene Bahnstrom- und Sicherungssysteme, Spurweiten und Sprachbarrieren zu den Problemen des SGVs hinzu. Besonders die Produktionsform des Einzelwagenverkehrs ist stark rückläufig und spielt in manchen Europäischen Ländern schon heute keine nennenswerte Rolle mehr.

Die Verwendung von standardisierten ISO Containern, besonders im Zuge des Kombinierten Verkehrs, könnte ein Teil der Lösung des Problems sein. Diese Containertransporte auf der Schiene nehmen, als Ausnahme, stark zu. Weitere Maßnahmen sind beispielsweise die Gründung der Rail Net Europe und die Einführung Transeuropäischer Verkehrskorridore durch die Europäische Union, um die Barrieren des SGVs schrittweise abzubauen. Die Liberalisierung des Verkehrsmarktes sollte zusätzlich einen Anreiz für die ehemaligen Staatsbahnen schaffen, sich neu aufzustellen und die Effizienz zu erhöhen. Zusätzlich sollte es privaten Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) die Möglichkeit bieten am Markt mitzumischen.

Die zunehmende Europäisierung und der zusätzliche Wettbewerb setzen insbesondere die EVUs der ehemaligen Staatsbahnen weiter unter Druck. Die konsequente Nutzung betriebswirtschaftlicher Methoden ist heute daher unumgänglich. Um auf Dauer am Verkehrsmarkt wirtschaftlich überleben zu können, müssen die Leistungen zu Preisen mit ausreichender Gewinnspanne über den Vollkosten des Transportauftrages angeboten werden. Für LKW-Transporte ist beispielsweise eine Nutzfahrzeugkalkulation in Speditionsunternehmen im Einsatz. Analog dazu und auf Basis der klassischen Kostenrechnung wird in dieser Arbeit ein Kostenmodell zur Kalkulation der Transportkosten von Containertransporten im Ganzzugverkehr abgeleitet.

Anhand eines sehr praxisnahen Fallbeispiels werden mit Hilfe des entwickelten Kalkulationstools die einzelnen Kostenbestandteile und schließlich die Gesamtkosten für den spezifischen Transportauftrag bestimmt. Beim Vergleich mit Beispielswerten anderer Fallbeispiele und Studien ist darauf zu achten, dass die Kostenbestandteile von vielen verschiedenen Faktoren abhängen. Speziell die gewählte Route spielt eine große Rolle, da beispielsweise die Kosten für die Trassen-Nutzung stark vom Eisenbahninfrastrukturbetreiber abhängen. Auch die Personalkosten weisen große, länderspezifische Unterschiede auf.



---

## Abstract

At first this thesis focuses on the rail freight transport in Europe in general. Over the past couple of decades its share in the modal split has decreased for the benefit of the road transport. Some of the reasons are, besides the big advantages of the road transport system, the decrease of goods important to the rail freight and the retreat of the railroad infrastructure. Especially in Europe big issues concerning the interoperability of the railways like different electricity and security systems, track gauges, and language barriers are added to the problems concerning the rail freight transport. The single wagonloads are a particularly diminishing sector and already do not play a significant part in the freight transport, in some European countries, any more today.

Part of the solution for the problem might be the use of standardized ISO containers, especially as a part of the combined transport. Those transports of containers are, making up an exception in the rail freight transport, rapidly increasing their share. Additional measures are for example the foundation of the Rail Net Europe and the implementation of Trans-European Transport Networks through the European Union, to reduce barriers concerning the rail freight transport. The liberalization of the transport sector is meant to create an additional inducement for the former state railway companies, to restructure themselves and increase their efficiency. It also should give private rail transport companies the chance to enter the market.

This growing Europeanization in addition with the more competitive environment increases the pressure put on the former federal railway companies. Therefore today the consistent use of business management tools is inevitable. In order to survive in the transport sector in the long run financially, services have to be offered for prices that include sufficient profits on top of the full costs resulting from the specific shipping order. For the calculation of costs concerning commercial road vehicles, specific calculation systems are used in conveyance companies. Using a similar approach and based on the classical method of cost accounting, a calculation tool for the transport costs resulting from the container shipment via unit trains, is shaped in the course of this thesis.

Applying the developed calculation tool on a case study, in step with actual practice, allows the determination of the individual cost components and eventually the total expenses emerging from the specific shipping order. When comparing the calculated data with values from other case studies, it is important to keep in mind, that the single components, which make up the total cost, are influenced by a number of different elements. Especially the chosen route can make a big difference, because charges for using the railway tracks vary strongly amongst different providers. The costs concerning employees also depend heavily on the examined country.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	4
1.1	Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	4
1.2	Aufbau und Vorgehensweise .....	5
1.3	Begriffsdefinitionen .....	7
2	„State of the Art“ Gütertransporte auf der Bahn .....	9
2.1	Entwicklung des Schienengüterverkehrs .....	9
2.1.1	Allgemeine Entwicklung des Güterverkehrs .....	9
2.1.2	Entwicklung des Modal Split.....	11
2.1.3	Die Eisenbahnliberalisierung .....	13
2.1.4	Aktuelle Entwicklungen und Aussichten .....	14
2.2	Bahnnetz in Europa .....	16
2.2.1	Allgemein.....	16
2.2.2	Transeuropäisches Verkehrsnetz.....	18
2.2.3	Interoperabilität.....	20
2.3	Ablauf und Regelungen .....	24
2.3.1	Produktionsverfahren .....	25
2.3.2	Technische Regelungen.....	27
2.3.3	Netzzugang und -betrieb .....	30
2.4	Arten von Gütern.....	34
2.5	Waggontypen.....	36
2.5.1	Wagengattungen .....	36
2.5.2	Kennzeichnung.....	38
2.6	Be- und Entladung .....	38
2.7	Anbieter.....	39
2.7.1	DB Schenker Rail Deutschland .....	40
2.7.2	PKP Cargo.....	40
2.7.3	FRET SNFC .....	41
2.7.4	Rail Cargo Austria .....	41
3	Kostenrechnung für den Logistikdienstleister .....	42
3.1	Kostenrechnung in der Spedition.....	42

---

3.1.1	Klassische Vollkostenrechnung und Prozesskostenrechnung .....	43
3.1.2	Begriffliche Grundlagen .....	45
3.1.3	Kostenartenrechnung .....	48
3.1.4	Kostenstellenrechnung .....	56
3.1.5	Kostenträgerrechnung .....	61
3.2	Auftragskalkulation im Schienengüterverkehr.....	65
3.2.1	Infrastrukturnutzungskosten .....	65
3.2.2	Energiekosten.....	67
3.2.3	Triebfahrzeugkosten.....	70
3.2.4	Güterwagenkosten .....	70
3.2.5	Betriebspersonalkosten .....	70
3.2.6	Overheadkosten .....	71
3.2.7	Kalkulationsschema.....	72
3.3	Aufbau des Kostenmodells für Containertransporte mit der Bahn.....	72
3.3.1	Startbildschirm.....	72
3.3.2	Zug bilden.....	74
3.3.3	Strecke wählen .....	84
3.3.4	Personal .....	89
3.3.5	Weitere Angaben.....	91
3.3.6	Berechnung .....	92
3.4	Fallbeispiel .....	98
3.4.1	Betriebsmittel.....	100
3.4.2	Strecke .....	105
3.4.3	Personal .....	113
3.4.4	Weitere Angaben.....	115
3.5	Ergebnisse und Vergleich .....	116
4	Schlussfolgerungen.....	119
5	Anhang.....	122
5.1	Liste der Konten aus Kontenklasse 4 und 7 .....	122
5.2	Variablenverzeichnis.....	122
5.3	Positionsnummern des Kostenmodells.....	123
5.4	Genauer Streckenverlauf .....	124

---

5.4.1	Route durch Slowenien .....	126
5.4.2	Route durch Österreich .....	127
5.4.3	Route durch Deutschland .....	128
5.5	Datenblatt „Berechnung“ des Fallbeispiels .....	129
5.6	Fragebogen zur Expertenbefragung .....	130
6	Literaturverzeichnis .....	132
6.1	Verwendete Literatur.....	132
6.2	Rechtsquellen .....	137
6.3	Internetquellen .....	138
6.4	Weiterführende Literatur .....	139
7	Abbildungsverzeichnis .....	140
8	Formelverzeichnis .....	142
9	Tabellenverzeichnis .....	143
10	Abkürzungsverzeichnis .....	144

# 1 Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Im Schienengüterverkehr dominieren auch nach der Liberalisierung des Verkehrsmarktes nach wie vor Eisenbahnverkehrsunternehmen, die aus den ehemaligen Staatsbahnen hervorgingen, den Markt. Diese geraten durch den steigenden Wettbewerb und den sinkenden Anteil des Schienenverkehrs am Modal Split allerdings immer mehr unter Druck. Der Weg in die Eigenwirtschaftlichkeit geht Hand in Hand mit einer Umstrukturierung alter Unternehmensstrukturen.

Auf die Dauer kann es sich kein Unternehmen leisten, die angebotenen Produkte bzw. Dienstleistungen unterhalb der Vollkosten und ohne gebührenden Gewinnaufschlag anzubieten. Logistikdienstleister und insbesondere Speditionsunternehmen stellen keine Ausnahme dar. Im Straßengüterverkehr ist die Nutzfahrzeugkalkulation für LKWs auf Basis der klassischen Vollkostenrechnung weit verbreitet.

Analog zu der Nutzfahrzeugkalkulation im Straßengüterverkehr soll in dieser Arbeit ein Kostenmodell für Transportleistungen im Schienengüterverkehr entwickelt werden. Da ein allgemein gehaltenes Kalkulationstool zu umfangreich für den Rahmen dieser Arbeit wäre, wird das Kostenmodell unter folgenden Einschränkungen entwickelt:

1. Das Kostenmodell bezieht sich ausschließlich auf Bahntransporte innerhalb Europas, konkret nur auf Trassen jener Eisenbahninfrastrukturunternehmen, die Mitglieder der Rail Net Europe sind.
2. Die Traktion erfolgt ausschließlich durch elektrische Triebfahrzeuge auf Trassen, elektrifiziert mit einem der vier in Europa wesentlichen Stromsysteme.
3. Die Transportleistung muss im Ganzzugverkehr erbracht werden. Transporte im Einzelwagenverkehr können mit diesem Modell nicht berechnet werden.
4. Das Kostenmodell beschränkt sich auf den Transport von ISO-Containern der Größe 20 und 40 Fuß.

Daraus resultiert die Aufgabenstellung *ein* umfassendes Kostenmodell zur Kalkulation, der durch den Containertransport im Ganzzugverkehr mit der Traktion elektrischer Triebfahrzeuge erwachsenden Selbstkosten zu entwickeln. Um diese Angelegenheit ganzheitlich untersuchen zu können, müssen neben kostenspezifischen Sachverhalten auch die Rahmenbedingungen des SGVs in Europa betrachtet werden. Daraus ergeben sich folgende Unterziele für diese Arbeit:

1. Erstellung einer umfassenden Beschreibung der Entwicklung und derzeitigen Situation des Schienengüterverkehrs
2. Klärung systemspezifischer Probleme und Schwierigkeiten
3. Darstellung zu beachtender Abläufe und Regelungen im SGV
4. Schaffung von Verständnis für den Ablauf der klassischen Kostenrechnung speziell aus Sicht eines Speditionsunternehmens
5. Bestimmung der im Schienengüterverkehr relevanten Kostenbestandteile
6. Zuordnung der Anteile der einzelnen kostenspezifischen Transportaufträgen
7. Anwendung des entwickelten Modells auf einen konkreten Transportauftrag und Evaluierung der kalkulierten Werte

## 1.2 Aufbau und Vorgehensweise

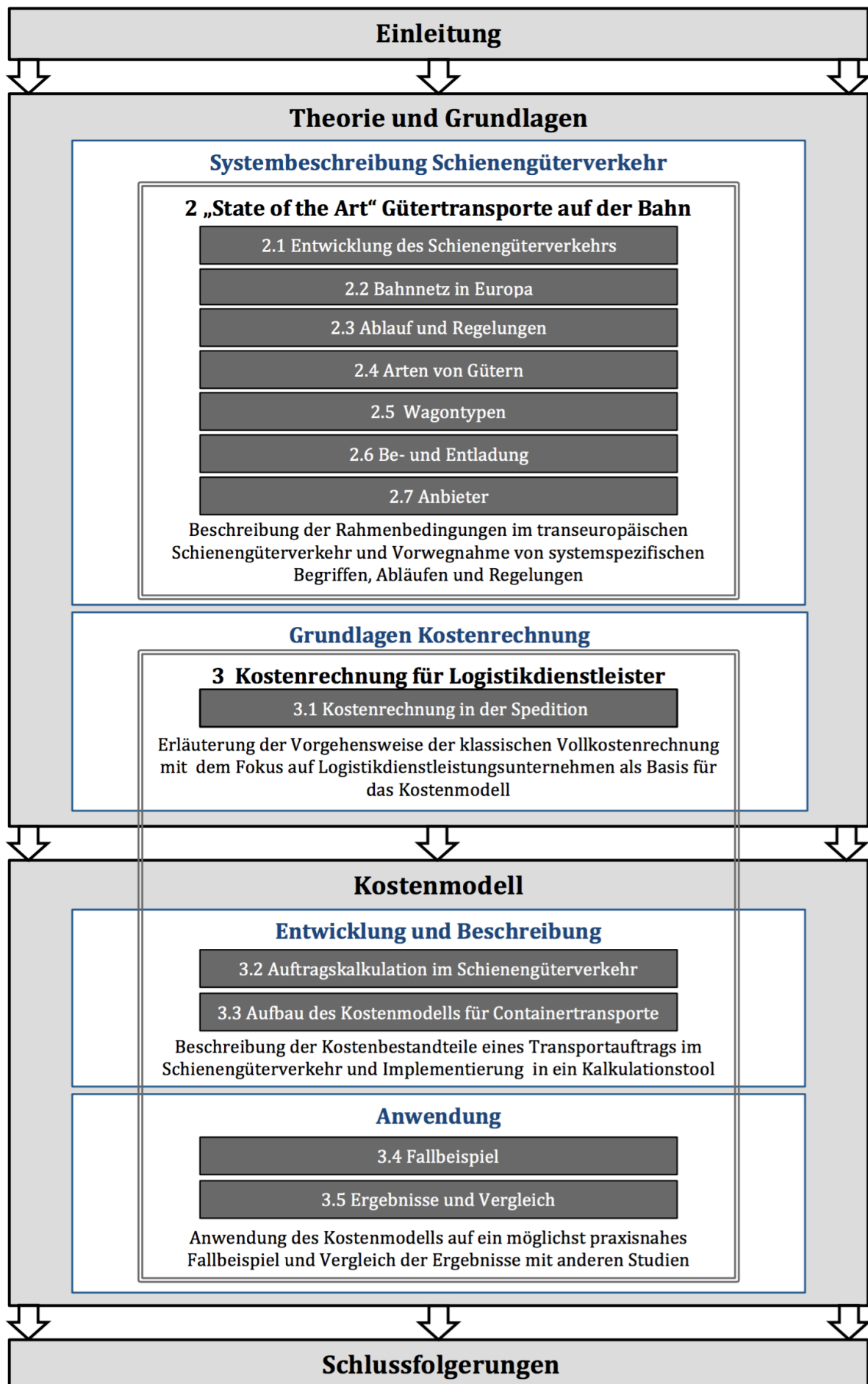
Um einen guten Einstieg in das Thema bieten zu können, wird die Arbeit im Grundlagen und Theorieteil mit einer möglichst umfangreichen Systembeschreibung des Schienengüterverkehrs begonnen. Dieser soll nicht nur die Rahmenbedingungen des SGVs in Europa beschreiben, sondern auch systemspezifische Begrifflichkeiten und übliche Abläufe des Verkehrsträgers für den praktischen Teil der Arbeit vorweg nehmen. Das komplette Kapitel 2 „State of the Art“ Gütertransporte auf der Bahn widmet sich dieser Aufgabe.

Ziel ist es einen möglichst fließenden Übergang vom Theorie- zum Praxisteil der Arbeit zu schaffen. Aus diesem Grund sind manche Unterpunkte des Kapitels „Kostenrechnung für den Logistikdienstleister“ im Theorieteil der Arbeit, während andere Unterpunkte sich bereits mit der praktischen Umsetzung befassen. Begonnen wird das Kapitel mit der Beschreibung der Grundlagen der Kostenrechnung. Dieser Unterpunkt ist zwar eine Komponente des Grundlagenteils, beinhaltet aber Formeln, die direkt in das Kostenmodell übernommen werden.

Der praktische Teil der Arbeit hat seinen Hauptfokus auf der Entwicklung und der Beschreibung des Kostenmodells. Anfangs werden in diesem Bereich teilweise auch theoretische Inhalte bearbeitet, hauptsächlich werden allerdings die allgemeinen Begrifflichkeiten der Kostenrechnung auf die Auftragskalkulation im SGV bezogen. Anschließend wird der Aufbau des Modells im Detail beschrieben.

Zuletzt wird das erstellte Kostenmodell auf ein Fallbeispiel angewandt. Um möglichst praxisnahe Bedingungen zu schaffen, wurde ein Experteninterview mit dem Geschäftsführer der Rail Cargo Logistics- Environmental Services GmbH durchgeführt (der Fragebogen zum Experteninterview befindet sich im Anhang der Arbeit). Anhand der kalkulierten Ergebnisse wird als Abschluss des Praxisteils ein Vergleich mit ähnlichen Studien durchgeführt.

Es folgt eine graphische Darstellung über den Aufbau der Arbeit:



## 1.3 Begriffsdefinitionen

**Einzelkosten** sind Kosten, die bestimmten Bezugsobjekten eindeutig und somit direkt verursachungsgerecht zugerechnet werden können. Sie haben insofern einen relativen Charakter, da sie auf unterschiedliche Bezugsobjekte bezogen werden können. Typische Beispiele für Einzelkosten sind beispielsweise Materialeinzelkosten, Fertigungslöhne und Sondereinzelkosten.<sup>1</sup>

**Einzelwagenverkehr (EV)** ist der Transport einzelner Wagen oder Wagengruppen vom Gleisanschluss des Absenders zum Empfänger. Einzelwagen und Wagengruppen werden meist regional gesammelt und für längere Strecken in überregionale Züge eingestellt.<sup>2</sup>

**Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU)** sind öffentliche oder privatrechtlich organisierte Unternehmen, die Betriebsanlagen betreiben. Dazu gehören neben Bau und Unterhaltung der Schienenwege auch das Führen von Betriebsleit-, Energieversorgungs- und Sicherungssystemen.<sup>3</sup>

**Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)** sind definiert als öffentliche Einrichtungen oder privatrechtlich organisierte Unternehmen, die Eisenbahnverkehrsleistungen erbringen. Unter Eisenbahnverkehrsleistungen werden die Beförderung von Personen oder Gütern auf einer Eisenbahninfrastruktur verstanden.<sup>4</sup>

**Ganzzugverkehr (GV)** ist der durchgehende Gütertransport vom Gleisanschluss des Absenders zum Empfänger. Beispiele dafür sind der Transport von Massengütern wie Eisenerz, Kohle und Kraftfahrzeugen.<sup>5</sup>

**Gemeinkosten** entstehen im Gegensatz zu den Einzelkosten für mehrere bzw. sogar sämtliche Bezugsobjekte (z.B. Kostenträger, Kostenstellen). Daher können sie auch bei Anwendung genauester Erfassungsmethoden nur im Wege einer letztlich stets willkürlichen Schlüsselung auf einzelne Kalkulationsobjekte verteilt werden. Zu unterscheiden sind die *echten Gemeinkosten* von den *unechten Gemeinkosten*, die theoretisch zwar direkt als Einzelkosten auf die Bezugsobjekte zugerechnet werden können, aber stattdessen aus Wirtschaftlichkeitsgründen mit Hilfe der Schlüsselung von Gemeinkosten verrechnet werden.<sup>6</sup>

**Güterstruktureffekt** ist die Bezeichnung für die Veränderungen der Zusammensetzung des Verkehrsaufkommens im Entwicklungsprozess der Volkswirtschaft (Rückgang der Massenguttransporte, Zunahme des Transportes

<sup>1</sup> vgl. Becker, 2007, S. 63

<sup>2</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 11

<sup>3</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 30

<sup>4</sup> vgl. Stölzle, 2010, S. 29

<sup>5</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 10

<sup>6</sup> vgl. Becker, 2007, S. 59f



hochwertiger Stückgüter). Dieser ist bedeutsam für die Entwicklung der Anteile der Verkehrsträger an der Verkehrsleistung beziehungsweise am Verkehrsaufkommen.<sup>7</sup>

**Güterverkehrskorridore** sind gemäß Art2 Abs2 der Verordnung EU Nr913/2010 „alle im Gebiet der oder zwischen den Mitgliedstaaten und gegebenenfalls in europäischen Drittländern ausgewiesenen Eisenbahnstrecken, einschließlich Eisenbahnfähren, die zwei oder mehr Terminals entlang einer Hauptroute und gegebenenfalls anbindenden Umleitungsstrecken und Abschnitten (...) verbinden.“

**Intermodaler Verkehr (IV)** ist dem multimodalen Verkehr (Gütertransport mit mindestens zwei verschiedenen Verkehrsträgern) unterzuordnen und zeichnet sich dadurch aus, dass an den jeweiligen Verkehrsträgerwechselstationen, wie z.B. den Umschlagterminals, lediglich die Ladeeinheit und nicht die Güter selbst gewechselt werden.<sup>8</sup>

**Kombinierter Verkehr (KV)** ist die Beförderung von Ladeeinheiten mit mindestens zwei Verkehrsträgern. Die Ladung wechselt das Transportgefäß dabei nicht und der überwiegende Teil des Transports wird mit der Bahn bzw. einem Binnen- oder Seeschiff bewältigt.<sup>9</sup> Er ist eine Sonderform des Intermodalen Verkehrs, bei dem der Vor- und Nachlauf auf der Straße so kurz wie möglich gehalten werden muss.<sup>10</sup>

**Modal Split** ist die Aufteilung der Transportleistung auf die verschiedenen Verkehrsträger bzw. -mittel.<sup>11</sup>

**Verkehrsleistung** ist eine statische Maßzahl im Verkehrswesen. Im Güterverkehr ergibt sie sich aus dem Produkt von Masse und zurückgelegter Distanz der beförderten Güter. In der Regel wird sie in der Einheit Tonnenkilometer angegeben und beschreibt daher im naturwissenschaftlichen Sinn eigentlich die Verkehrsarbeit.<sup>12</sup>

Der **Wiederbeschaffungsneuwert** berücksichtigt gegenüber dem Kaufpreis Preissteigerungen und technischen Fortschritt. Er stellt eine Teuerung dar, die sich aus dem Kaufpreis mit Hilfe durchschnittlicher Jahresaufschläge errechnen lässt.<sup>13</sup>

**(Zug)Trasse** bezeichnet gemäß § 2 Abs 1 der EIBV-2005 denjenigen Anteil der Schienenwegkapazität eines Betreibers der Schienenwege, der erforderlich ist, damit ein Zug zu einer bestimmten Zeit zwischen zwei Orten verkehren kann.

<sup>7</sup> vgl. Universal Lexikon, Stichwort: Güterstruktureffekt, unter: [http://universal\\_lexikon.deacademic.com/246618/Güterstruktureffekt](http://universal_lexikon.deacademic.com/246618/Güterstruktureffekt) (gelesen am: 07.12.2015)

<sup>8</sup> vgl. Kuhlmann, 2013, S. 23

<sup>9</sup> vgl. Janicki, 2008, S. 438

<sup>10</sup> vgl. Kuhlmann, 2013, S. 23

<sup>11</sup> vgl. Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Modal Split, unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/78671/modal-split-v10.html> (gelesen am: 05.12.2015)

<sup>12</sup> vgl. Ammoser, 2006, S. 29

<sup>13</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 78

## **2 „State of the Art“ Gütertransporte auf der Bahn**

Grundsätzlich ist der Transport von Gütern mit motorisierten Verkehrsmitteln immer mit Umweltbelastungen verbunden. Obwohl die Eisenbahn gegenüber dem Straßenverkehr als das umweltfreundlichere Verkehrsmittel gilt, hat ihre Bedeutung in den letzten 100 Jahren stetig abgenommen.<sup>14</sup> Die Europäische Eisenbahnpolitik ist daher davon gekennzeichnet, durch verschiedene ordnungs-, investitions- und prozesspolitische Maßnahmen die Stellung der Bahn im Wettbewerb zumindest zu stabilisieren. Die Bahn steht allerdings als Wirtschaftsfaktor, Arbeitgeber und Gegenstand politischer Interessen, in einem vielfältigen Interessenskonflikt. Dennoch spielt die Bahn bei der Bewältigung der Verkehrsprobleme der Zukunft eine wichtige Rolle.<sup>15</sup>

Diese Arbeit soll mit einer möglichst breitgefächerten Darstellung des Schienengüterverkehrs begonnen werden. Die Angaben beziehen sich im Allgemeinen auf den Europäischen Raum, manchmal wird auf Besonderheiten einzelner Staaten eingegangen oder auf die Darstellung repräsentativer Länder ausgewichen. Dieses Kapitel erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll einen guten Einstieg in die Materie bieten und die Rahmenbedingungen und Begriffserklärungen für den Praxisteil vorweg nehmen.

### **2.1 Entwicklung des Schienengüterverkehrs**

Jedes Jahr werden mehr Güter über immer größere Entfernungen transportiert. Der freie Waren- und Dienstleistungsverkehr in der EU, in Verbindung mit unterschiedlichen Kostenniveaus in den einzelnen Staaten, kurbelt den Warenaustausch und somit das Verkehrsaufkommen an.<sup>16</sup> Ein großer Teil dieses Wachstums entfällt auf den Straßenverkehr. Die Eisenbahn kann ihre Vorteile vor allem bei großen, schweren und/oder Massengütern auf langer Strecke ausspielen.<sup>17</sup>

#### **2.1.1 Allgemeine Entwicklung des Güterverkehrs**

Um die Entwicklung des Schienengüterverkehrs im Zusammenhang betrachten zu können, wird zunächst kurz auf die allgemeine Entwicklung des Güterverkehrs in Europa eingegangen. In dieser Arbeit wird unter dem Begriff Güterverkehr der

---

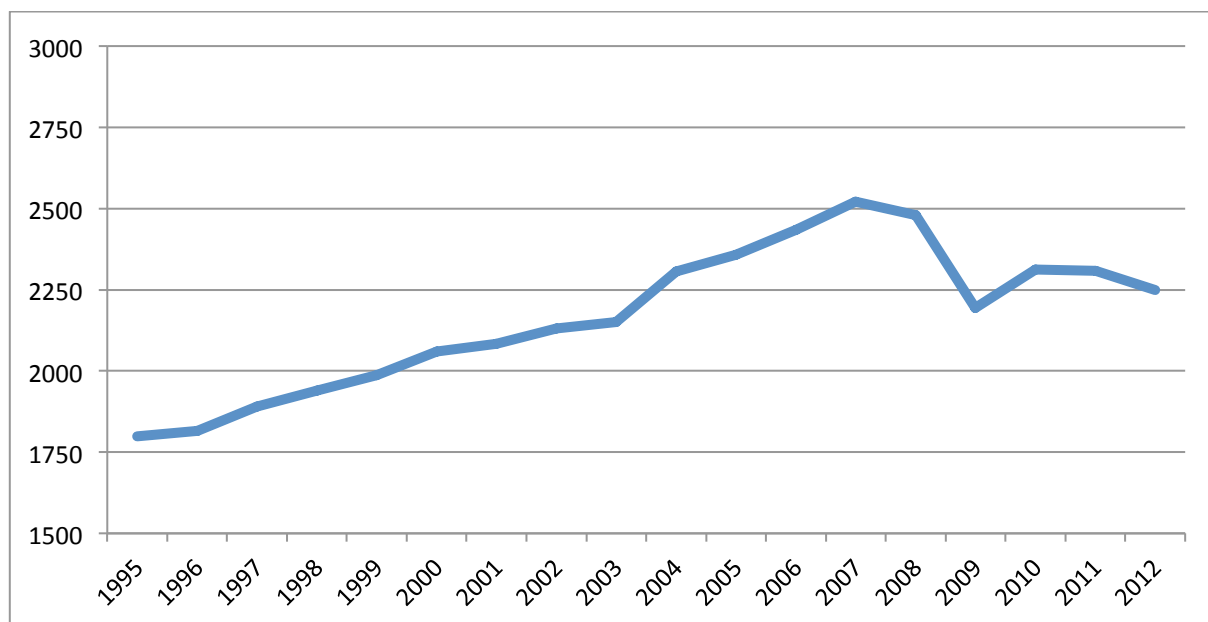
<sup>14</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 14

<sup>15</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 43

<sup>16</sup> vgl. Gronalt, 2010, S. 1

<sup>17</sup> vgl. Posset, 2014, S. 12

Landgüterverkehr (Straßenverkehr, Schienenverkehr und Binnenschifffahrt) mit Ausklammerung von Pipelines verstanden.<sup>18</sup>



**Abbildung 1: Verkehrsleistung [Mrd. tkm] Güterverkehr der EU 28 von 1995- 2012 (eigene Darstellung)<sup>19</sup>**

In Abbildung 1 ist die Entwicklung der gesamten Verkehrsleistung, erbracht von Straße, Schiene und Binnenschifffahrt der 28 Mitgliedstaaten der Europäischen Union, im Laufe von 18 Jahren abgebildet. In den Jahren 1995 bis 2012 stieg die Verkehrsleistung von 1.798,9 Mrd. Tonnenkilometer auf 2.249,8 Mrd. Tonnenkilometer. Dies entspricht einem gesamten Wachstum von etwa 25 % und einem jährlichen Durchschnitt von etwa 1,4%.<sup>20</sup>

Die Auswirkungen der weltweiten Finanz- und Konjunkturkrise im Jahr 2009 sind in diesem Diagramm gut zu erkennen. Nachdem die Verkehrsleistung in den Jahren zuvor ein kontinuierliches Wachstum verzeichnen konnte, fiel diese innerhalb eines Jahres um rund 22 % zurück.<sup>21</sup> (den Daten des Statistical Pocketbook zufolge ca. 11 %).<sup>22</sup>

Seit 2009 kam es zu einer Zunahme der Transportleistung von 2.194 auf 2.249,8 Mrd. Tonnenkilometer. Dies entspricht einem jährlichen Wachstum von rund 0,64 %. Im Vergleich dazu betrug das jährliche Wachstum zwischen 1995 und 2007 ca. 3,1 %.<sup>23</sup>

<sup>18</sup> vgl. Posset, 2014, S. 16

<sup>19</sup> bezüglich Daten vgl. EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, S. 37

<sup>20</sup> vgl. ebenda

<sup>21</sup> vgl. Neumann, 2010, S. 23

<sup>22</sup> vgl. EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, S. 37

<sup>23</sup> vgl. ebenda

Trotz der Wirtschaftskrise und einem verlangsamten Wachstum des Güterverkehrsaufkommens in den letzten Jahren, wird eine erneute Steigerung für die Zukunft prognostiziert.<sup>24</sup> So wird beispielsweise für Deutschland eine Zunahme der Verkehrsleistung des Güterverkehrs um rund 40 % bis zum Jahr 2025 (gegenüber dem Jahr 2011) vorausgesagt<sup>25</sup> (Deutschlands Gütertransportleistung macht in etwa 25 % der Verkehrsleistung der EU- 15 Länder aus).<sup>26</sup>

Es ist davon auszugehen, dass die einzelnen Verkehrssysteme immer häufiger an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen werden. Staus im Straßenverkehr und Engpässe auf Seiten des Schienennetzes sind schon heute die Regel. Um dem auch in Zukunft steigenden Verkehrsaufkommen Stand halten zu können, wird in die Beseitigung von Schwachstellen und den Ausbau der heutigen Infrastruktur investiert werden müssen.<sup>27</sup>

### 2.1.2 Entwicklung des Modal Split

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts ist der Eisenbahnverkehr der große Verlierer auf den Logistikmärkten. Dies lag unter anderem an dem starken Rückgang von Stahlindustrie und Kohlebergbau. Diese beiden Industrien waren sehr wichtige Kunden für den SGV.<sup>28</sup>

Die Eisenbahn hat heute ihre höchsten Marktanteile immer noch bei Gütergruppen, deren Aufkommen stagnieren oder sogar rückläufig sind (z.B. schwere Schüttgüter). Hinzu kommen Systemnachteile gegenüber dem Straßenverkehr. Dazu zählen unter anderem die Flächendeckungsfähigkeit und hohe Flexibilität der Straße. Diese sind aufgrund des Güterstruktureffekts von immer größer werdender Bedeutung. Moderne Logistikkonzepte zeichnen sich, ganz zum Nachteil des Schienengüterverkehrs, durch geringe Losgrößen und Just-in-Time Lieferungen aus.<sup>29</sup>

Einen weiteren Wettbewerbsnachteil der Bahn gegenüber dem Straßenverkehr stellt das Ausbleiben der verursachungsgerechten Zurechnung der externen Kosten dar. Die externen Kosten sind jene Kosten, die zwar durch einzelwirtschaftliches Handeln entstehen, aber von der Allgemeinheit getragen werden müssen (z.B. Kosten die durch die Umweltverschmutzung entstehen). Die mangelnde Internalisierung dieser Kosten verzerrt die Kostenwahrheit über die einzelnen Verkehrsträger. Der Schienengüterverkehr kann von seiner überlegenen Umweltverträglichkeit kostentechnisch nicht profitieren. Der Straßenverkehr hingegen

<sup>24</sup> vgl. Clausen, 2013b, S. V

<sup>25</sup> vgl. Drewitz, M.; Rommerskirchen, S.: Euphorie weicht Ernüchterung (29.19.2012), unter: <http://www.dvz.de/rubriken/markt-konjunktur/single-view/nachricht/euphorie-weicht-ernuechterung.html> (gelesen am: 10.11.2015)

<sup>26</sup> vgl. Gronalt, 2010, S. 9

<sup>27</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 14

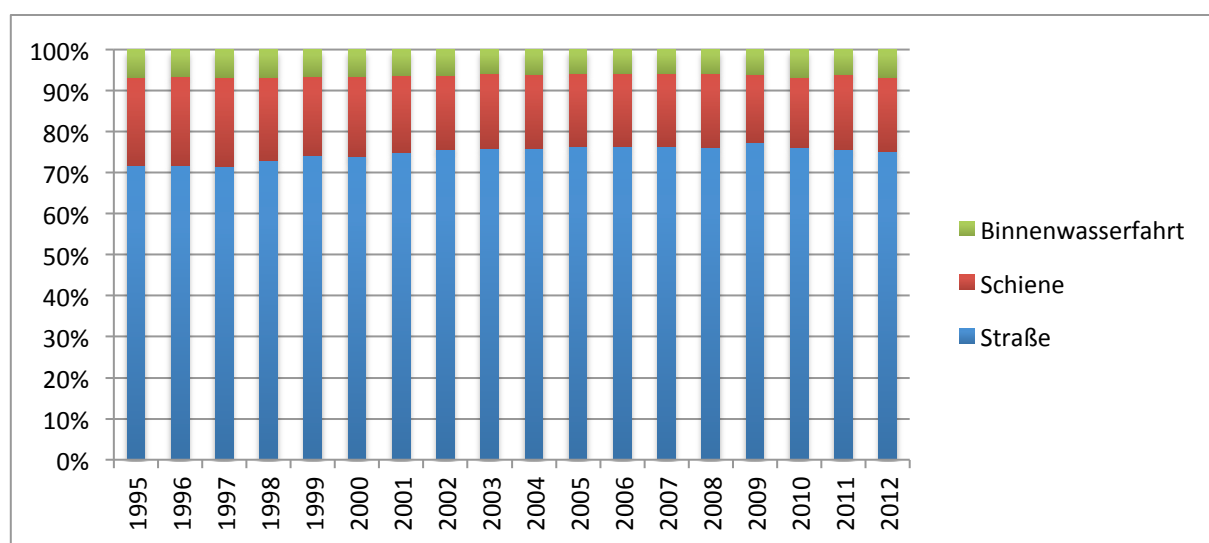
<sup>28</sup> vgl. Seidelmann, 2010, S. 53

<sup>29</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 322

kann seine externen Schäden an Dritte auslagern, ohne die Kosten dafür tragen zu müssen.<sup>30</sup>

Obwohl die Marktanteile der Schiene in den letzten 100 Jahren stetig abnahmen, ist in den letzten Jahrzehnten eine etwas positivere Trendwende zu erkennen. Die Schiene konnte ihre Marktanteile im Güterverkehr leicht steigern oder zumindest stabilisieren.<sup>31</sup> Diese Entwicklung wird zum Teil auch dem Kombinierten Verkehr zugeschrieben. Dieser setzte kurz vor 1970 ein.<sup>32</sup>

Der Modal Split verzeichnete in den Jahren 1995 bis 2011 kaum Veränderungen. Im Durchschnitt wurden 77 % der Transportleistung auf der Straße, 15 % auf der Schiene und ca. 7 % auf dem Binnenschiff erbracht.<sup>33</sup>



**Abbildung 2: Entwicklung des Modal Split der EU 28 von 1995 bis 2012 (eigene Darstellung)<sup>34</sup>**

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Marktanteile der einzelnen Verkehrsträger (Straße, Schiene und Binnenschiff) im Landgüterverkehr der 28 Mitgliedstaaten der EU. Im Jahr 1995 fielen etwa 21,6 % der Verkehrsleistung auf die Bahn. Im Jahr 2012 betrug der Marktanteil nur noch 18,1 %. Dieser Wert wurde bereits im Jahr 2002 erreicht und blieb seitdem relativ konstant.<sup>35</sup>

Im Jahr 2009 ist ein kurzer Abfall des Anteils der Schiene am Modal-Split auf 16,6 % zu erkennen. Ende 2008 weitete sich die weltweite Finanzkrise auf die Realwirtschaft aus. Die Produktionsvolumina brachen in beinahe allen transportintensiven Branchen ein. Der vergleichsweise einfache direkte Straßentransport reagierte mit stark

<sup>30</sup> vgl. Bretzke, 2012, S. 35f; vgl. Horn, 2013a, S. 146

<sup>31</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 14

<sup>32</sup> vgl. Seidelmann, 2010, S. 54

<sup>33</sup> vgl. Posset, 2014, S. 16

<sup>34</sup> bezüglich Daten vgl. EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, S. 37

<sup>35</sup> vgl. ebenda

rückläufigen Preisen, oft sogar unterhalb der Grenzkosten.<sup>36</sup> Dazu kam, dass die Krise vor allem Güter traf, die für den Schienengüterverkehr besonders wichtig sind (z.B. Eisen und Stahl, Steinkohle, Eisenerz und Fahrzeuge).<sup>37</sup>

Den Einzelwagenverkehr der Europäischen Bahnen traf die Krise besonders schwer. Probleme machen hier im Speziellen die Sammlung und Verteilung von Wagen auf der „letzten Meile“. Teure Ressourcen wie Triebfahrzeuge und Material stehen einem geringen Zugbildungsgrad gegenüber. Noch im Jahr 2000 war EV in Deutschland stärker als der GV. In den letzten Jahren fiel dieser aber immer weiter zurück.<sup>38</sup>

Der Schienengüterverkehr konnte seine Marktanteile zwar wieder auf das Vorkrisenniveau heben, in absoluten Zahlen hat er sich allerdings immer noch nicht vollständig erholt. So stellt die Verkehrsleitung von 2012 mit 407,2 Mrd. tkm einen Verlust von 10 % gegenüber dem Jahr 2007 dar.<sup>39</sup>

### 2.1.3 Die Eisenbahnliberalisierung

Als weiteren Grund für das Wachstum des Schienengüterverkehrs der letzten Jahre (zumindest auf gewissen Achsen) ist die von der EU ausgelöste Liberalisierung im Verkehrsmarkt.<sup>40</sup>

Bis in die 1990er beschränkte sich eine gemeinsame Europäische Verkehrspolitik fast ausschließlich auf den Straßenverkehr. Besonders im Bereich des Schienengüterverkehrs gab es kaum gemeinsame europäische Regelungen.<sup>41</sup>

Die Richtlinie 91/440/EWG „zur Entwicklung der Eisenbahnunternehmen der Gemeinschaft“ im Jahr 1991 war der erste Schritt zu einer einheitlichen Europäischen Eisenbahnverkehrspolitik. Der Fokus lag auf der Umgestaltung der staatlichen Eisenbahnunternehmen zu wettbewerbsfähigen Bahnen. Infrastrukturpaten sollten nun zumindest rechnerisch von den Verkehrsdienstleistungsspaten getrennt werden. Ein weiterer Punkt war der Einsatz unabhängiger Geschäftsführungen in den Europäischen Staatsbahnen.<sup>42</sup>

Das *erste Eisenbahnpaket* beschreibt eine Reihe von Verordnungen, die im Jahr 2001 von der Europäischen Gemeinschaft verabschiedet wurden. Wesentliche Inhalte der Richtlinien sind die Trennung von Infrastruktur und operativem Betrieb,

<sup>36</sup> vgl. Gronalt, 2010, S. 10

<sup>37</sup> vgl. Neumann, 2010, S. 24

<sup>38</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 11

<sup>39</sup> vgl. EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, S. 37

<sup>40</sup> vgl. Dorsch, 2014, S. 179

<sup>41</sup> vgl. Haberer, 2013, S. 3

<sup>42</sup> vgl. Zechner, 2010, S. 24

die Entschuldung von Staatsbahnen und der gerechte, nicht diskriminierende Zugang zur Eisenbahninfrastruktur für alle zugelassen EVUs.<sup>43</sup>

Das *zweite Eisenbahnpaket* wurde im Jahr 2004 von der Europäischen Gemeinschaft in Kraft gesetzt. Die darin enthaltenen Bestimmungen sollen die Sicherheit und die Interoperabilität im Europäischen Schienennetz verbessern. Des Weiteren soll der Marktzugang im Bereich des Schienengüterverkehrs erleichtert werden.<sup>44</sup>

Das *dritte Eisenbahnpaket* von 2007 regelt die Vergabe öffentlicher Dienstleistungsaufträge durch Ausschreibungen. Außerdem wird die Zertifizierung von Triebfahrzeugführer/innen innerhalb der EU vereinheitlicht. Die restlichen Bestimmungen beziehen sich vorwiegend auf den Personenverkehr.<sup>45</sup>

Im Jahr 2013 wurde von der Europäischen Kommission das *vierte Eisenbahnpaket* vorgelegt. Dieses verschärft die Trennung von Eisenbahnverkehrsunternehmen von Eisenbahninfrastrukturbetreibern. Neben der Liberalisierung des Personenverkehrs wurden auch die Sicherheits- und Interoperabilitätsanforderungen erhöht.<sup>46</sup>

Die Europäische Kommission setzte Liberalisierung anhand eines strengen Kriterienkatalogs in den einzelnen Mitgliedstaaten durch. In Österreich bildeten sich beispielsweise etwa 20 kleinere bis mittelgroße Privatbahnen. Für das Streckennetz ist nun die selbstständige Teilgesellschaft ÖBB Infrastruktur AG zuständig.<sup>47</sup> Aus dem ÖBB-Güterverkehr wurde im Jahr 2005 die Rail Cargo Austria AG (RCA), eine zweite eigenständige Tochtergesellschaft der ÖBB Holding.<sup>48</sup>

Die Konkurrenz der in das Gütergeschäft eintretenden privaten EVUs setzen die RCA vermehrt unter Druck. Während der Anteil der ÖBB am Güterverkehr auf der Schiene deutlich sinkt, können die Privatbahnen deutlich zulegen. Dies liegt allerdings nicht nur an deren kostengünstigerem Management. Die privaten EVUs können Kostenvorteile in einer gesetzlichen Grauzone realisieren. Einer starken Gewerkschaft auf Seiten der ÖBB stehen lasche Kontrollfunktionen der Eisenbahnbehörde auf Seiten der österreichischen Privatbahnen entgegen.<sup>49</sup>

## 2.1.4 Aktuelle Entwicklungen und Aussichten

Genaue Vorhersagen sind im Güterverkehr nur schwer zu treffen. Veränderungen der Rahmenbedingungen, der wirtschaftlichen Gegebenheiten oder der eingesetzten

<sup>43</sup> vgl. Fürnkranz, 2009, S. 34ff

<sup>44</sup> vgl. Zechner, 2010, S. 24f

<sup>45</sup> vgl. Haberer, 2013, S. 10

<sup>46</sup> vgl. European Rail: Challenges Ahead- The Fourth Rail Package (30.1.2013) [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-13-45\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-45_en.htm) (gelesen am: 11.11.2015)

<sup>47</sup> vgl. Koch, 2012, S. 10

<sup>48</sup> vgl. Suchanek, 2009, S. 659

<sup>49</sup> vgl. Horn, 2013b, S. 365

Technologien können sowohl den Modal Split, als auch das Transportaufkommen insgesamt verändern. Hinzu kommt, dass nur wenige Daten im Verkehrsbereich auf einer Vollerhebung basieren. Üblich sind Stichprobenerhebungen mit anschließender Hochrechnung. In der Vergangenheit lag die tatsächliche Entwicklung meist über den zuvor erstellten Prognosen.<sup>50</sup>

Gewiss ist allerdings in Europa ein weiteres Wachstum des Güterverkehrs zu erwarten. Die Verkehrsleistung in den alten Industrienationen wird weiter steigen. Der Schienengüterverkehr ist von dieser Entwicklung nicht ausgenommen. Seine Stärke liegt weiterhin in gebündelten Verkehren in großen Mengen über große Entfernungen. Im transeuropäischen Güterverkehr wird er daher entlang der Hauptachsen auch der Verkehrsträger der Wahl bleiben.<sup>51</sup>

Ein Problem für den SGV stellt hingegen der Einzelwagenverkehr dar. Einige Bahnen denken über die Aufgabe dieses Zweiges nach, in manchen Ländern (z.B. Norwegen, Großbritannien) spielt dieser schon heute keine nennenswerte Rolle mehr. Der Rückgang des Einzelwagenverkehrs bringt einen Rückbau von Gleisanlagen mit sich. Dies führt zu einer Verschlechterung der bereits geringen Flächendeckungsfähigkeit des Systems.<sup>52</sup> (Seit 1990 gingen in der EU 10 % des Schienennetzes verloren. In den 12 Kernstaaten waren es sogar 17 %).<sup>53</sup> Der ÖBB Chef Christian Kern äußerte sich wie folgt zu diesem Thema: „Der Einzelladungsverkehr ist kein Geschäft für die Schiene. Er gehört auf die Strasse [!] und Verschubaufgaben müssen reduziert werden.“<sup>54</sup>

Eine der letzten Hoffnungen für den EV ist die Containerisierungsstrategie. 85% der transportierten Güter des heutigen EV seien heute schon containerisierbar. Transporte mit einem Umschlag zwischen Straße und Schiene im Zuge des Kombinierten Verkehrs lohnen sich allerdings erst ab einer Entfernung von 400km.<sup>55</sup> Dennoch kann in Europa ein enormer Anstieg der Containerverkehre beobachtet werden und ist auch weiterhin zu erwarten.<sup>56</sup>

Große zeitliche und finanzielle Probleme hat der EV bei Transporten auf der sogenannten letzten Meile. Um hier einen nahtlosen Gütertransport zu ermöglichen wird an Lokomotiven mit „Last Mile Funktion“ gearbeitet. Ein Beispiel dafür stellt die TRAXX AC 3 der Familie Bombardier dar. Mit eingebautem Dieselmotor kann sie Strecken, an denen kein Fahrdrat zur Verfügung steht, problemlos bewältigen.<sup>57</sup>

<sup>50</sup> vgl. Gronalt, 2010, S.4; vgl. ebenda, S. 10

<sup>51</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 227f

<sup>52</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 10ff

<sup>53</sup> vgl. Posset, 2014, S. 18

<sup>54</sup> Horn, 2013b, S. 365

<sup>55</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 16

<sup>56</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 228

<sup>57</sup> vgl. Vogt, 2013, S. 11ff



Innovationen gibt es auch im Bereich der Eisenbahngüterwägen. Ziel ist eine Steigerung des Anteils am Modal Split in Europa von heute ca. 17 % auf 25 % bis ins Jahr 2030. Hierzu muss dem Güterstruktureffekt mit dem Wegfall bahnaffiner Güter entgegengewirkt werden. Neue Güterwägen sollen dem Schienengüterverkehr anhand von 5 Punkten einen Systemvorteil verschaffen. Die 5L lauten: Leise, Leicht, Laufstark, Logistik- fähig und LCC- orientiert (LCC steht für Life Cycle Cost).<sup>58</sup>

Um der höheren Leistungsanforderung an die Infrastruktur gerecht zu werden, werden längere Güterzüge als wesentlicher Punkt zur Steigerung der Effizienz genannt. Speziell für den intermodalen Verkehr gibt es die sogenannten LIFTs (Long Intermodal Freight Trains). Für diese gibt es unter anderem in Belgien, Deutschland und Frankreich bereits eigene Betreiber.<sup>59</sup> Aufgrund der Maximalzuglänge (auf diese wird im Kapitel 2.3 genauer eingegangen), welche in Deutschland beispielsweise bei 740 m liegt, stehen die längeren Güterzüge vor systembezogenen Einschränkungen.<sup>60</sup> Es wurden bereits Versuche mit bis zu 1.000 m Zügen erfolgreich durchgeführt. Pläne existieren sogar für Züge mit einer Gesamt von 1.500 m. Bis zu deren Umsetzung müssen allerdings zuerst Infrastruktur und technische Komponenten (z.B. Kupplungen) angepasst werden.<sup>61</sup>

Der Verkehrszuwachs im SGV wird sich in Europa voraussichtlich auf die Verkehrskorridore konzentrieren. Die zunehmende Globalisierung löst einen erneuten Zuwachs des Transportvolumens aus. Dies wird zu weiteren Knotenengpässen führen. Ein gezielter Ausbau der Infrastruktur und Bündelung der Verkehre entlang der Hauptachsen wird nötig sein, um diese Anforderungen bewältigen zu können.<sup>62</sup>

## 2.2 Bahnnetz in Europa

Das eng verflochtene Eisenbahnnetz Europas ist nicht frei von Barrieren. Sowohl technische Systemunterschiede als auch Kommunikationsprobleme gilt es im transeuropäischen Schienennetz zu lösen.

### 2.2.1 Allgemein

Europa verfügt über ein zusammenhängendes Eisenbahnnetz von etwa 200.000 km. (Stand 2011: 216.200 km).<sup>63</sup> Teilweise ist dieses über Eisenbahnfähren verbunden (z.B. Sizilien). Für ausreichende Kapazitäten ist ein Parallelbetrieb von Brücken und Fähren die Regel. Großbritannien und Schweden sind je über eine Eisenbahnstraße

---

<sup>58</sup> vgl. Hechl, 2013, S. 64f

<sup>59</sup> vgl. Janic, 2014, S. 126ff

<sup>60</sup> vgl. Lang, 2012, S. 6

<sup>61</sup> vgl. Siegmann, S.12

<sup>62</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 228

<sup>63</sup> vgl. EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, S. 33

mit Mitteleuropa verbunden (Kanaltunnel und Öresundbrücke). Trotz enger Verflechtung des Gesamtnetzes weist das Europäische Eisenbahnsystem große Systemunterschiede auf.<sup>64</sup>

**Tabelle 1 Länder: Bahnnetz ausgewählter Länder in Europa<sup>65</sup>**

Land	Staatsbahn	Streckennetz	Spurweite	Elektrifizierung
<b>Österreich</b>	ÖBB	6.282 km	1.435 mm (92%)	15 kV ≈ (55%)
<b>Schweiz</b>	SBB	5.205 km	1.435 mm (69%)	15 kV ≈ (68%)
<b>Deutschland</b>	DB AG	35.049 km	1.435 mm (99%)	15 kV ≈ (55%)
<b>Polen</b>	PKP	2.810 km	1.435 mm (73%)	1,5 kV = (73%)
<b>Schweden</b>	SJ	10.847 km	1.435 mm (99%)	15 kV ≈ (67%)
<b>Italien</b>	RFI	19.458 km	1.435 mm (94%)	3 kV = (55%)
<b>Frankreich</b>	SNFC	31.431 km	1.435 mm (95%)	25 kV ≈ (26%) 1,5 kV = (19%)
<b>Großbritannien</b>	Network Rail	16.702 km	1.435 mm (99%)	25 kV ≈ (19%) 750 V = (8%)
<b>Spanien</b>	RENFE	14.633 km	1.668 mm (80%)	3 kV = (47%)

Tabelle 1 zeigt die Unterschiede im Streckennetz einiger ausgewählter Europäischer Staaten. Seit der Bahnliberalisierung sind die Staatsbahnen in mehrere eigenständige Unternehmen getrennt. In der Länge des Streckennetzes sind auch alle Trassen von Privatbahnen, unabhängig von Spurweite und Elektrifizierung, inkludiert. Die eingeklammerten Prozentsätze geben an, wie viel Prozent des gesamten Schienennetzes die angegebene Spurweite bzw. das Bahnstromsystem ausmacht. Diese Tabelle soll einen kurzen Überblick über die Systemunterschiede in der Europäischen Bahninfrastruktur bieten. Auf die Interoperabilität wird in Kapitel 2.2.3 noch genauer eingegangen.

Derzeit gibt es keine Trennung zwischen Personen- und Güterverkehr bezüglich des Schienennetzes. Dies führt häufig zu einer nachteiligen Behandlung des Güterverkehrs.<sup>66</sup> Letzterer wird in Zukunft die weit größere Herausforderung darstellen. Zuwächse bis zu 100 % innerhalb der nächsten 20 Jahre werden erwartet. Die Europäische Union plant daher ein Güterverkehrsvorrangnetz in Europa zu schaffen.<sup>67</sup> Trassenvergaben sollen zugunsten des Güterverkehrs neu geregelt

<sup>64</sup> vgl. Dorsch, 2014, S. 77f

<sup>65</sup> zu Österreich vgl. Koch, 2012, S. 12; zur Schweiz vgl. ebenda, S. 16; zu Deutschland vgl. ebenda, S. 30; zu Polen vgl. ebenda, S. 39; zu Schweden vgl. ebenda, S. 52f; zu Italien vgl. ebenda, S. 74; zu Frankreich vgl. ebenda, S. 95; zu Großbritannien vgl. ebenda S. 100; zu Spanien vgl. ebenda, S. 104

<sup>66</sup> vgl. Posset, 2014, S. 144

<sup>67</sup> vgl. Junker, 2010, S. 8f

werden. Langfristige Reservierung der Trassen für den SGV und das Freihalten von Kapazitäten für kurzfristige Gütertransporte sollen für die EIU verpflichtend werden.<sup>68</sup>

Ein großer Anstieg der Transportvolumina wird vor allem im Langstreckenverkehr über die Alpen erwartet.<sup>69</sup> Der hohe Schienenanteil der Alpentransit Länder ist schon heute auffällig. Österreich erbringt knapp 40 % seiner Verkehrsleistung auf der Schiene, die Schweiz sogar an die 46 % (Der Durchschnitt der EU- 28 liegt zum Vergleich bei 18 %).<sup>70</sup> Aufgrund des Transitverkehrs nach Italien haben diese beiden Länder die Verkehrspolitik konsequent auf die Verlagerung der Verkehrsströme auf die Schiene ausgerichtet.<sup>71</sup>

### 2.2.2 Transeuropäisches Verkehrsnetz

Das Transeuropäische Netz (TEN) ist ein von der Europäischen Union definiertes hochrangiges Verkehrsnetz. Es dient als Instrument zur Vereinheitlichung der Verkehrssysteme. Es wird in verschiedene Bereiche aufgeteilt, wobei TEN-V (englisch TEN-T) für die Transeuropäische Verkehrsinfrastruktur steht.<sup>72</sup> Das Eisenbahnnetz ist ein wesentlicher Bestandteil der TEN-V. Bestehend aus Hochgeschwindigkeitsnetz und konventionellen Strecken soll es die Interoperabilität zwischen den verschiedenen Staaten gewährleisten.<sup>73</sup>

Die Verordnung EC 913/2010 legt neun Güterverkehrskorridore fest, entlang denen gezielt die Zusammenarbeit der Infrastrukturbetreiber auf allen Ebenen verbessert werden soll. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung dieser Korridore hinsichtlich ihrer Kapazität, für eine qualitativ und quantitativ verbesserte Erfüllung der Marktanforderungen.<sup>74</sup> Diese Güterverkehrskorridore sind nach Art2 Abs2a der Verordnung (EU) Nr. 913/2010 definiert als:

*"[...] alle im Gebiet der oder zwischen den Mitgliedstaaten und gegebenenfalls in europäischen Drittländern ausgewiesenen Eisenbahnstrecken, einschließlich Eisenbahnfähren, die zwei oder mehr Terminals entlang einer Hauptroute und gegebenenfalls anbindenden Umleitungsstrecken und Abschnitten, einschließlich der Schieneninfrastruktur und dazugehörigen Ausrüstungen und wichtigen Eisenbahndienstleistungen [...] miteinander verbinden."*<sup>75</sup>

<sup>68</sup> vgl. VCÖ- Forschungsinstitut, 2009, S. 25

<sup>69</sup> vgl. Junker, 2010, S.9

<sup>70</sup> vgl. Posset, 2014, S. 17

<sup>71</sup> vgl. Seidelmann, 2010, S. 41

<sup>72</sup> vgl. Posset, 2014, S.157ff

<sup>73</sup> vgl. Fürnkranz, 2009, S.43

<sup>74</sup> vgl. Posset, 2014, S.159ff

<sup>75</sup> Verordnung EC 913/2010, 2010, Art2 Abs2a

Tabelle 2: Geographische Definition der Güterverkehrskorridore<sup>76</sup>

Nr.	Name	Mitgliedstaaten	Haupttrouten	Realisierung
1	<b>Rhein- Alpen Korridor</b>	NL, BE, DE, IT	Zeebrugge-Antwerpen/Rotterdam-Duisburg-[Base]-Mailand-Genua	10.Nov. 2013
2	<b>Benelux-Frankreich Korridor</b>	NL, BE, FR, LU	Rotterdam-Antwerpen-Luxemburg-Metz-Dijon-Lyon/[Base]	10.Nov. 2013
3	<b>Zentral Nord-Süd Korridor</b>	SE, DK, DE, AT, IT	Stockholm-Malmö-Kopenhagen-Hamburg-Innsbruck-Verona-Palermo	10.Nov. 2015
4	<b>Atlantik Korridor</b>	PT, ES, FR	Sines-Lissabon/Leixões Madrid-Medina del Campo/Bilbao/San Sebastian-Irun-Bordeaux Paris/Le Havre/Metz Sines-Elvas/Algeciras	10.Nov. 2013
5	<b>Baltisch Adriatischer Korridor</b>	PL, CZ, SK, AT, IT, SI	Gdynia-Katowice-Ostrava/Žilina-Bratislava/Wien-/Klagenfurt-Udine-Venedig/Triest Bologna/Ravenna/ Graz-Maribor-Ljubljana-Koper/Triest	10.Nov. 2015
6	<b>Mittelmeer-Korridor</b>	ES, FR, IT, SI, HU	Almería-Valencia/Madrid-Zaragoza/Barcelona-Marseille-Lyon-Turin-Mailand-Verona-Padua/Venedig-Triest/ Koper-Ljubljana-Budapest-Zahony (Grenze Ungarn-Ukraine)	10.Nov. 2013
7	<b>Orient Korridor</b>	CZ, AT, SK, HU, RO, BG, EL	Bukarest-Konstanza Prag-Wien/Bratislava-Budapest Vidin-Sofia-Thessaloniki-Athen	10.Nov. 2013
8	<b>Zentral Ost-West Korridor</b>	DE, NL, BE, PL, LT	Bremerhaven/Rotterdam/Antwerpen-Aachen/Berlin-Warschau-Terespol (Grenze Polen-Belarus)/Kaunas	10.Nov. 2015
9	<b>Östlicher Korridor</b>	CZ, SK	Prag-Horní Lideč-Žilina-Košice-Čiernanad Tisou (Grenze Slowakei-Ukraine)	10.Nov. 2013

Tabelle 2 listet die ursprünglichen, in der Verordnung EC 913/2010 definierten, neun Güterverkehrskorridore auf und gibt deren Haupttrouten an. Das in der Spalte „Realisierung“ stehende Datum gibt an, wann die Einrichtung des jeweiligen Korridors geplant war bzw. stattfand.

<sup>76</sup> Handbook on the Regulation concerning a European rail network for competitive freight (Regulation EC 913/2010), 2011; Posset, 2014, S. 161f

Abbildung 3 stellt den Verlauf dieser neun Güterverkehrskorridore dar:



**Abbildung 3: Die ursprünglichen neun Güterverkehrskorridore<sup>77</sup>**

Am 11.12.2013 wurde von der EU durch die Verordnung (EU) Nr. 1316/2013 die Eingliederung der Schienengüterverkehrskorridore in das Transeuropäische Verkehrsnetz festgelegt.

Der Vollständigkeit halber seien hier noch die Paneuropäischen Verkehrskorridore (PEK) erwähnt. Diese ergänzen das TEN-V von Westeuropa durch eine Verknüpfung mit den mittel- und osteuropäischen Staaten. Die Verkehrsmittel auf den insgesamt zehn Hauptverkehrsachsen sind Schiene und/oder Straße.<sup>78</sup>

### 2.2.3 Interoperabilität

*„Interoperabilität im Eisenbahnverkehr umfasst die technische und betriebliche Übergangsfähigkeit von Schienenfahrzeugen von einem Eisenbahnnetz auf ein anderes.“<sup>79</sup>*

Anders als im Straßenverkehr weisen europäische Eisenbahnnetze immer noch große technische, organisatorische und administrative Grenzen auf.<sup>80</sup> Die Vernetzung der Eisenbahnstrecken über die Staatsgrenzen hinaus ist mit Problemen an den Systemübergangsstellen behaftet. Dies resultiert meist in kostenintensiven Wartezeiten. An den Grenzübergangsstellen kommt es oft zu einem Wechsel der Lokomotiven inklusive Personal oder einer kompletten Umladung der Güter. Die

<sup>77</sup> ebenda, S. 10

<sup>78</sup> vgl. Posset, 2014, S. 161f

<sup>79</sup> Höppner, 2015, S. 19

<sup>80</sup> vgl. Dorsch, 2014, S. 57

technische Interoperabilität der Eisenbahn schreitet zwar immer weiter fort, die betriebliche Übergangsfähigkeit macht allerdings nach wie vor Probleme.<sup>81</sup> Folgende Punkte sollen bezüglich ihrer Kompatibilität des grenzüberschreitenden Schienenverkehrs der einzelnen Staaten in Europa betrachtet werden:

### Spurweite

Das erste Interoperabilitätshemmnis stellt die fehlende einheitliche Spurweite dar. Nach §5 Abs1 der Eisenbahnbau- und Betriebsverordnung 2008 ist diese definiert als:

*„Die Spurweite ist der kleinste Abstand der Innenflächen der Schienenköpfe im Bereich von 0 bis 14 mm unter Schienenoberkante.“*

Die meisten Europäischen Länder benutzen die sogenannte Normalspur (auch Regel- oder Vollspur). Diese Spurweite entspricht einem Abstand von 1.435 mm. Des Weiteren existieren die Breitspur (>1.435 mm) und die Schmalspur (<1.435 mm). Für den Eisenbahngüterverkehr in Europa hat allerdings neben der Normalspur nur die Breitspur eine wesentliche Bedeutung.<sup>82</sup> Schmal- und Breitspur sind jeweils mit verschiedenen Abmessungen anzutreffen:

**Tabelle 3: Ausgewählte Spurweiten in Europa<sup>83</sup>**

Spurweite	Verbreitung (in Europa)
<b>Schmalspur 750 mm</b>	Schmalspurbahnen in mehreren Bundesländern Deutschlands (in Österreich 760mm)
<b>Schmalspur 1.000 mm</b>	Schmalspurbahnen in Österreich, Deutschland, Schweiz
<b>Normalspur 1.435 mm</b>	ganz Europa (Ausnahme: Finnland, Irland, Portugal, Spanien, Russland)
<b>Breitspur Russland 1.520 mm</b>	Finnland, Russland, Estland, Lettland, Litauen
<b>Breitspur Spanien 1.668 mm</b>	Portugal und Spanien

An den Grenzen zu Spanien, in die ehemalige UdSSR und nach Finnland sind weiterhin Spurwechsel erforderlich. Diese sind heute technisch zwar gut beherrscht, binden aber dennoch Zeit und Kapazitäten.<sup>84</sup>

### Elektrifizierung

Ein weiteres Hindernis in der Interoperabilität europäischer Güterbahnen besteht in der Anwendung von unterschiedlichen Stromnetzen. Grundsätzlich werden zwei Arten von Bahnstrom unterschieden: Gleichstrom und Wechselstrom.<sup>85</sup> Es zeigte

<sup>81</sup> vgl. Höppner, 2015, S. 19

<sup>82</sup> vgl. Hösler 2012, S. 336

<sup>83</sup> vgl. Dorsch, 2014, S. 78; Koch, 2012, S. 12; EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, S. 80

<sup>84</sup> vgl. Junker, 2010, S. 12

<sup>85</sup> vgl. Dorsch, 2014, S. 90

sich, dass eine Bahnstrecke mit Wechselstromspeisung mit höherer Nennspannung und niedrigerer Stromstärke (im Vergleich zu Gleichstromspeisung) betrieben werden kann. Dies bedeutet kleinere Spannungsfälle, geringere Verluste und einen dünneren Leitungsquerschnitt.<sup>86</sup>

In Europa sind vier verschiedene Stromnetzsysteme von wesentlicher Bedeutung:

- 15 kV 16,7 Hz-Einphasenwechselstrom
- 25 kV, 50 Hz-Einphasenwechselstrom
- 1,5 kV Gleichstrom
- 3kV Gleichstrom<sup>87</sup>

Das 16,7 Hz, und 15 kV Wechselstromnetz wird in allen deutschsprachigen Ländern, sowie Schweden und Norwegen eingesetzt. Der 25 kV Wechselstrom findet in Dänemark und Großbritannien, sowie in Teilen von Frankreich und Osteuropa, seine Anwendung. 3 kV Gleichstrom ist unter anderem in Polen, Italien und Spanien weit verbreitet. In Teilen von Frankreich ist außerdem das 1,5 kV Gleichstromsystem vorzufinden (siehe Abbildung 4).<sup>88</sup>

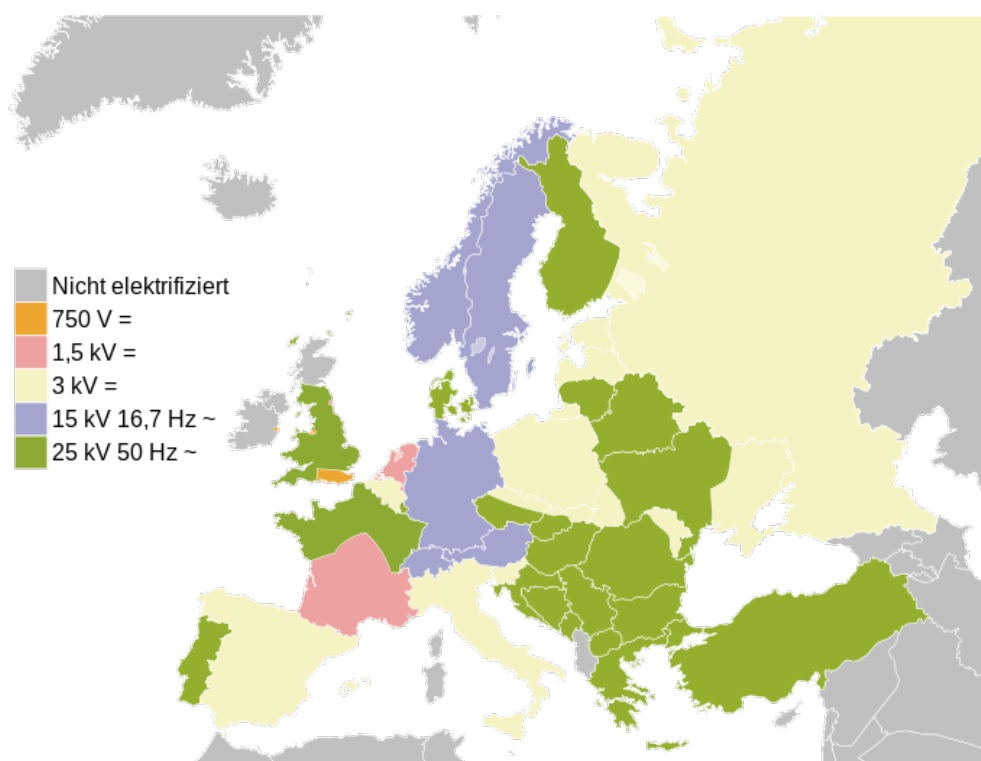


Abbildung 4: Bahnstromsysteme in Europa<sup>89</sup>

<sup>86</sup> vgl. Höppner, 2015, S. 22f

<sup>87</sup> vgl. Junker, 2012, S. 12

<sup>88</sup> vgl. Clausen, 2013a, S.163

<sup>89</sup> Gerhardt, 2011, S. 7

In der EU waren im Jahr 2011 etwa 114.400 km des Schienennetzes elektrifiziert. Das entspricht ca. 53 %. In diesem Wert sind allerdings sämtliche Schienenwege, inklusive privater Trassen einbezogen.<sup>90</sup>

Eine Lösung der Problematik bietet der Einsatz von sogenannten Mehrstromlokomotiven. Diese Lokomotiven können alle vier wesentlichen europäischen Bahnstromsysteme befahren. Da der Bau dieser Fahrzeuge heute weder aus technischer noch aus wirtschaftlicher Sicht eine Schwierigkeit darstellt, kann das Problem der Elektrifizierung beinahe als gelöst betrachtet werden.<sup>91</sup> Trotzdem gilt die Vorsicht gegenüber länderspezifischer Vorschriften. So ist beim Grenzübergang von Deutschland in die Schweiz zu beachten, dass die schweizerischen Netze für kleinere Stromabnehmer ausgelegt sind. Deutsche Triebfahrzeuge sind daher teilweise nicht zulässig.<sup>92</sup>

### **Zugsicherungssysteme**

Die größten Systemunterschiede, die die Interoperabilität zwischen den einzelnen Staaten auch am meisten behindern, liegen in den verwendeten Zugsicherungssystemen. Ein Zugsicherungssystem setzt automatisch ein, wenn ein Treibfahrzeugführer nicht angemessen auf ein Signal reagiert. Diese Sicherungssysteme bremsen den Zug dann selbstständig ab. Die einzelnen Techniken für die Zugsicherung sind alle nicht weit verbreitet. Somit besteht meist keine Kompatibilität zwischen den Systemen von Nachbarstaaten.<sup>93</sup>

Eine Lokomotive, die mit allen üblichen Sicherungssystemen ausgestattet ist, ähnlich wie eine Mehrstromlokomotive, ist leider nicht umsetzbar. Dies scheitert am vorhandenen Raum im Fahrzeug und am Platzbedarf zur Installation von Geber und Messeinrichtungen.<sup>94</sup> Üblich ist die Mehrfachausrüstung von Treibfahrzeugen für verschiedene Teilnetze. Es werden sogenannte Länderpakete installiert. Diese ermöglichen zwar nicht das Befahren von ganz Europa, aber zumindest einer ausgewählten Gruppe von Staaten.<sup>95</sup>

Eine geplante Ablösung der einzelnen unterschiedlichen Zugsicherungssysteme in Europa soll in Zukunft das ETCS (European Train Control System) darstellen. Auf dieses wird im nächsten Punkt genauer eingegangen.

<sup>90</sup> vgl. EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, S. 33

<sup>91</sup> vgl. Junker, 2010, S. 12; Dorsch, 2014, S.57f; Höppner, 2015, S. 24

<sup>92</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 163

<sup>93</sup> vgl. ebenda, 2013s, S. 163

<sup>94</sup> vgl. Junker, 2010, S. 13

<sup>95</sup> vgl. Höppner, 2015, S. 24



## Sprachbarriere

Neben unterschiedlichen Landessprachen sind länderspezifische Regelwerke ein großes Hemmnis für die Interoperabilität des SGV. Hinzu kommen unterschiedliche Begriffe und Definitionen in manchmal sogar gleichsprachigen Ländern.<sup>96</sup> Die Einigung auf eine Einheitssprache der Betriebsführung ist nicht zu erwarten. Triebfahrzeugführer/innen müssen für das Verkehren im Kanaltunnel beispielsweise spezielle Sprachkurse belegen und die Sprachkenntnis fortlaufend nachweisen.<sup>97</sup>

Es ist nicht zu erwarten, dass sich das Problem der Sprachbarriere in den nächsten Jahren ohne weiteres lösen lassen wird. Eine erste Verbesserung der Situation bringt die Implementierung des **European Rail Traffic Management (ERTMS)**. Dieses besteht aus zwei Komponenten:<sup>98</sup>

- Das *European Train Control System (ETCS)* ist ein einheitliches Europäisches Zugsicherungssystem. Dies soll es in Zukunft ermöglichen, in ganz Europa einheitliche Fahrzeugausrüstungen für den hochwertigen und sicheren Zugverkehr einsetzen zu können.<sup>99</sup>
- Das *Global System for Mobile Communications- Rail(way) (GSM-R)* ist ein Mobilfunksystem für Sprach- und Datenfunk zwischen Zug und Infrastruktur. Es beruht auf dem GSM Standard und wurde der Verwendung im Eisenbahnverkehr angepasst.<sup>100</sup>

Des Weiteren wurden sogenannte ERMTS Korridore von der Europäischen Kommission entwickelt. Sechs der neun ursprünglichen Güterverkehrskorridore überlappen mit diesen ERTMS Korridoren.<sup>101</sup>

Ein weiteres Hindernis für die Interoperabilität kann das sogenannte **Lichtraumprofil** darstellen. Auf dieses wird im Kapitel 2.3 eingegangen.

## 2.3 Ablauf und Regelungen

Sowohl der Bau als auch der Betrieb von Eisenbahnen wird im sogenannten Eisenbahnrecht geregelt. Durch die fortschreitende Europäisierung und die Liberalisierung des Schienenverkehrsmarktes soll es auf lange Sicht zu einer Vereinheitlichung der unterschiedlichen Gesetzgebungen der einzelnen Staaten

<sup>96</sup> vgl. ebenda, S. 19

<sup>97</sup> vgl. Junker, 2010, S. 12

<sup>98</sup> vgl. Fürnkranz, 2009, S. 44

<sup>99</sup> vgl. Höppner, 2015, S. 19

<sup>100</sup> vgl. Fürnkranz, 2009, S. 44

<sup>101</sup> vgl. Posset, 2014, S. 160

kommen. Es beruhen, beispielsweise in Deutschland, heute schon eine Vielzahl der Rechtsgrundlagen auf europäischem Recht.<sup>102</sup>

Hier soll allerdings nicht genau auf die einzelnen Gesetze der Mitgliedstaaten eingegangen werden, sondern eine zusammenfassende Darstellung der Abwicklungen und der allgemein herrschenden Regeln im transeuropäischen Güterverkehr abgebildet werden.

### 2.3.1 Produktionsverfahren

Im Schienengüterverkehr werden verschiedene Produkte (Dienstleistungen), zur Erbringung von Eisenbahnverkehrsleistungen, angeboten. Diese unterscheiden sich auch durch unterschiedliche Produktionsverfahren (Abläufe). Allgemein lassen sich konventionelle und Kombinierte Verkehre unterscheiden. Genauer soll nur auf die Ersteren, also die klassischen Transportleistungen im SGV, eingegangen werden. Der konventionelle Schienengüterverkehr lässt sich weiter in den Ganzzug- und Einzelwagenverkehr aufteilen.<sup>103</sup>

In der Angebotsform **Ganzzugverkehr (GV)** belädt ein Kunde einen kompletten Zug (meist mit einer Gutart). Dieser steuert in der Regel nur ein einziges Ziel an und fährt ggf. leer wieder zurück. Da meist für den gesamten Zug ein fixer Preis vereinbart wird, liegt das Auslastungsrisiko beim Verlader.<sup>104</sup> Die Anzahl der eingesetzten Waggons und die sich daraus ergebende Zuglänge hängen von der Nachfrage ab. Je nach Rollmaterial und Längenmix der Ladeeinheiten kann ein Ganzzug zwischen 44 und 86 Wagons enthalten.<sup>105</sup>

Die Züge werden direkt am Terminal gebildet. Während des Transportes finden keine weiteren Rangiervorgänge statt, bei denen Wagen zum Zug hinzugefügt oder entfernt werden. Durch diesen Direkttransport kommt es zu relativ geringen Transportzeiten. Diese Produktionsform zeichnet sich des Weiteren durch den geringen Organisationsaufwand und einfache Planung der Abfahrts- und Ankunftszeiten aus. Die Systemvorteile der Schiene können optimal ausgenutzt werden: Große Mengen an Gütern werden über lange Entfernungen mit geringem Energieverbrauch sicher transportiert.<sup>106</sup>

Der **Einzelwagenverkehr (EV)** ist der Transport einzelner Wagen vom Gleisanschluss des Absenders zu dem des Empfängers. Die kleinste Transporteinheit ist der Einzelwagen oder eine Wagengruppe. Die Wagen werden meist regional gesammelt und für längere Strecken zu überregionalen Zügen

<sup>102</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 27

<sup>103</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 169

<sup>104</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 10

<sup>105</sup> vgl. Posset, 2014, S. 120

<sup>106</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 169f

zusammengestellt. Der Transport vom Versender zum Empfänger wird ohne Umladen der Waren durchgeführt.<sup>107</sup>

Eine große Herausforderung stellt das Zusammenstellen der Züge aus den einzelnen Wagen dar. Das Ziel ist, mit relativ hoher Auslastung, rationell in die Nähe des Zieles zu gelangen. Die Wagen werden anschließend wieder neu sortiert und dem Empfänger zugestellt. Aufgaben des EV beinhalten unter anderem auch die Handhabung der leeren Güterwagen: Abstellen, Wartung, Reparatur, etc.<sup>108</sup>

Im Einzelwagen Verkehr unterscheiden sich die Abläufe der Zugbildung, da verschiedene Formen von Produktionsstrukturen möglich sind. Die *Klassischen Systeme* beinhalten nur einen Typ von Zugbildungsanlagen. Die Kapazitäten der Anlagen, also die Anzahl der Wagen, die umgeschlagen werden können, variieren. Diese Rangierbahnhöfe haben allerdings alle dieselbe Funktion. Dies hat zur Folge, dass der Rangieraufwand und somit Personal- und Triebfahrzeugaufwand steigen, was in weiterer Folge zu sehr langen Wartezeiten auf den Bahnhöfen führt.<sup>109</sup>

Eine alternative Produktionsmethode stellt das *Knotenpunktsystem* dar. Dieses System ist hierarchisch aufgebaut und besteht aus drei Arten von Zugbildungsanlagen. Güterverkehrsstellen werden nach dem sogenannten Ordnungsprinzip mit geringem Wagenaufkommen (Satellitenbahnhöfe) jeweils einem Knotenbahnhof (regionale Zugbildungsanlage) zugewiesen. Diese Knotenpunktbereiche sind wiederum mit sogenannten Rangierbahnhöfen verbunden. Nach dem Vorsortieren in den Knotenbahnhöfen findet hier der Hauptumschlag statt.<sup>110</sup>

Viele Prozesse im Rangiervorgang sind stark automatisiert. Einige Prozesse, wie das Lösen und Verbinden von Kupplungen, werden allerdings immer noch manuell durchgeführt. Aufgrund der hohen Infrastruktur- und Automatisierungskosten zahlt es sich gerade beim Klassischen System nicht aus alle Bahnhöfe im gleichen Maße zu automatisieren.<sup>111</sup>

Unabhängig von der Art der Schienengüterverkehrsleistung findet allerdings die sogenannte Zugvorbereitung statt. Zu dieser gehören neben dem Kuppeln des Zuges auch eine Bremsprobe, eine Bremsberechnung und Zugprüfungen sowie wagentechnische Untersuchungen. Fahrzeuge, die betriebsgefährdende Schäden aufweisen werden ausgetauscht.<sup>112</sup>

---

<sup>107</sup> vgl. Janicki, 2011, S.

<sup>108</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 11

<sup>109</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 171

<sup>110</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 47

<sup>111</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 171

<sup>112</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 163

## 2.3.2 Technische Regelungen

### Lichtraumprofil (Lademaß)

„Als Lichtraumprofil wird die Begrenzung bezeichnet, die eine Ladung im geraden Gleis zu den Seiten und nach oben nicht überragen darf.“<sup>113</sup>

Innerhalb dieser definierten Begrenzungslinie befinden sich der Raumbedarf für das Fahrzeug, sowie Platz für den gesicherten Betrieb und Bau. Das größtzulässige Fahrzeug muss samt Ladung auf der Strecke sicher verkehren können. Der Raum zwischen Fahrzeugumgrenzung und Lichtraumprofil ist notwendig für geometrische Verschiebungen und dynamische Fahrbewegungen. Nichts darf aus der Fahrzeugumgrenzung in das Lichtraumprofil hinaus ragen.<sup>114</sup>

Bei jedem Transport ist das kleinste Lichtraumprofil auf der geplanten Strecke ausschlaggebend. Das Begrenzungsprofil wird zum Beispiel durch Tunnel oder seitliche Hindernisse entlang der Infrastruktur vorgegeben. In Europa sind im Wesentlichen folgende Lichtraumprofile von Bedeutung:

- Das *Lichtraumprofil der deutschen Eisenbahnen* entspricht dem der Bahnen Bulgariens, Dänemarks, Griechenlands, der Staaten des ehemaligen Jugoslawiens, Luxemburgs, der Niederlande, Österreichs, Polens Rumäniens, Sloweniens, Tschechiens und Ungarns.
- Das *internationale Lichtraumprofil* gilt für die übrigen Eisenbahnen Europas mit Ausnahme von Großbritannien (In Großbritannien gilt ein besonders kleines Lichtraumprofil).<sup>115</sup>

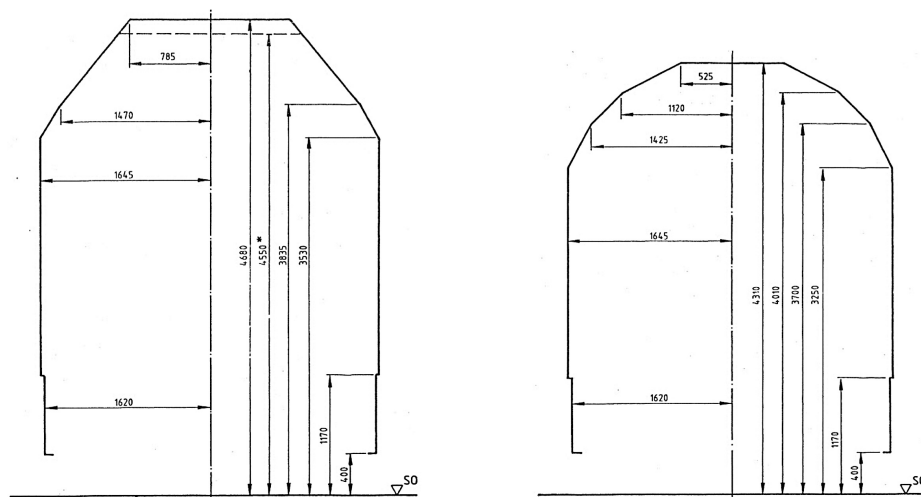


Abbildung 5: Deutsches Lichtraumprofil für nationalen (links) und internationalen Verkehr (rechts) nach der Anl7 und Anl8 der EBO 1967/2015

<sup>113</sup> Hösler, 2012, S. 333

<sup>114</sup> vgl. Posset, 2014, S. 152

<sup>115</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 334

## Zuggewichts- und Geschwindigkeitsbegrenzungen

Bei einer Zugfahrt muss die Zugkraft, die vom Triebfahrzeug aufzubringen ist, mindestens so groß sein wie der Fahrwiderstand. Diese Kraft wird durch die Reibung zwischen Rad und Schiene begrenzt. In ihrer Höhe ist sie von der Radsatzlast abhängig. Die Grenzlast beschreibt die größte fahrbare Last, die auf einer gewissen Strecke, unter Berücksichtigung aller technischen Kriterien, transportierbar ist. Der stehende Zug (z.B. an bestimmten Betriebsstellen) muss jederzeit die Möglichkeit haben wieder anzufahren (Anfahrergrenzlast).<sup>116</sup>

Aus Bremslängenvorgaben ergibt sich das maximal zulässige Gesamtgewicht eines Zuges. Dieses liegt im Allgemeinen in etwa bei 1.600 t. An die einzelnen Wagen werden Anforderungen wie die maximale Meterlast und die Radsatzlast gestellt.<sup>117</sup> Die Radsatzlast entspricht der Summe von Eigengewicht des Wagens und Gewicht der Ladung dividiert durch die Anzahl der Radsätze (Achsen). Die Meterlast hingegen entspricht der Summe von Eigengewicht des Wagens und Ladungsgewicht, dividiert durch die Länge des Wagens in m, bei nicht eingedrückten Puffern.<sup>118</sup>

Auf allen Strecken gibt es Einschränkungen bezüglich der zulässigen Radsatzlast bzw. der Meterlast. Der Streckenunterbau bestimmt die Belastbarkeit der Schienenwege. Die Strecken der Bahnen sind hinsichtlich ihrer Belastbarkeit in sogenannte Streckenklassen eingeteilt. Für jede Bahn gibt es eine Regelstreckenklasse. Diese Klasse entspricht der überwiegenden Streckenlänge der jeweiligen Bahn. Folgende Streckenklassen werden unterschieden:<sup>119</sup>

**Tabelle 4: Streckenklassen der Bahn nach der Europäischen Norm EN 15528<sup>120</sup>**

Streckenklasse	Höchstzulässige Radsatzlast	Höchstzulässige Meterlast
<b>A</b>	16 t	5,0 t/m
<b>B1</b>	18 t	5,0 t/m
<b>B2</b>	18 t	6,4 t/m
<b>C2</b>	20 t*	6,4 t/m
<b>C3</b>	20 t*	7,2 t/m
<b>C4</b>	20 t*	8,0 t/m
<b>D2</b>	22,5 t	6,4 t/m
<b>D3</b>	22,5 t	7,2 t/m
<b>D4</b>	22,5 t	8,0 t/m
<b>E4</b>	25 t	8,0 t/m
<b>E5</b>	25 t	8,8 t/m

<sup>116</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 226

<sup>117</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 163

<sup>118</sup> vgl. Posset, 2014, S. 129

<sup>119</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 334

<sup>120</sup> vgl. UIC Streckenklassen- Erklärender Leitfaden, unter:

[http://old.uic.org/IMG/pdf/explanation\\_guide\\_22\\_03\\_2012\\_fr\\_de\\_en.pdf](http://old.uic.org/IMG/pdf/explanation_guide_22_03_2012_fr_de_en.pdf) (gelesen am: 17.11.2015)

Bei den mit „\*“ gekennzeichneten Werten darf in Ausnahmefällen die Radsatzlast die höchstzulässige Radsatzlast bis zu 0,5 Tonnen überschreiten.

Die Meterlast in Tabelle 4 bezieht sich nicht auf einzelne Wagons, sondern auf den gesamten Zug. Es existieren noch weitere Streckenklassen, welche aufgrund ihrer geringen Bedeutung nicht in dieser Tabelle angeführt werden (Auf diese wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen).

Bei der höchstzulässigen Radsatzlast ist des Weiteren auf die Lastverteilung zu achten. Generell ist das Ladegut im Wagen gleichmäßig zu verteilen. Bei zweiachsigen Wagen steht das Verhältnis der beiden Radsatzlasten 2:1. Für jeden Wagen existieren sogenannte Ladeschemata, die eine gleichmäßige Lastverteilung gewährleisten und eine Überschreitung der Achslasten verhindern sollen.<sup>121</sup>

Die zulässige Geschwindigkeit, mit der ein Zug auf einem Streckenabschnitt verkehren darf, hängt von mehreren Größen ab. Fahrzeugbauart, Art und Länge des Zuges sowie Bremsverhältnisse spielen eine wesentliche Rolle. Des Weiteren sind Strecken- und Betriebsverhältnisse zu beachten.<sup>122</sup> Gemäß §40 Abs2 der EBO 1967/2015 werden folgende Geschwindigkeitsbegrenzungen unterschieden:

- Güterzüge mit durchgehender Bremse
  - 120 km/h: Strecke und führende Fahrzeuge mit entsprechendem Zugsicherungssystem ausgerüstet und dieses ist wirksam
  - ansonsten 100 km/h
  - 80 km/h auf Nebenfahrbahnen
  - 50 km/h: wenn die Zugbeeinflussung der Strecke oder des führenden Fahrzeuges vorübergehend nicht wirksam ist
- Güterzüge ohne durchgehende Bremse:
  - 50 km/h

Trotz einer maximal zugelassenen Geschwindigkeit von 120 km/h, liegt die Durchschnittsgeschwindigkeit von regulären Güterzügen bei etwa 40 bis 50 km/h (und dies auf Strecken von 300 bis 600 km Länge). Dies liegt an häufigen Geschwindigkeitsänderungen und Zwischenstopps<sup>123</sup> (z.B. Ausweichen für den Personenverkehr auf Überholgleise).

Auf die sogenannten Lastgrenzenraster, welche Höchstgeschwindigkeit und höchstes Ladungsgewicht in Abhängigkeit der Streckenklassen darstellen, wird in dieser Arbeit nicht im Detail eingegangen.

<sup>121</sup> vgl. Gronalt, 2010, S. 67ff

<sup>122</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 165

<sup>123</sup> vgl. Janic, 2014, S. 129

## Maximalzuglänge

In Europa ist die maximale Zuglänge (mit Ausnahmen) auf 700 m (inklusive Lok) beschränkt.<sup>124</sup> Normalerweise haben Güterzüge eine Länge von 450 bis 650 m um den Regulierungen für die Bremsdistanz von 750 m zu genügen. Diese wird von der UIC (International Union of Railways) vorgegeben.<sup>125</sup>

Ein weiterer Faktor zur Begrenzung der Zuglänge ist die zulässige Belastung der eingesetzten Schraubenkupplung und der entsprechenden Zuglängendynamik.<sup>126</sup> Neben aufgenommenen Zug und Druckkräften der Kupplungen spielt auch die Zugstreckung eine Rolle. Nach dem Anhalten und dem Lösen der Bremsen kommt es zu einem Entspannen der Pufferfedern. Dadurch kommt es zu einer Streckung des Zuges von bis zu 10 m. Bei einer größeren zugelassenen Zuglänge wären auch mehr Wagen pro Zug zugelassen, was zu einer Erhöhung der Zugstreckung führen würde. So könnte sich ein Zug nach Lösen seiner Bremsen über ein Grenzzeichen hinaus strecken und somit andere Zug- und Rangierfahrten gefährden.<sup>127</sup>

Diese technischen Probleme können allerdings beispielsweise mit einer automatischen Mittelpufferkupplung oder modernen Bremssystemen gelöst werden. Eine größere Herausforderung stellt allerdings die Anpassung der Infrastruktur dar.<sup>128</sup> Die Standardgleislängen in den wichtigsten Bahnhöfen (mit ein paar Ausnahmen), zum Überholen und an Kreuzungen sind auf Züge bis maximal 700 m ausgerichtet.<sup>129</sup>

In Deutschland liegt die maximale Zuglänge bei 740 m. Auf diesen Strecken müssen Blocksignale in der Regel 50 m vor der Stelle angeordnet werden, die vor der Fahrstellung des rückliegenden Signals geräumt sein müssen. Diese 50 m Regel ist nur auf Blockabschnitten mit einer Länge von 950 m anwendbar. Es verkehren allerdings sogar Züge mit über 800 m unter anderem in Dänemark (bis zu 835 m) und Frankreich (bis zu 850 m). Die Weiterleitung dieser Züge in andere EU Staaten (beispielsweise Deutschland) ist aufgrund regionaler Beschränkungen allerdings nicht möglich.<sup>130</sup>

### 2.3.3 Netzzugang und -betrieb

Gemäß des 2001 geänderten §59 Abs1 der EIBV 1957/2005 ist der Netzzugang diskriminierungsfrei einzurichten:

<sup>124</sup> vgl. Posset, 2014, S. 120

<sup>125</sup> vgl. Janic, 2014, S. 128

<sup>126</sup> vgl. Siegmann, 2012 S. 13

<sup>127</sup> vgl. Lang, 2012, S. 8

<sup>128</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 13

<sup>129</sup> vgl. Posset, 2014, S. 120

<sup>130</sup> vgl. Fischer, 2012, S. 12f; Lang, 2012, S. 6

*„Eisenbahninfrastrukturunternehmen sind verpflichtet, die Benutzung der von ihnen betriebenen Serviceeinrichtungen diskriminierungsfrei zu gewähren(...) Betreiber der Schienenwege sind zusätzlich verpflichtet, die von ihnen betriebenen Schienenwege, die zugehörigen Steuerungs- und Sicherungssysteme sowie die zugehörigen Anlagen zur streckenbezogenen Versorgung mit Fahrstrom zur Nutzung bereitzustellen, Zugtrassen nach Maßgabe dieser Verordnung zuzuweisen (...)“*

Die EIUs sind also dazu verpflichtet diskriminierungsfreien Zugang zu deren Eisenbahninfrastruktur und deren angebotenen Leistungen zu schaffen. Darüber hinaus ist ein gewisser Mindestumfang an Leistungen zu erbringen.<sup>131</sup> Ein einfacher Weg für die EIUs Kosten zu sparen ist das Senken der Investitionen in das Netz. Dies würde allerdings auch die Qualität der erbrachten Leistungen senken. Aus diesem Grund wurde ein Qualitätsniveau festgelegt, welches es nicht zu unterschreiten gilt.<sup>132</sup>

Bauarbeiten an der Infrastruktur sind so zu gestalten, dass ihre Auswirkungen auf die Verkehrsleistungen der EVUs so gering wie möglich ausfallen. Dies berechtigt die EVUs allerdings nicht zu Schadensansprüchen durch entstehende Mängel aufgrund unterjährlicher Bauarbeiten.<sup>133</sup>

### **Fahrplantrassen**

Im Gegenzug ist von den EVUs ein Entgelt für den Netzzugang an die EIUs zu leisten. Bezüglich Dauer und Entgeltbemessung gibt es europarechtliche Vorgaben. Diese enthalten allerdings nur allgemeine Hinweise mit Verweis auf die Eisenbahninfrastrukturverordnung (jedes Land hat eigene Trassenpreissysteme). Der Netzzugang und das sogenannte Trassenentgelt werden zwischen EIUs und EVUs vertraglich vereinbart. Die EIUs sind verpflichtet einen Vertrag abzuschließen und müssen die Bedingungen für die Nutzung der Infrastruktur veröffentlichen.<sup>134</sup>

Die sogenannte Fahrplantrasse beschreibt die räumliche und zeitliche Inanspruchnahme der Infrastruktur für eine Zugfahrt.<sup>135</sup> Mit dem Kauf einer Trasse ist ein Paket folgender Leistungen verbunden:

- Erstellung eines Fahrplans und Übersendung der Fahrplanunterlagen
- Nutzung der für die Zugfahrt bereitgestellten Strecken-, Bahnhofs-, Überholungs- und Kreuzgleise
- Betriebsführung während der Besetzungszeit der Betriebsstellen
- Vereinbarte Aufenthaltszeit vor Abfahrt bzw. nach Ankunft des Zuges
- Vereinbarte planmäßige Aufenthalte während der Zugfahrt<sup>136</sup>

Die Nutzung von Bahnhofsanlagen wird allerdings getrennt verrechnet. Die

<sup>131</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 31

<sup>132</sup> vgl. Zechner, 2010, S. 144

<sup>133</sup> vgl. Horn, 2012, S. 122

<sup>134</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 31

<sup>135</sup> vgl. Posset, 2014, S. 150

<sup>136</sup> vgl. Hösler, 2011, S. 340f



Abrechnung für die benötigte elektrische Energie erfolgt ebenfalls meist separat. Des Weiteren gibt es für besonders überlastete Abschnitte oft Spitzenzuschläge und für weniger gefragte Strecken bzw. Tageszeiten Rabatte. Besonders schnelle und besonders langsame Züge müssen ebenfalls mit Zuschlägen rechnen.<sup>137</sup> Auf die genaue Zusammensetzung des Trassenbuchungspreises wird in späterer Folge im Detail eingegangen.

Generell wird zwischen der sogenannten Standard- und der Expresstrasse unterschieden. Die *Standardtrassen* stehen allen Verkehren zur Verfügung. Sie sind über Anschlüsse miteinander regelmäßig verknüpft oder unterliegen besonderen Restriktionen. Die *Expresstrassen* stellen die schnellstmögliche und direkte Verbindung zwischen den wichtigsten Zentren dar. Diese erhält Vorrang vor allen anderen Zügen mit Ausnahme von dringlichen Hilfszügen (sowie Zügen auf Personenverkehrsexpresstrassen).<sup>138</sup>

Außerdem gibt es im Güterverkehr noch die sogenannten *Zubringer-Trassen* und die *Lz-Trassen*. Erstere dienen der Überführung beladener und leerer Wagen zwischen Güterverkehrsstellen und wichtigen Zentren. Die *Lz-Trassen* hingegen dienen der Durchführung von Lokfahrten und Schadzügen mit Lokomotiven und Güterwagen.<sup>139</sup>

## Fahrplan

Die Trassen werden international etwa 15 Monate vor dem Fahrplanwechsel bei Fahrplankonferenzen festgelegt. Sofern bereits Anträge vorliegen, werden diese auch vergeben. Fixiert werden diese am ersten Montag im April. Der Fahrplanwechsel erfolgt im Dezember. Um eine kurzfristige Vergabe zu ermöglichen werden sogenannte Bedarfstrassen eingeplant.<sup>140</sup> Des Weiteren werden folgende Grundsätze bei der Erstellung eines Fahrplans eingehalten:

- Bündelung von Zügen mit ähnlichen Fahrzeiten und Halten
- Harmonisierung von Fahrgeschwindigkeiten
- Vertraglich gebundene Zugtrassen vor Neubestellungen, regelmäßig verkehrende Züge vor unregelmäßig verkehrenden, Zugtrassenbestellungen mit längerer Laufzeit vor Bestellungen mit kürzerer Laufzeit, etc.
- Zugtrassenbestellungen, die dem Ziel einer effizienten Nutzung der Schieneninfrastruktur besser entsprechen, haben Vorrang
- Grenzüberschreitende Züge werden wegen internationalen Fahrplanbestimmungen priorisiert<sup>141</sup>

Der Fahrplan bildet Produktionsketten im Personen- und Güterverkehr ab. Laufwege, Sollfahrzeiten und Haltezeiten der Züge werden berücksichtigt. Somit stellt der

<sup>137</sup> vgl. Dorsch, 2014, S. 79

<sup>138</sup> vgl. Posset, 2014, S. 150

<sup>139</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 342

<sup>140</sup> vgl. Posset, 2014, S. 150

<sup>141</sup> vgl. Horn, 2012, S. 123f

Fahrplan eines der Kernelemente des Systems Bahn dar. Die Unregelmäßigkeiten im Betrieb machen die Einhaltung des Sollplans nicht immer möglich.<sup>142</sup>

Das Erstellen von Fahrplänen gehört in den Bereich der Betriebsplanung. Das System Eisenbahn stellt besondere Anforderungen an diese. In die Betriebsplanung fällt des Weiteren das Erstellen von Personaleinsatz- und Fahrzeugumlaufplänen. Zur Betriebsdurchführung hingegen gehören in erster Linie die Steuerung der Zugfolge und Fahrstraßen, das Stellen von Weichen und Signalen und das Bedienen der Triebfahrzeuge.<sup>143</sup>

In den hoch verdichteten Mischverkehrskorridoren sind Personen- und Güterverkehr in gleicher Weise unterwegs. Obwohl dem Güterverkehr (insbesondere dem grenzüberschreitendem) ein höherer gesellschaftlicher Nutzen eingeräumt wird, steht dieser hinter den schnelleren Reiseverkehren zurück.<sup>144</sup> Güterzüge müssen häufig auf sogenannte Überholgleise ausweichen um dem Personenverkehr Platz zu machen.<sup>145</sup>

Die Trassenvergabe für den Güterverkehr ist in den letzten Jahren allerdings effizienter geworden. Dies war besonders im internationalen Bereich der Fall. Hauptgrund war die Gründung des Verbandes *Rail Net Europe (RNE)* im Jahr 2004.<sup>146</sup> Die RNE ist eine Organisation Europäischer Infrastrukturbetreiber, zur Koordination internationaler Fahrplantrassen. Nachdem in den letzten Jahrzehnten massiv in die Hochgeschwindigkeitsstrecken des Personenverkehrs investiert wurde, liegt nun der Fokus darauf Strecken für einen leistungsfähigen Güterverkehr auszubauen. Die Trennung von Personen- und Güterverkehrstrassen ist im Gespräch.<sup>147</sup>

Durch die Gründung eines sogenannten *One Stop Shop* ist es einem Trassenbesteller nun möglich, eine durchgängige Trasse quer durch Europa zu bestellen. Die größte Herausforderung liegt hierbei bei der Erhaltung eines gewissen Qualitätsniveaus, mit dem die Trasse zur Verfügung gestellt wird. Der Eisenbahnbetrieb unterliegt einer Anzahl von Störgrößen, so dass für einen Zuglauf über hohe Distanzen ein gewisses Zeitfenster für das Einhalten der Qualität benötigt wird.<sup>148</sup>

---

<sup>142</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 37

<sup>143</sup> vgl. ebenda, S. 36

<sup>144</sup> vgl. Horn, 2012, S. 124;

<sup>145</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 162

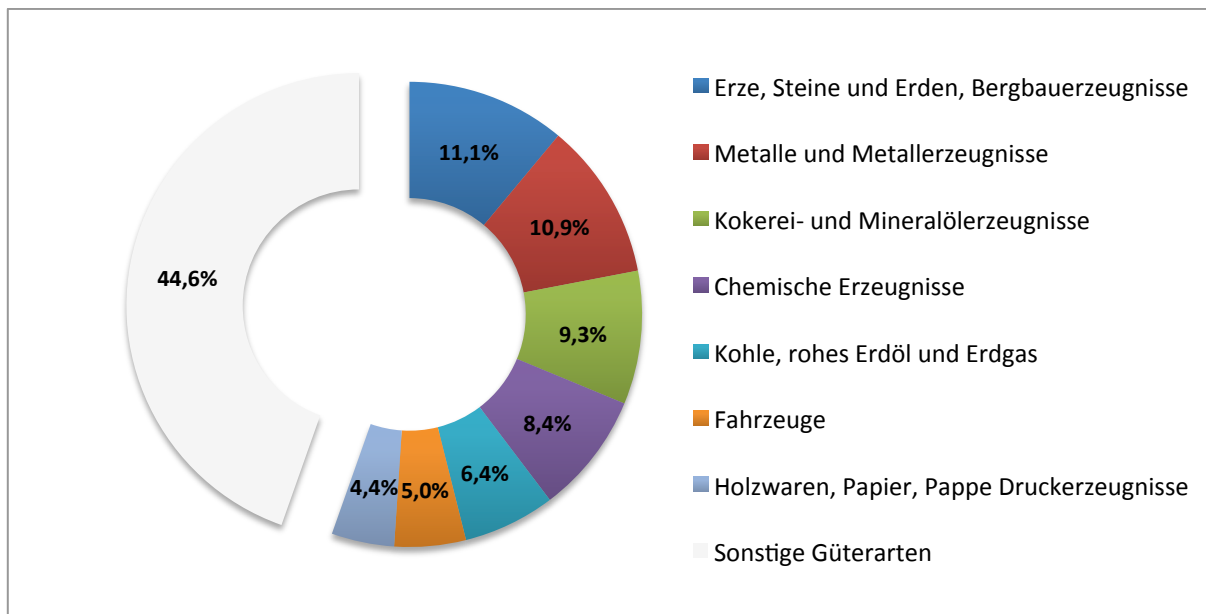
<sup>146</sup> vgl. Junker, 2010, S. 10

<sup>147</sup> vgl. Gronalt, 2010, S. 42

<sup>148</sup> vgl. Junker, 2010, S. 134

## 2.4 Arten von Gütern

Der SGV ist ideal für den Transport großer Mengen über große Distanzen. Diese Idealbedingungen sind allerdings aufgrund des Trends in der Wirtschaft (Versand hochwertiger aber kleinteiliger Produkte, Just in Time Lieferung, etc.) nur noch in wenigen Branchen anzutreffen. Wenige Arten von Gütern machen mittlerweile einen hohen Anteil des Transportaufkommens des Schienengüterverkehrs aus (siehe Abbildung 6).<sup>149</sup>



**Abbildung 6: Anteile verschiedener Güterarten an der Transportleistung im deutschen SGV (eigene Darstellung)<sup>150</sup>**

Die Daten des statistischen Amtes der Europäischen Union (Eurostat) zum Aufkommen der einzelnen Gütergruppen im SGV der EU-28 sind leider nicht vollständig (speziell für den Zeitraum 2008- 2014). Die Werte einzelner Staaten sind entweder nicht verfügbar (z.B. Dänemark, Zypern, Griechenland,...) oder vertraulich (z.B. Belgien, Italien, Niederlande).<sup>151</sup> Dies macht eine umfassende Aussage über die einzelnen Güterarten im SGV der EU-28 leider nicht möglich.

Aus diesem Grund wird hier auf die Darstellung der Gütergruppen im deutschen Schienengüterverkehr ausgewichen. Dieser macht mit 110,1 Mrd. tkm 27% und somit den größten Anteil eines einzelnen Staates der Europäischen Verkehrsleistung im

<sup>149</sup> vgl. Siegmann, 2012, S.10

<sup>150</sup> zu den Daten vgl. Beförderungsleistung im Inland nach Verkehrsträgern und Güterabteilungen 2014, unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Gueterverkehr/Tabellen/VerkehrstraegerGueterabteilungB.html#Start> (gelesen am: 19.11.2015)

<sup>151</sup> vgl. Railway transport - Goods transported, by group of goods, unter: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do> (gelesen am: 19.11.2015)

Schienengüterverkehr aus (Stand 2012).<sup>152</sup> Das Statistische Bundesamt Deutschlands (Destatis) lieferte die benötigten Daten für das Jahr 2014.

Insgesamt erbrachte der deutsche Schienengüterverkehr im Jahr 2014 eine Verkehrsleistung von 112.629 Millionen Tonnenkilometer.<sup>153</sup>

„Der Schwerpunkt wird künftig auf vier Kernbranchen liegen: Stahl, Rohstoffe, Öl und Chemikalien“<sup>154</sup> äußerte ein Sprecher der ÖBB. Auch in Deutschland machen diese Bereiche über 46% des Transportaufkommens aus (siehe Abbildung 6). Vor allem der Ganzzugverkehr transportiert hauptsächlich Massengüter dieser Art. Andere Güterarten sind zusammen mit dem Einzelwagenverkehr stark rückläufig.<sup>155</sup>

Der Transport von Automobilen ist allerdings ebenfalls ein wichtiges Segment des Schienengüterverkehrs. In Deutschland wird heutzutage bereits jeder zweite produzierte PKW mit der Bahn transportiert. Der Marktbereich Automotive trägt auch durch den Transport von Material oder Autoteilen zwischen verschiedenen Werken einen großen Teil zum Verkehrsaufkommen bei. Etwa die Hälfte dieser Verkehre bewegt sich im internationalen Bereich. Die Automobilhersteller haben sehr strenge Anforderungen an den Transport mit der Bahn.<sup>156</sup>

Heute wird ein Großteil der Transportgüter containerisiert. Containertransporte sind eine der wenigen Bereiche deren Aufkommen im SGV in Europa Zuwachsraten verzeichnen kann. Dies ist vor allem auf die wachsende Bedeutung des Intermodalen bzw. Kombinierten Verkehr zurückzuführen.<sup>157</sup> Vorteile wie beispielsweise die Vereinheitlichung von Wagenparks oder der Wegfall von Bedienfahrten stehen allerdings dem möglichen Verlust von nicht containerisierbaren Gütern für den Verkehrsträger Schiene gegenüber.<sup>158</sup>

Im internationalen Verkehr haben sich besonders die sogenannten ISO- Container durchgesetzt. Diese genormten Großraumbehälter haben gemäß Tabelle 2 der ISO 668:1995 standartmäßig eine Breite von 8 Fuß (2,44 m) und eine Länge von 20 Fuß (6,06 m) oder 40 Fuß (12,19 m). Das maximal zulässige Bruttogewicht der Ladung ist ebenfalls genau vorgegeben:

- 30,48 t für den 20 Fuß Container (das Gewicht wurde 2005 durch Zus1 der ISO:6681 von 24 t auf 30,48 t angehoben)
- 30,48 t für den 40 Fuß Container

<sup>152</sup> vgl. EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, S. 41

<sup>153</sup> vgl. ebenda

<sup>154</sup> Horn, 2013a S. 146

<sup>155</sup> vgl. Siegmann, 2012, S. 10

<sup>156</sup> vgl. Höslér, 2012, S. 346

<sup>157</sup> vgl. Janicki, 2001, S. 438f; Dorsch, 2014, S. 65

<sup>158</sup> vgl. Siegmann, 2012, S.17

## 2.5 Waggontypen

Güterwagen stellen bei Eisenbahnen die größte Gruppe an Schienenfahrzeugen dar. In Europa sind weit über eine Million Wagons im Einsatz.<sup>159</sup> Selbst außergewöhnliche und schwierige Transporte sind heutzutage durch Spezialwagen problemlos möglich.<sup>160</sup>

### 2.5.1 Wagengattungen

Alle Güterwagen werden ganz allgemein in *Wagen der Regelbauart*, *Wagen der Sonderbauart* und *Spezialwagen* eingeteilt. Darüber hinaus werden Güterwagen diversen Gattungen zugeordnet und mit Gattungsbuchstaben kodifiziert. Jeder Gattung ist ein sogenannter Gattungsbuchstabe zugeordnet.<sup>161</sup> Diese Klassifizierung ist international gültig und von der UIC vorgegeben. Der Gattungsbuchstabe gibt Informationen über die wesentlichen Merkmale eines Wagens und dessen Verwendungszweck. Es gibt allerdings auch Kennbuchstaben, die bloß nationale Geltung haben.<sup>162</sup>

Tabelle 5: ausgewählte Wagengattungen<sup>163</sup>

Gattung	Beschreibung	Nutzung
<b>E</b>	<b>offene Wagen (Regelbauart)</b>	witterungsempfindliche Stückgüter sowie Schüttgut (Koks, Kohle, Erz, Schrott, Sand, Schotter, Holz, Rüben, u.a.)
<b>F</b>	<b>offene Wagen (Sonderbauart), vorwiegend Selbstentladewagen</b>	
<b>G</b>	<b>gedeckte Wagen (Regelbauart)</b>	Stückgut (Säcke, Kartons, andere Gefäße, unverpackte Güter, Obst, Gemüse)
<b>H</b>	<b>gedeckte Wagen (Sonderbauart) vorwiegend Schiebewandwagen</b>	
<b>I</b>	<b>Wagen mit Temperaturbeeinflussung, vorwiegend Kühlwagen</b>	temperaturempfindliche Güter (Lebensmittel)
<b>K</b>	<b>zweiachsige Flachwagen (Regelbauart), vorwiegend Rungenwagen</b>	witterungsempfindliche Güter mit großem Raumbedarf (Hölzer, Rohre, Draht, Baustähle, Stahlkonstruktionen, große Stückgüter)
<b>L</b>	<b>Flachwagen (Sonderbauart) mit unabhängigen Radsätzen</b>	Autotransportwagen Container und Behälterwagen
<b>R</b>	<b>Drehgestellflachwagen (Regelbauart)</b>	witterungsempfindliche schwere bzw. lange Güter (Stabstahl, Schienen, Maschinen, Walzprofile, Fertigbauteile, Holz, Halbzeug, Drahtrollen)
<b>S</b>	<b>Drehgestellflachwagen (Sonderbauart)</b>	Schwerlastwagen (insbesondere für Schinerzeugnisse ab ca. 60 t) Wagen für „Rollende Landstraße (RoLa) und Sattelanhänger Tragwagen für Container und Wechselbehälter
<b>T</b>	<b>Wagen mit öffnungsfähigem Dach</b>	witterungsempfindliche schwere Stückgüter nässeempfindliche Stückgüter (Getreide, Kali, Kalk, Gips)

<sup>159</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 54

<sup>160</sup> vgl. Janicki 2008, S. 65

<sup>161</sup> vgl. Höslér, 2012, S. 351f

<sup>162</sup> vgl. Janicki 2011, S. 54

<sup>163</sup> vgl. Janicki, 2008, S. 435f

<b>U</b> <b>sonstige Wagen (Sonderbauarten)</b>	Staubgutwagen (Zement, Kalksteinmehl, Quarzsand, Aluminiumoxid, Soda, Zucker, Mehl, Grieß, Salz) Tiefladewagen für Fahrzeuge und hohe Güter Tiefladewagen für große und schwere Güter Übergangswagen
<b>Z</b> <b>Kesselwagen</b>	flüssige Erzeugnisse gasförmige Erzeugnisse

Zur weiteren Beschreibung des Güterwagens werden an den Gattungsbuchstaben noch weitere Kleinbuchstaben angehängt. Diese können in Verbindung mit unterschiedlichen Gattungen auch verschiedene Bedeutungen haben. Diese geben beispielsweise Auskunft über die Anzahl der Achsen, Sonderausrüstungen oder Besonderheiten des Güterwagens. Diese Buchstabenkennzeichnungen werden vorwiegend im Einzelwagenverkehr verwendet.<sup>164</sup>

Am häufigsten in Verwendung sind der sogenannte *offene Güterwagen*, der *gedeckte Güterwagen* und der *Flachwagen* (nach Regelbauart). Der offene Güterwagen eignet sich vor allem für Packstücke und Güter in loser Schüttung. Voraussetzung ist, dass die Güter wetterunempfindlich sind.<sup>165</sup> Ein Großteil der Ladegüter muss allerdings vor Nässe und anderen Witterungseinflüssen geschützt werden. Der geschlossene Güterwagen ist mit einem Dach ausgerüstet, bedarf also meist keinem zusätzlichen Witterungsschutz.<sup>166</sup>

Flachwagen dienen der Beförderung von Gütern mit großem Raumbedarf, wie beispielsweise Hölzer, Maschinen, Rohre, Stahlkonstruktionen und vor allem auch Fahrzeuge.<sup>167</sup> In Europa erfolgt die Fertigfahrzeugverteilung vorwiegend mit der Bahn. Hierzu wird eine Spezialform des Flachwagens, der sogenannte Doppelstockwaggon sehr häufig eingesetzt.<sup>168</sup> Für den PKW-Transport werden Doppelstockwagen des Typs Lae eingesetzt. Es handelt sich um zweigliedrige Einheiten mit drei oder vier Radsätzen.<sup>169</sup>

Bei den Doppelstockwagen wird ebenfalls zwischen geschlossener und offener Ausführung unterschieden. Auf längeren Transportstrecken ist die Wahrscheinlichkeit von Transportschäden der Fahrzeuge ebenfalls erhöht. Diese Schäden sind mit hohen Kosten verbunden, deshalb wird hoher Wert auf Schutzmaßnahmen gelegt. Diese werden generell in Lackschutz und Innenraumschutz aufgeteilt. Beim Transport mit offenen Waggonen werden die transportierten Fahrzeuge durch eine aufgetragene Schutzschicht konserviert.<sup>170</sup>

<sup>164</sup> vgl. Horn, 2012, S. 159f

<sup>165</sup> vgl. Clausen, 2013a, S. 166f

<sup>166</sup> vgl. Janicki, 2008, S. 437

<sup>167</sup> vgl. ebenda, S. 463

<sup>168</sup> vgl. Klug, 2010, S. 442

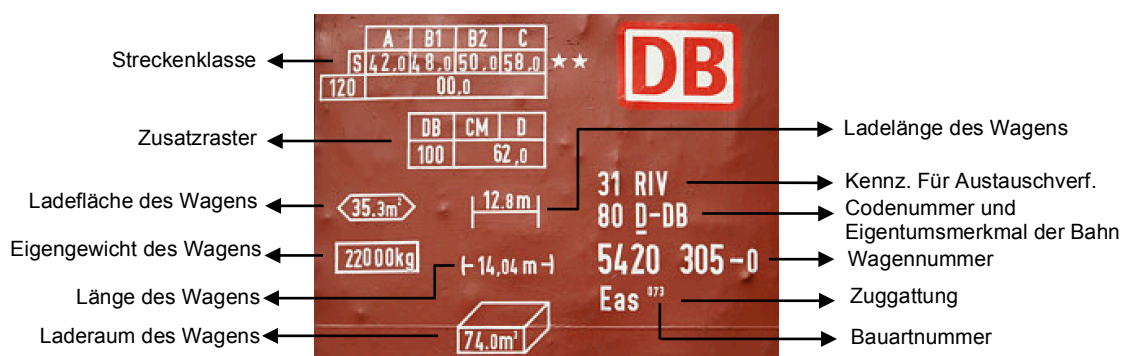
<sup>169</sup> vgl. Janicki, 2008, S. 463

<sup>170</sup> vgl. Klug, 2010, S. 442f

Als Folge des aktuellen Trends der Vergrößerung von Straßenkraftfahrzeugen wurde der sogenannte VEL- Waggon (Versatile, Efficient and Longer Wagon for European Transport) entwickelt. In diesem von der EU finanzierten Forschungsprojekt geht es darum mehr Ladefläche ohne Unterbrechungen bei gleichzeitig höheren Achslasten sowie niedriger Ladehöhe zu schaffen. Dies soll die Kapazitäten des SGV weiter erhöhen.<sup>171</sup>

## 2.5.2 Kennzeichnung

Neben den Lastgrenzenrastern, die die Höchstgeschwindigkeit und das höchste Ladungsgewicht in Abhängigkeit von den Streckenklassen darstellen, und den Gattungsbuchstaben befinden sich noch weitere Informationen, meist auf der linken Seitenwand des Wagens. Diese Anschriften geben Auskunft über die wichtigsten Eigenschaften des Wagens und dienen als eine Art Visitenkarte.<sup>172</sup>



**Abbildung 7: Anschriften auf einem Güterwagen der Deutschen Bahn (eigene Darstellung)**<sup>173</sup>

Zusätzlich hat jeder Zug seine eigene Zugnummer. Sie wird vom Infrastrukturbetreiber vergeben und keine Zugnummer darf an einem Tag doppelt vorkommen. Diese Nummern sind ein- bis höchstens fünfstellig und bestehen aus arabischen Ziffern.<sup>174</sup> Des Weiteren wird jedem Zug auch eine sogenannte Zugklasse zugeteilt. Nicht personenbefördernde (nP-Züge) Züge auf internationalen Infrastrukturtrassen sind beispielsweise mit den Zugklassen ATG, ATGZ oder TERF gekennzeichnet. Diese Zugklassen werden zur Kennzeichnung von Ganzzügen verwendet.<sup>175</sup>

## 2.6 Be- und Entladung

Die Ladung eines Güterwagens darf den Eisenbahnbetrieb nicht gefährden. Da in den meisten Güterwagen die Einrichtungen zur Sicherung und zum Schutz der

<sup>171</sup> vgl. Posset, 2014, S. 126f

<sup>172</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 353

<sup>173</sup> bzgl. Abbildung vgl. [http://www.dybas.de/dybas/index/a/image/gw-anschr\\_a.jpg](http://www.dybas.de/dybas/index/a/image/gw-anschr_a.jpg) (gelesen am 3.12.2015); bzgl. Beschriftung vgl. Hösler, 2012, S. 351f; Horn, 2012, S. 159f; Posset, 2014, S. 129ff

<sup>174</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 164

<sup>175</sup> vgl. Horn, 2012, S. 127ff

Ladung bereits eingebaut sind, ist die Wahl des richtigen Güterwagens von größter Bedeutung. Weiters darf bei der Beladung der Güterwagen dieser nicht überladen und auch die geometrische Verteilung, das sogenannte Lademaß, muss eingehalten werden.<sup>176</sup>

Die Be- und Entladevorrichtungen selbst sind ebenfalls abhängig von der Güterwagenbauart. Diese sind in erster Linie von vorgesehenen Einsatzbedingungen geprägt. Breite Türen und tragfähige Böden erlauben das Befahren des Wagens mit Gabelstaplern oder anderen schweren Fahrzeugen. Bei einigen Wagengattungen lassen sich nicht nur die Seitenwände, sondern auch Wagendächer und/oder Stirnwände öffnen. Dies erlaubt die Be- und Entladung mit Kran, Bagger oder Förderband. Auch selbstentladende Wagen für Schüttgüter wie Kohle, Kalk Erz und Schotter sind anzutreffen.<sup>177</sup>

Es gibt öffentliche Ladestellen (z.B. Freiladegleise) an denen jeder Kunde eines EVUs Güterwagen be- und entladen kann. Über Seitenrampen können die Güter mit Gabelstaplern oder Hubwagen in die Wagen geladen werden. Kraftfahrzeuge werden über sogenannte Kopframpen aufgeladen. Vereinzelt stehen auch Krananlagen zur Verfügung.<sup>178</sup>

Im intermodalen Verkehr werden meistens Container vom LKW auf die Züge verladen. Es wird zwischen dem vertikalen und dem horizontalen Umschlag unterschieden. Bei Ersterem werden die Ladeeinheiten mit Kran oder ähnlichen Ausrüstungen angehoben und auf einen anderen Verkehrsträger geladen. Diese Form ist langjährig erprobt. Beim horizontalen Umschlag kommen sogenannte Abroll-Container-Systeme (ACTS) zum Einsatz. Die Verladung ganzer Lkws inklusive Fahrer (RoLa) zählt ebenfalls zu dieser Art des Umschlags.<sup>179</sup>

## 2.7 Anbieter

Durch die Schaffung von mehr Wettbewerb auf der Schiene bieten sich der verladenden Wirtschaft immer effizientere Transportlösungen. Seit der Europäischen Bahnliberalisierung wurden allein in Deutschland seit der Marktöffnung (1994) mehr als 300 private EVUs gegründet.<sup>180</sup> Doch der Erfolg der kleinen Bahnunternehmen war nur von kurzer Dauer. Der Eintritt der Privatbahnen in lukrative Nischen hatte zur Folge, dass sich die bisher trägen Staatsbahnen neu aufstellten. Die nun schlankeren Staatsbahnen setzen ihre Marktmacht ein und der hohe Kapitalbedarf

---

<sup>176</sup> vgl. Janicki, 2011, S.169

<sup>177</sup> vgl. Janicki, 2008, S. 436

<sup>178</sup> vgl. Janicki, 2011, S.150

<sup>179</sup> vgl. Posset, 2014, S. 53

<sup>180</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 316



verhindert das weitere Wachstum der Privatbahnen. Europaweit teilen sich nun die größten Staatsbahnmonopole den Markt untereinander auf.<sup>181</sup>

Es wundert daher nicht, dass die bedeutendsten Schienengüterverkehrsunternehmen Abkömmlinge der größten Staatsbahnen sind.

### 2.7.1 DB Schenker Rail Deutschland

Die DB Schenker Rail Deutschland AG ist das größte europäische Schienengüterverkehrsunternehmen und gehört neben DB Schenker Logistics (übriger Güterverkehr) und drei Personenverkehrssparten sowie DB Dienstleistungen vollständig dem Verkehrsunternehmen des DB Konzerns. Die DB Schenker Rail zählt seit der Bahnreform 1994 als eigenständiges Unternehmen.<sup>182</sup> Neben klassischen Standardtransporten werden auch kundenspezifische Transportlösungen vor allem in den Bereichen Automotive, Consumer und High-Tech angeboten (siehe Tabelle 6).<sup>183</sup>

**Tabelle 6: Kennzahlen DB Schenker Rail Deutschland (Stand 2014)**<sup>184</sup>

<b>Kennzahlen</b>	
<b>Umsatz</b>	4.843 Mio. €
<b>beförderte Güter</b>	329,1 Mio. t
<b>Verkehrsleistung</b>	102,9 Mrd. tkm
<b>Mitarbeiter/innen</b>	30.842
<b>Güterwagen</b>	97.029
<b>Lokomotiven</b>	2.878
<b>Güterzüge pro Tag</b>	4.742

### 2.7.2 PKP Cargo

Im Europäischen Vergleich ist die PKP Cargo Nummer 2 im Eisenbahngütertransport. Bis 2002 war diese Monopolist im polnischen Eisenbahngüterverkehr. Hauptanteil am Ladegut haben Steinkohle, Stein, Kies, Kalk und Metall (in dieser Reihenfolge). Im Jahr 2008 wurde mit der Privatisierung von PKP Cargo begonnen und 2013 ging diese als erstes staatliches Bahnunternehmen an die Börse.<sup>185</sup>

<sup>181</sup> vgl. Krummheuer, (24.08.2011), unter: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/schienengueterverkehr-staatsbahnen-auf-dem-vormarsch/4526838.html> (gelesen am: 4.12.2015)

<sup>182</sup> vgl. Suchanek, 2009, S. 111f

<sup>183</sup> vgl. Stölzle, 2010, S.136

<sup>184</sup> vgl. <http://www.dbschenker.com> (gelesen am: 04.12.2015)

<sup>185</sup> bzgl. Privatisierung vgl. Fehlberg, H. (12.10.2013), unter: <http://www.polen-pl.eu/pkp-cargo-als-erstes-staatliches-bahnunternehmen-europas-an-die-boerse/> (gelesen am: 04.10.2015); bzgl. Allgemeine Angaben vgl. Suchanek, 2009, S. 739

Tabelle 7: Kennzahlen PKP Cargo (Stand 2014/ \* Stand 2007)<sup>186</sup>

Kennzahlen	
Umsatz	0,988 Mrd. €
beförderte Güter	111 Mio. t
Verkehrsleistung	36,4 Mrd. tkm*
Mitarbeiter/innen	22.711
Güterwagen	62.000
Lokomotiven	1.200
Güterzüge pro Tag	1.000

### 2.7.3 FRET SNFC

Die drittgrößte Güterbahn Europas ist die FRET SNFC. (In Deutschland sogar Platz 2). Diese entstand 1999 bei der Aufteilung der SNFC in die Bereiche Güterverkehr, Infrastruktur und Personenverkehr. Die Geschäftsentwicklung verlief in den letzten Jahren eher ungünstig und gipfelte 2009 im Zuge der Wirtschaftskrise in einem Verlust von 600 Mio. Euro.<sup>187</sup>

Tabelle 8: Kennzahlen FRET SNFC (Stand 2013/\* Stand 2009)<sup>188</sup>

Kennzahlen	
Umsatz	1,107 Mrd. €
beförderte Güter	k.A.
Verkehrsleistung	19,5 Mrd. tkm
Mitarbeiter/innen	8.800
Güterwagen	19.900*
Lokomotiven	850
Güterzüge pro Tag	252

### 2.7.4 Rail Cargo Austria

Die Rail Cargo Austria Aktiengesellschaft (RCA) ist seit 2005 ein eigenständiges Unternehmen, das aus dem ÖBB-Güterverkehr hervorgegangen ist. Es ist eines der führenden Bahnlogistikunternehmen in Europa.<sup>189</sup>

Tabelle 9: Kennzahlen der Rail Cargo Austria (Stand 2014)<sup>190</sup>

Kennzahlen	
Umsatz	2,1 Mrd. €
beförderte Güter (bezogen auf gesamtes Jahr)	110,1 Mio. t
Verkehrsleistung	29 Mrd. tkm
Mitarbeiter/innen	8.064
Güterwagen	23.946
Lokomotiven	620
Güterzüge pro Tag	k.A.

<sup>186</sup> vgl. <https://www.pkpcargo.com> (gelesen am: 04.12.15); Suchanek, 2009, S.739

<sup>187</sup> vgl. Suchanek, 2009, S.536f

<sup>188</sup> vgl. [www.sncf.com/de/partner/fret-sncf](http://www.sncf.com/de/partner/fret-sncf) (gelesen am: 04.12.2015); Suchanek, 2009, S. 537

<sup>189</sup> vgl. Suchanek, 2009, S. 659

<sup>190</sup> vgl. <http://www.railcargo.com> (gelesen am: 04.12.2015)

### 3 Kostenrechnung für den Logistikdienstleister

Im Zuge der Liberalisierung des Verkehrsmarktes Ende der 90er Jahre und der Erweiterung der Europäischen Union haben sich die Marktbedingungen für europäische Logistikdienstleister verschärft. Die konsequente Nutzung betriebswirtschaftlicher Methoden ist seither insbesondere für Speditionsunternehmen unverzichtbar.<sup>191</sup> In diesem Zusammenhang stellt die Kosten- und Leistungsrechnung ein wichtiges Instrument zur Unterstützung und Bewertung von Unternehmensentscheidungen dar. Im Wesentlichen gibt es keine spezielle speditionelle Kostenrechnung. Alle Grundbegriffe der Kosten- und Leistungsrechnung gelten uneingeschränkt auch im Logistik- und Speditionsgewerbe. In gewissen Fällen ist es allerdings sinnvoll, die Begrifflichkeiten an die Welt der Logistik anzupassen.<sup>192</sup>

Gegenstand dieses Kapitels ist die Erstellung eines Kostenmodells zur Berechnung der Kosten von Schienengüterverkehrsleistungen. Da dieses auf der Vollkostenrechnung basieren soll, wird zunächst die allgemeine Vorgehensweise der Kosten- und Leistungsrechnung für Logistikdienstleister und im Speziellen für Spediteure beschrieben. Hier sollen vor allem Begrifflichkeiten vorweg genommen werden, die anschließend zur Auftragskalkulation im Schienengüterverkehr benötigt werden. Ziel ist es, einen fließenden Übergang vom Theorie- zum Praxisteil dieser Arbeit zu schaffen.

Das auf Basis der zuvor erarbeiteten Inhalte aufgebaute Kostenmodell soll nach einer detaillierten Beschreibung auf ein möglichst praxisnahes Fallbeispiel angewandt werden. Auf diese Weise können die erzielten Resultate mit den Ergebnissen von Studien oder anderen Beispielkosten verglichen werden, um die erzielten Arbeitsergebnisse in Relation setzen zu können. Auf Basis dieses Vergleichs soll am Ende das abschließende Resümee gezogen werden.

#### 3.1 Kostenrechnung in der Spedition

Die Kosten- und Leistungsrechnung ist an innerbetrieblichen Zwecken ausgerichtet und wird daher auch als internes Rechnungswesen bezeichnet. Aus diesem Grund existieren keine gesetzlichen Regelungen für den Ablauf. Die Hauptaufgaben der Kosten- und Leistungsrechnung speziell in Logistikunternehmen sind unter anderem:<sup>193</sup>

---

<sup>191</sup> vgl. Czenskowsky, 2002, S. 75f

<sup>192</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 453

<sup>193</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 1

- Preiskalkulation und Preisbeurteilung: Festlegung eines Mindestpreises um detaillierte Überlegungen zu Kostensenkungen oder zur Ablehnung eines Auftrages anstellen zu können;
- Kontrolle von Wirtschaftlichkeit: Kontrolle der Kostenarten und Vergleich mit dem Vorjahr (Zeitvergleiche); Vergleiche mit anderen Niederlassungen (Betriebsvergleiche);
- Gewinnung von Unterlagen für Entscheidungsrechnungen: Vergleich verschiedener Alternativen unter Berücksichtigung der Kosten und der Erlöse; beispielsweise Verfahrensvergleiche (z.B. Verkehrsträgerwahl zwischen LKW und Eisenbahn)
- kurzfristige Erfolgsrechnung: monatliche Gegenüberstellung von Kosten und Erlösen (Kostenträgerzeitrechnung);<sup>194</sup>

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Kostenmodells zur Bestimmung der Kosten, die für ein Eisenbahnverkehrsunternehmen, im Zuge der Leistungserstellung (bezogen auf einen Auftrag), erwachsen. Aus diesem Grund wird die Kostenrechnung in dieser Arbeit primär für die Bestimmung der auf einen Kostenträger bezogenen Selbstkosten verwendet (Kostenträgerstückrechnung).

### 3.1.1 Klassische Vollkostenrechnung und Prozesskostenrechnung

#### Klassische Vollkostenrechnung

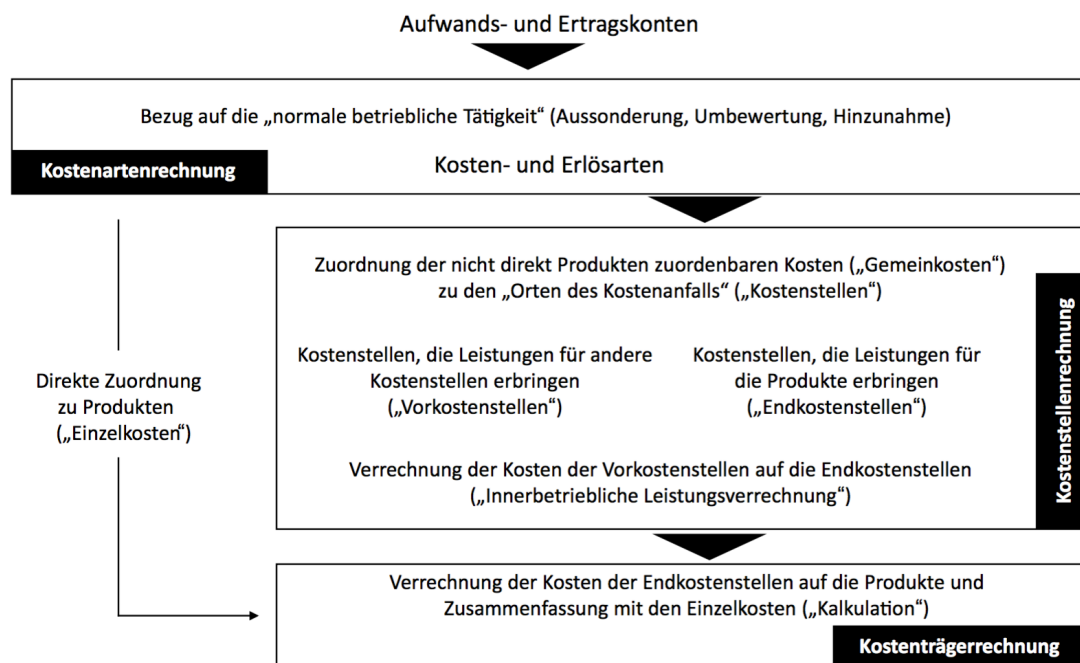


Abbildung 8: Grundaufbau der Vollkostenrechnung<sup>195</sup>

<sup>194</sup> vgl. ebenda, S. 2ff

<sup>195</sup> Weber, 2012, S. 45

Die Wurzeln der Kostenrechnung reichen in das 19. Jahrhundert zurück. Ursprünglich wurde sie zur Berechnung der Selbstkosten von Produkten verwendet, um auf deren Basis die Preiskalkulation durchzuführen. Anfangs wurde die Kostenrechnung kundenseitig durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Preise der Anbieter gerechtfertigt waren. Später wurde dieses Verfahren von den Anbietern selbst aufgegriffen. Die Einführung zahlreicher Standardprozeduren führte zu der heute bekannten Vollkostenrechnung (auch traditionelle Kostenrechnung oder klassische Vollkostenrechnung).<sup>196</sup>

Der klassische Aufbau der Kostenrechnung sieht aus wie folgt (siehe Abbildung 8):

- **Kostenartenrechnung:** Welche Kosten sind entstanden?
- **Kostenstellenrechnung:** Wo sind die Kosten entstanden?
- **Kostenträgerrechnung:** Wofür sind die Kosten entstanden?<sup>197</sup>

### Prozesskostenrechnung

In den letzten Jahren kam es zu einer Weiterentwicklung der Instrumente der Kostenrechnung. Hier sei speziell die Prozesskostenrechnung zu nennen, die die Schwächen der klassischen Kostenrechnung ausgleicht. Das Hauptproblem der logistischen Vollkostenrechnung stellen die in den letzten Jahrzehnten immer höher werdenden Gemeinkostenanteile der Branche dar. Die traditionelle Kostenrechnung bestimmt Beziehungen zwischen den Kostenträgern (z.B. Sendungen) und den Gemeinkosten über sogenannte volumenorientierte (Wert- oder Mengen-) Schlüssel. Diese Vorgehensweise wird in späterer Folge noch genauer beschrieben. Diese Verteilung der Gemeinkosten ist in den meisten Fällen allerdings nicht verursachungsgerecht. Da diese Schlüssel meist auf den Einzelkosten basieren, deren Anteil zulasten der Gemeinkosten schrumpft, wird eine derartige Aufteilung immer ungenauer.<sup>198</sup>

Die Prozesskostenrechnung löst dieses Problem, indem sie die Kosten den Prozessen anlastet, die sie verursachen. Diese Fokussierung auf den einzelnen Prozess spiegelt Arbeitsabläufe besser wieder als die pauschale Zuweisung von Einzel- und Gemeinkosten.<sup>199</sup> Dies führt zu einem aktiven und permanenten Gemeinkostenmanagement. Die Prozesskostenrechnung läuft in sechs Schritten ab:

- **1. Schritt:** Tätigkeitsanalyse
- **2. Schritt:** Differenzierung in leistungsmengeninduzierte und leistungsmengen-neutrale Prozesse
- **3. Schritt:** Bestimmung der Kostentreiber

<sup>196</sup> vgl. Weber, 2012, S. 44f

<sup>197</sup> vgl. Arnold, 2008, S.1087f

<sup>198</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 453, vgl. ebenda, S. 486

<sup>199</sup> vgl. Zechner, 2010, S. 146f

- 4. Schritt: Festlegung der Prozessmengen und der Prozesskosten
- 5. Schritt: Ermittlung von Prozesskosten- und Umlagesätzen
- 6. Schritt: Verdichtung zu Hauptprozessen<sup>200</sup>

Die traditionelle Vorgehensweise der Kostenrechnung findet allerdings in den meisten Speditionsunternehmen immer noch ihre Anwendung.<sup>201</sup> Speziell für die reine Fahrzeug- und Tourenkalkulation des verkehrswirtschaftlichen Dienstleistungssektors hat sich die klassische Vollkostenrechnung bewährt.<sup>202</sup> Die Prozesserfassung und Strukturierung der Prozesskostenrechnung erweist sich nämlich als besonders arbeitsintensiv. Die Aufgabe sollte den Zeitaufwand in jedem Fall rechtfertigen. Die Prozesskostenrechnung wird in Speditionen speziell für Bereiche eingesetzt, wo repetitive Tätigkeiten (z.B. Distributionslager, Umschlaglager) eine große Rolle spielen.<sup>203</sup> Für die Auftragskalkulation des Kostenmodells dieser Arbeit wird allerdings der traditionelle Ansatz der Kostenrechnung zugrunde gelegt. Aus diesem Grund wird auf die Prozesskostenrechnung nicht genauer eingegangen.

### 3.1.2 Begriffliche Grundlagen

#### Ist-, Normal- und Plankostenrechnung

Die *Istkostenrechnung* ist die traditionelle Form der Kostenrechnung. Die tatsächlich anfallenden Kosten werden aus der Buchhaltung direkt übernommen. Die Kostenrechnung enthält demnach Ist-Mengen und Ist-Preise. Preisschwankungen gehen ebenso wie Änderungen in der Beschäftigung in vollem Maße in die Kalkulation ein. Auswertungen, die auf den Istkosten aufbauen, können aufgrund dieser Schwankungen im Jahresverlauf verzerrte Ergebnisse liefern.<sup>204</sup>

Die *Normalkostenrechnung* wurde eingeführt, um starke Schwankungen der Ist-Werte auszugleichen. Die Normalkosten werden daher aus den durchschnittlichen Istkosten der vergangenen Monate bzw. Jahre abgeleitet. Es können sogar künftige, erwartete Veränderungen, wie z.B. vorausgesagte Preissteigerungen, in die Berechnung der Durchschnittswerte einbezogen werden. Die Verwendung von Normalkosten empfiehlt sich beispielsweise bei jahreszeitlich schwankenden Kosten, wie Heizkosten oder unregelmäßig auftretenden Reparaturkosten.<sup>205</sup>

Die *Plankostenrechnung* erfasst unregelmäßig anfallende Kosten (z.B. Weihnachtsgeld, Urlaubsgeld). Anschließend werden diese periodisiert und verteilt

<sup>200</sup> vgl. Barwig, 2014, S.147ff

<sup>201</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 453

<sup>202</sup> vgl. Czenskowsky, 2002, S. 77

<sup>203</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 149

<sup>204</sup> vgl. Hering, 2015, S. 15

<sup>205</sup> vgl. Griga, 2010, S. 159f

(z.B. Verteilung eines Gesamtjahresgehalts inklusive 13. und evt. 14. Gehalt auf 12 Monate).<sup>206</sup> Hierbei wird zwischen der starren und der flexiblen Plankostenrechnung unterschieden.<sup>207</sup>

Häufig wird eine Kombination einer Istkosten- und einer Plankostenrechnung eingesetzt. Plankosten ergeben sich auf Basis geplanter Mengen und Preise (z.B. Personalkosten). Diese ermöglichen Vergleiche mit den vorliegenden Ist-Kosten. Diese Kostenkontrolle hilft es Abweichungen aufzudecken und Anpassungsmaßnahmen umzusetzen.<sup>208</sup>

### **Voll- und Teilkostenrechnung**

Die *Vollkostenrechnung* erfasst alle Erlöse eines Unternehmens und zieht davon sämtliche Kosten ab. Das Ergebnis stellt einen kalkulatorischen Gewinn oder Verlust dar. In Speditionen ist es generell üblich mit Vollkosten zu rechnen. Es werden alle entstehenden Kosten einem Kostenträger zugerechnet. Die Vollkostenrechnung hat dadurch allerdings den Nachteil, dass Gemeinkosten (z.B. Verwaltungskosten) nicht verursachungsgerecht verteilt werden können und somit die Ergebnisse der einzelnen Kostenstellen verzerrt werden.<sup>209</sup>

Die *Teilkostenrechnung* unterscheidet zwischen leistungsabhängigen und leistungsunabhängigen Kosten. Dadurch werden nur die Kosten, die einem Kostenträger nachvollziehbar zurechenbar sind, von den Erlösen abgezogen. Die Gemeinkosten sollen durch einen übrig gebliebenen Deckungsbeitrag gedeckt werden. Auf diese Weise ist eine korrekte Beurteilung der Kostenstellenergebnisse möglich.<sup>210</sup>

Soll die Existenz eines Unternehmens sichergestellt werden, können Preise auf Basis der Teilkostenrechnung jedoch nur kurzfristig angeboten werden. Langfristig müssen Marktpreise, die deutlich über den Vollkosten liegen, angeboten werden. In der speditionellen Praxis ist eine Teilkostenrechnung daher nur in Kombination mit einer Vollkostenrechnung üblich.<sup>211</sup>

### **Primäre und sekundäre Kosten**

Die *primären Kosten* (auch einfache Kosten) fallen für den Verbrauch der von den Beschaffungsmärkten bezogenen Einsatzgüter an. Das heißt es handelt sich um die Kosten für den Verzehr von Gütern, die das Unternehmen auf Märkten beschafft. Diese Art von Kosten wird in der Kostenartenrechnung erfasst (Grundkosten und

---

<sup>206</sup> vgl. Hering, 2015, S. 15

<sup>207</sup> vgl. Griga, 2010, S. 416ff

<sup>208</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 145

<sup>209</sup> vgl. ebenda, S. 74

<sup>210</sup> vgl. Hering, 2015, S. 16

<sup>211</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 483

kalkulatorische Kosten).<sup>212</sup> Die primären Kosten bestehen aus fünf *primären Kostenarten*:

- Kalkulatorische Kosten
- Stoff-/Materialkosten
- Abgaben an die öffentliche Hand
- Fremdleistungskosten
- Personalkosten<sup>213</sup>

Die *sekundären Kosten* (zusammengesetzte Kosten) bewerten den Verzehr innerbetrieblicher Leistungen. Sie bestehen aus mehreren zusammengesetzten Kostenarten, wie beispielsweise Material- und Personalkosten bei selbst durchgeführten Reparaturarbeiten der hauseigenen Werkstatt. Diese Kosten werden in der Kostenartenrechnung nicht erfasst.<sup>214</sup>

Primäre und sekundäre Kosten werden unterschieden, um bei der innerbetrieblichen Abrechnung im Zuge der Kostenstellenrechnung alle Kosten in der Verrechnung zu berücksichtigen und Doppelzählungen zu vermeiden.<sup>215</sup>

### Fixe und variable Kosten

*Fixe Kosten* (leistungsunabhängige Kosten) sind Kosten, die bei Änderung der Beschäftigung konstant bleiben.<sup>216</sup> Die fixen Logistikkosten sind demnach die Anteile der Logistikkosten, die unabhängig von der Erbringung der Logistikleistungen permanent anfallen. Wesentliche Bestandteile der fixen Logistikkosten sind:

- nutzungsabhängige Abschreibungen
- kalkulatorische Zinsen (auf das investierte Kapital)
- feste Mieten- und Leasingkosten
- feste Personalkosten für fest angestellte Mitarbeiter/innen
- fixe Fremdleistungen
- feste Steuern, Abgaben, Versicherungen und Gebühren
- Abschreibungen
- konstante Bestandskosten<sup>217</sup>

Fixkosten lassen sich weiter in *Nutzkosten* und *Leerkosten* unterscheiden. Leerkosten entsprechen dem nicht genutzten Teil der Betriebsbereitschaft (fixe

---

<sup>212</sup> vgl. Friedl, 2010, S. 140

<sup>213</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 24

<sup>214</sup> vgl. Hering, 2015, S. 21

<sup>215</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 15

<sup>216</sup> vgl. Griga, 2010, S.123f

<sup>217</sup> vgl. Gudehus, 2012, S. 145



Kosten). Bei einem Beschäftigungsgrad von 100% sind demnach alle Fixkosten Nutzkosten.<sup>218</sup>

*Variable Kosten* (leistungsabhängige Kosten) sind Kosten, die sich mit dem Beschäftigungsgrad ändern. Bei Nichtinanspruchnahme von Leistungen lassen sie sich vermeiden.<sup>219</sup> Zu den variablen Logistikkosten zählen:

- nutzungsbedingte Abschreibungen
- Wartungs- und Instandhaltungskosten
- Personalkosten für gewerblich angestellte Mitarbeiter/innen, deren Leistungsbedarf angepasst werden kann
- Betriebskosten wenn sie sich dem Leistungsbedarf anpassen lassen
- Verbrauchskosten (z.B. Kraftstoffverbrauch)
- nutzungsabhängige Strecken- und Netzkosten
- leistungsabhängige Fremdleistungskosten
- nutzungsabhängige Steuern, Abgaben, Versicherungen und Gebühren
- Bestandskosten für den bedarfsabhängig veränderlichen Anteil der Bestände<sup>220</sup>

Eine genaue Trennung zwischen fixen Kosten und variablen Kosten in der Logistikkostenrechnung erweist sich jedoch manchmal als schwierig. So ist beispielsweise eine konkrete Unterteilung der Abschreibungen in nutzungsabhängige und nutzungsunabhängige Anteile meistens nicht exakt möglich.<sup>221</sup>

### 3.1.3 Kostenartenrechnung

Die Kostenartenrechnung ist die erste Stufe der Kostenrechnung. Sie dient dazu, die innerhalb einer Periode anfallenden Kosten zu erfassen und zu gliedern. Sie bildet die Grundlage für die folgende Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung.<sup>222</sup> Basis für die Erfassung der einzelnen Kostenarten aus der Finanzbuchhaltung kann beispielsweise der von dem Deutschen Speditions- und Logistikverband (DSLTV) empfohlene Kontenrahmen sein. Die hierfür relevanten Kontenklassen sind:

- *Kontenklasse 4: Kostenarten-Konten* (z.B. Lohn und Lohnnebenkosten, Fuhrparkkosten, Verwaltungskosten, etc.)
- *Kontenklasse 7: Auftragsgebundene, direkt zurechenbare Speditionskosten* (z.B. Bahnspeditionen, Lagerei, etc.)<sup>223</sup>

<sup>218</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 9

<sup>219</sup> vgl. Griga, 2010, S. 125

<sup>220</sup> vgl. Gudehus, 2005, S. 150f

<sup>221</sup> vgl. Gudehus, 2012, S. 145

<sup>222</sup> vgl. Weber, 2012, S. 195

<sup>223</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 23f

Ebenfalls als Aufwendungen verbucht werden die Positionen der Kontoklasse 2: Abgrenzungskonten (z.B. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag, etc.). Diese stehen allerdings nicht in direktem Zusammenhang mit der betrieblichen Leistungserstellung. Diese sogenannten neutralen Aufwendungen werden daher auch nicht in die Kostenrechnung übernommen.<sup>224</sup>

Nachdem die Aufwendungen in betriebsbedingte (Kosten) und nicht betriebsbedingte (neutrale) Aufwendungen unterschieden wurden, werden im nächsten Schritt die Kosten in *Grundkosten* und *kalkulatorische* Kosten unterteilt.<sup>225</sup>

Die **Grundkosten** stellen den überwiegenden Teil der Kosten, die unverändert aus der Finanzbuchhaltung übernommen werden können, dar. Die Grundkosten bestehen aus:

- *Betriebskosten*: Diese Kosten fallen im Innenbereich des Betriebs an. Sie werden in der Kontenklasse 4 gebucht. (z.B. Lohn- und Gehaltskosten, Fuhrparkkosten, Raumkosten, etc.)
- *Speditionskosten*: Diese auftragsgebundenen Kosten werden in der Kontenklasse 7 gebucht. (z.B. Weiterleitungsspediteure, Gebühren von Zollagenten, etc.)<sup>226</sup>

Folgende Primäre Kosten zählen zu den Grundkosten und können daher direkt aus der Finanzbuchhaltung gewonnen werden:

### **Stoff-/Materialkosten**

Unter Materialkosten werden allgemein jene Kosten verstanden, die durch den Einsatz von Rohstoffen, Hilfsstoffen und Betriebsstoffen entstehen. Roh- und Hilfsstoffe fließen als Haupt- (z.B. Holz) oder Nebenbestandteile (z.B. Nägel) direkt in das Produkt ein. Die Betriebsstoffe fließen zwar nicht ins Produkt ein, werden aber ebenfalls zur Produktion bzw. der Erbringung einer Dienstleistung benötigt.<sup>227</sup>

In der Spedition entstehen Stoff- bzw. Materialkosten ausschließlich durch den Einsatz von Betriebsstoffen, beispielsweise durch den Verzehr von Kraftstoffen, Strom und Wartungsteilen. In der Kostenrechnung muss dieser Verbrauch von Materialien erfasst und bewertet werden. Im Unterschied zum Materialaufwand in der Finanzbuchhaltung, ist es hier zulässig, den durchschnittlichen Verbrauch in die Kosten einzurechnen. Bei Stoffen/Materialien mit geringem Kostenwert ist es üblich deren Verbrauch als unechte Gemeinkosten zu behandeln. So kann beispielsweise

<sup>224</sup> vgl. Hösler, 2013, S.460f

<sup>225</sup> vgl. Weber, 2012, S.195f

<sup>226</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 461ff

<sup>227</sup> vgl. Griga, 2010, S. 178

der Ölverbrauch eines LKWs mittels eines Prozentsatzes auf den Kraftstoffverbrauch aufgerechnet werden.<sup>228</sup>

### **Abgaben an die öffentliche Hand**

Bei dieser Kostenart handelt es sich um Abgaben, Gebühren und Steuern, die an den Staat zu entrichten sind. Gebühren und Abgaben für spezielle Leistungen des Staates gehören zu den Dienstleistungskosten (Fremdleistungskosten). Steuern hingegen stehen keiner unmittelbar zurechenbaren Leistung gegenüber. Bei deren Erfassung stellt sich allerdings die Frage, bei welchen Positionen es sich um Kosten handelt und bei welchen nicht. Alle leistungsbezogenen Abgaben an die öffentliche Hand besitzen immer Kostencharakter (z.B. Grundsteuer, Mineralölsteuer, Kfz, Steuer, usw.). Bei Gewinnsteuern hingegen (z.B. Körperschaftssteuer, Einkommenssteuer) wird eine Berücksichtigung in der Kostenrechnung von Experten diskutiert.<sup>229</sup>

### **Fremdleistungskosten**

Die Fremdleistungskosten werden auch Dienstleistungskosten genannt, da sie durch extern bezogene Dienstleistungen entstehen. Die Erfassung und Bewertung dieser Kosten stellt in der Regel keine großen Probleme dar, da diese der ausgestellten Rechnung des Dienstleisters entnommen werden können. Diese Kostenart hat häufig Gemeinkostencharakter. Einige für die Spedition relevante Fremdleistungskosten sind u.a.:<sup>230</sup>

- *Gütertransporte durch Dritte*
- *Versicherungen:* In der Spedition wird zwischen fahrzeugbezogenen (z.B. Haftpflicht-, Kasko-, Unfallversicherung) und güterbezogenen (Transportversicherungen) Versicherungen unterschieden.
- *Reparatur und Wartung:* Diese Kosten beziehen sich nur auf externe Wartungs- und Reparaturarbeiten. Entstehen diese allerdings durch Arbeiten in der eigenen Werkstatt, so entstehen u.a. Personal-, und Materialkosten.
- *Pflege- und Reinigungskosten*
- *Kommunikation* (z.B. Handy, laufende Telematikkosten)
- *Mieten*
- *Leasing*<sup>231</sup>

<sup>228</sup> vgl. Weber, 2012, S. 40f

<sup>229</sup> vgl. Griga, 2010, S. 201f

<sup>230</sup> vgl. Weber, 2012, S. 45

<sup>231</sup> vgl. Wittenbrink, 2010, S. 85ff

## Personalkosten

Zu den Personalkosten zählen die an die Mitarbeiter/innen ausgezahlten Entgelte bzw. Löhne und Gehälter (direkte Personalkosten) inklusive der Sozialkosten (indirekte Personalkosten). Sie bestehen zu einem Teil aus konstanten monatlich ausbezahlten Grundentgelten und zum anderen aus variablen Entgeltbestandteilen (z.B. Urlaubsgeld, Prämien, Spesen). Diese einmaligen Zahlungen müssen auf die gesamte Rechnungsperiode gleichmäßig verteilt werden. Prämien und ähnliche Sonderzahlungen müssen abgeschätzt werden, da deren Höhe im Voraus meist nicht bekannt ist.<sup>232</sup>

In der Spedition stellen die Personalkosten einen der größten Kostenblöcke dar. Diese werden erheblich von diversen gesetzlichen Regelungen beeinflusst, wie beispielsweise die Lenk- und Ruhezeiten für LKW- Fahrer. Diese Regelungen unterscheiden sich allein in den einzelnen EU Staaten erheblich, was zu sehr großen länderspezifischen Schwankungen bezüglich der Personalkosten führen kann.<sup>233</sup>

Die **kalkulatorischen Kosten** können im Gegensatz zu den Grundkosten nicht direkt aus den Kontenklassen übernommen werden. Es wird unterschieden zwischen:

- *Anderskosten*: Hierbei handelt es sich um Kosten, die zwar Aufwendungen in der Finanzbuchhaltung gegenüber stehen, für die Kalkulation allerdings ungeeignet sind. Sie müssen aus diesem Grund umbewertet werden. (z.B. kalkulatorische Abschreibung)
- *Zusatzkosten*: Diese Arten von Kosten stehen keinen Aufwandspositionen gegenüber. Sie veranlassen keine Geldausgabe, stellen aber dennoch einen Werteverzehr dar. Sie müssen daher in der Kostenrechnung zusätzlich beachtet werden. (z.B. kalkulatorische Miete)<sup>234</sup>

Bei der Kostenbewertung müssen die kalkulatorischen Kosten im Gegensatz zu den Grundkosten rechnerisch ermittelt werden. Folgende Positionen spielen hierbei eine wesentliche Rolle:

## Betriebsmittelkosten

Betriebsmittel (z.B. Gebäude, Maschinen, Lkw, etc.) sind langfristig nutzbare Produktionsfaktoren. Durch deren Nutzung verringert sich deren Restleistung. Diese Verringerung wird auch als Werteverzehr bezeichnet. Es handelt sich um den sogenannten *ordentlichem Werteverzehr*, wenn die Abnahme der Nutzungsmöglichkeiten aus anwendungs- und umweltbedingten Verzehr, Substanzverringerng oder technischem Fortschritt erwächst. *Außerordentlicher*

<sup>232</sup> vgl. Griga, 2010, S. 195ff

<sup>233</sup> vgl. Wittenbrink, 2010, S.87ff

<sup>234</sup> vgl. Weber, 2012, S. 195f

*Werteverzehr* beschreibt den Werteverzehr, der beispielsweise durch Brände, Wasserschäden oder Unfälle entsteht (Katastrophenverzehr).<sup>235</sup>

Die kalkulatorische Abschreibung erfasst den ordentlichen Werteverzehr der Betriebsmittel. An dieser Stelle ist zu beachten, dass die kalkulatorische Abschreibung nicht der bilanziellen Abschreibung entspricht (deshalb kann sie auch nicht direkt aus der Finanzbuchhaltung übernommen werden). Bei der kalkulatorischen Abschreibung wird idealerweise der Wiederbeschaffungsneuwert (und nicht vom Anschaffungspreis) auf einen Restwert (und nicht unbedingt auf 0) abgeschrieben. Als Nutzungsdauer wird in der Regel die tatsächliche und nicht die steuerlich mögliche Nutzungsdauer festgelegt.<sup>236</sup> Während bei der bilanziellen (steuerlichen) Abschreibung degressiv (in den ersten Jahren viel, in den letzten Jahren wenig) abgeschrieben werden kann, erfolgt die kalkulatorische Abschreibung in der Regel nutzungsnah. Das bedeutet, es wird proportional zur zeitabhängigen oder leistungsabhängigen Inanspruchnahme des Betriebsmittels bzw. der Anlage abgeschrieben. Es wird also vereinfacht mit einer linearen Abschreibung über einen festen Zeitraum kalkuliert. Bei der kalkulatorischen Abschreibung wird unterschieden zwischen:<sup>237</sup>

- *Leistungsabhängige Abschreibung* berücksichtigt den Werteverzehr aufgrund von wechselnder Inanspruchnahme oder Substanzverminderung.
- *Zeitabhängige Abschreibung* schreibt jährlich identische Beiträge unter Berücksichtigung von Preissteigerungen und eventuellen Restwert ab.<sup>238</sup>

Die kalkulatorische Periodenabschreibung einer Anlage bzw. eines Betriebsmittels ( $K_{AfA}$ ) ergibt sich aus der Division des Wiederbeschaffungswertes (WBW) abzüglich des Restwertes am Ende der tatsächlichen Gesamtnutzungsdauer (RW) dividiert durch die Gesamtnutzungsdauer (n) in Leistungseinheiten (LE) oder Zeiteinheiten (ZE).<sup>239</sup>

**Formel 1: Periodenabschreibung für die Abnutzung der Anlage oder des Betriebsmittels<sup>240</sup>**

$$K_{AfA} = \frac{WBW - RW}{n}$$

Eine Tabelle mit den Bezeichnungen aller verwendeter Variablen befindet sich im Anhang der Arbeit.

Bei der Ermittlung kalkulatorischer Abschreibungen auf Kraftfahrzeuge wird in der Regel eine Aufteilung von 50% auf fixe (zeitabhängige) und 50% leistungsabhängige (variable) Abschreibungen festgelegt. Bei sehr hohen Jahreslaufleistungen kann

<sup>235</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 25

<sup>236</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 464f

<sup>237</sup> vgl. Gudehus, 2012, S. 146ff

<sup>238</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 25f

<sup>239</sup> vgl. Gudehus, 2005, S. 152ff

<sup>240</sup> vgl. ebenda

allerdings beispielsweise der leistungsabhängige Anteil höher angesetzt werden. Übrige Wirtschaftsgüter in Speditionsunternehmen (z.B. Stapler, Gebäude, etc.) werden gewöhnlich kalkulatorisch nur zeitabhängig abgeschrieben.<sup>241</sup>

### **Kalkulatorische Wagniskosten**

Die kalkulatorischen Wagniskosten berücksichtigen den außerordentlichen Werteverzehr (Einzelwagnisse). Neben Eigenbeteiligungen bei Schäden werden Forderungsausfälle, Unmöglichkeit des Fahrzeugeinsatzes und ähnliches berücksichtigt. Neben diesen speziellen Wagnissen, werden auch mögliche Konjunktur- und Strukturkrisen und die politische Lage berücksichtigt. Diese Kostenstrukturen sind nicht kalkulierbar und daher werden meist Erfahrungswerte zugrunde gelegt. Es wird beispielsweise ein Durchschnittswert aus den letzten 5 Jahren berechnet. Da diese Werte starken Zufallsschwankungen unterliegen, werden die tatsächlich entstandenen Kosten nicht in die Kostenrechnung übernommen (im Unterschied zum Wagnisaufwand der Buchhaltung). Dies würde Kostenträger und Abrechnungsperioden ungleich belasten.<sup>242</sup>

### **Kapitalkosten**

Durch die Nutzung des Produktionsfaktors Kapital entstehen die sogenannten Kapitalkosten. Diese müssen in Form von kalkulatorischen Kosten für die Kostenrechnung erst kalkuliert werden. Im Laufe der Zeit fließt ein Teil des Kapitals über Erlöse in das Unternehmen zurück und steht für neue unternehmerische Aktivitäten zur Verfügung. Für die Bestimmung der Kapitalkosten sind zwei Punkte wichtig: Die Höhe des Kapitals und die Festlegung des kalkulatorischen Zinssatzes.<sup>243</sup>

Ausgangspunkt zur Berechnung des betriebsnotwendigen Kapitals ist das betriebsnotwendige Vermögen. Von diesem wird das Abzugskapital (Fremdkapital, das zinslos zur Verfügung steht und durchschnittliche Verbindlichkeiten gegenüber Lieferanten hat) abgezogen. Zinsen fallen nicht nur für das Fremdkapital, sondern nach dem Opportunitätsprinzip auch für die Bereitstellung des Eigenkapitals an. Das Eigenkapital steht, da es innerbetrieblich gebunden ist, keinem anderen Nutzen, in Verbindung mit der Erzielung von Zinsen, zur Verfügung. Die kalkulatorischen Zinsen werden für das gesamte betriebsnotwendige Kapital berechnet, da nicht festzustellen ist, welcher Teil des Vermögens durch Fremd- bzw. Eigenkapital finanziert wird. Das betriebsnotwendige Vermögen setzt sich zusammen, aus dem betriebsnotwendigem Anlage- und dem betriebsnotwendigem Umlaufvermögen.<sup>244</sup>

<sup>241</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 465

<sup>242</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 99

<sup>243</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 31

<sup>244</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 464

Das gebundene Kapital auf das Anlagevermögen bezeichnet die Kapitalbindung, die beim Kauf einer Anlage oder eines Betriebsmittels entsteht. Direkt beim Kauf (beispielsweise eines LKWs) ist Kapital in Höhe des Anschaffungswertes gebunden. Anschließend erzeugt der LKW Transportleistungen, die dem Kunden verrechnet werden und einen Erlös einbringen. Dies reduziert das in dem LKW gebundene Kapital bis zu einem vorbestimmten Restwert. Die Restwerte werden auf Basis von Erfahrungen, Auskünften von Lieferanten oder Gebrauchspreislisten geschätzt. Um wegen eines hohen gebundenen Kapitals am Anfang und eines niedrig gebundenen Kapitals am Ende der Nutzungsdauer nicht mit unterschiedlichen Kapitalkosten zu rechnen, wird mit dem durchschnittlich gebundenem Kapital kalkuliert.<sup>245</sup>

Der Zeitwert des Anlagebestandes (GA) entspricht der Summe des mittleren Beschaffungswertes (BW) und des mittleren Restwertes (RW) der Anlage am Ende der Nutzungszeit:

**Formel 2: Durchschnittlich gebundenes Anlagevermögen**<sup>246</sup>

$$GA = \frac{BW + RW}{2}$$

Für alle Anlagen, deren Zeitwert zum Ende der Nutzungszeit bis zu einem Restwert von „0“ abnimmt, ist die durchschnittliche Kapitalbindung auf das Anlagevermögen demnach der halbe Beschaffungswert.<sup>247</sup>

Das gebundene Kapital auf das Umlaufvermögen ergibt sich aus den Kosten, die vorfinanziert werden müssen, bis die Aufträge bzw. Umsätze zu Zahlungseingängen führen. Hierzu zählen unter anderem der Tankvorrat, Tauschpaletten und Fahrerlöhne. Auch die mehrwöchige Zahlungsfrist der Kunden, für bereits erbrachte Dienstleistungen, wird an dieser Stelle berücksichtigt. Der Einfachheit halber werden meistens pauschalisierte Erfahrungswerte verwendet. Aus dem durchschnittlichen Tagesumsatz (TU) eines Betriebsmittels multipliziert mit dem durchschnittlichen Zahlungsziel (ZZ) in Tagen, kann das durchschnittlich zu finanzierende Umlaufvermögen (GU), für beispielsweise ein Kraftfahrzeug, kalkuliert werden.<sup>248</sup>

**Formel 3: Durchschnittlich gebundenes Umlaufvermögen**<sup>249</sup>

$$GU = ZZ * TU$$

Der Zinssatz ermöglicht nun die Berechnung der Zinsbelastung ( $K_{Zins}$ ). Diese ergibt sich aus der Multiplikation des jeweiligen durchschnittlich gebundenen Kapitals von Anlage- und Umlaufvermögen (GA/GU) mit dem jeweiligen Zinssatz (z).<sup>250</sup>

<sup>245</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 34

<sup>246</sup> vgl. ebenda

<sup>247</sup> vgl. Gudehus, 2012, S. 149

<sup>248</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S.80

<sup>249</sup> vgl. ebenda

---

**Formel 4: Zinsbelastungen durch gebundenes Anlage- und Umlaufvermögen<sup>251</sup>**

$$K_{ZinsAn} = z_{An} * GA$$

$$K_{ZinsUm} = z_{An} * GU$$

Eine Möglichkeit zur Berechnung der kalkulatorischen Zinsen ist die Annahme des Zinssatzes für langfristige Kapitalanlagen. Dieser Satz kann dann sowohl auf das Anlage- als auch das Umlaufvermögen angewandt werden.<sup>252</sup> Kleinere Unternehmen kalkulieren jedoch nur die tatsächlichen Fremdfinanzierungskosten, die sich bei Anlage- und Umlaufvermögen unterscheiden. In der Praxis wird meist ein Mischzins für Eigen- und Fremdkapital eingesetzt, der in der Regel zwischen 6 und 10 % liegt. Die Höhe des Zinssatzes ist jedoch stark vom allgemeinen Zinsniveau und der Bonität des einzelnen Unternehmens abhängig.<sup>253</sup>

### Kalkulatorische Miete

Handelt es sich beispielsweise bei den Büroräumen um gemietete Räume, so können die Mietaufwendungen aus der Finanzbuchhaltung übernommen werden (Betriebskosten). Befinden sich die Räumlichkeiten allerdings im Unternehmensbesitz, fallen Aufwendungen (z.B. Instandhaltungskosten) an, die von der marktüblichen Miete abweichen können. Aus diesem Grund wird eine ortsübliche Miete als kalkulatorische Miete zu Grunde gelegt.<sup>254</sup>

### Kalkulatorischer Unternehmerlohn

In Einzelunternehmen und in Personengesellschaften wird die Tätigkeit des Unternehmers durch Gewinnausschüttungen abgegolten. Er zahlt sich selbst also kein wirkliches Gehalt aus. Für die Kostenrechnung wird dies in Form eines kalkulatorischen Unternehmerlohns berücksichtigt. Die Höhe richtet sich nach dem durchschnittlichen Gehalt eines leitenden Angestellten, der in einer vergleichbaren Position in einem vergleichbaren Unternehmen tätig ist.<sup>255</sup>

Für die Gliederung der Kostenarten gibt es keine gesetzlichen Vorschriften. Es ist allerdings sinnvoll sich gemäß der buchhalterischen Erfassung für die Betriebs- und Zusatzkosten an die Unterteilung der Kontenklasse 4 (Kostenarten- Konten) und für die Speditionskosten an die Kontenklasse 7 (auftragsgebundene, direkt zurechenbare Speditionskosten) der Finanzbuchhaltung zu halten.<sup>256</sup> Eine Liste mit den einzelnen Konten dieser beiden Kontenklassen finden Sie im Anhang dieser Arbeit.

---

<sup>250</sup> vgl. Gudehus, 2012, S. 149f

<sup>251</sup> vgl. ebenda

<sup>252</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 464

<sup>253</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 81

<sup>254</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 39

<sup>255</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 99

<sup>256</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 462



Es gibt zahlreiche weitere Möglichkeiten zur Strukturierung der Kosten in der Kostenartenrechnung. In Speditionsunternehmen bietet sich auch eine Unterteilung in die fünf *primären Kostenarten* an (siehe Kapitel 3.1.2).<sup>257</sup>

In der Kosten- und Leistungsrechnung wird nun analog zur Kostenartenrechnung eine Leistungsartenrechnung durchgeführt. Ähnlich wie bei den Kostenarten gibt es auch bei den Leistungsarten verschiedene Möglichkeiten zur Strukturierung.<sup>258</sup> Da diese Arbeit die Entwicklung eines Kostenmodells zur Kalkulation der Selbstkosten eines Transportauftrages zum Ziel hat, wird auf die aus den erbrachten Leistungen entstandenen Erlöse nicht genauer eingegangen.

### 3.1.4 Kostenstellenrechnung

Die Kostenstellenrechnung stellt die zweite Stufe in der traditionellen Kostenrechnung dar. Vom Verrechnungsumfang macht sie den Hauptteil der Kostenrechnung aus. Die Kostenstellenrechnung übernimmt die Kosten aus der Kostenartenrechnung, die den Kostenträgern (Produkte, Leistungen) nicht unmittelbar zugerechnet werden können, und ordnet sie den sogenannten Kostenstellen zu. Diese Art von Kosten wird als *primäre Gemeinkosten* bezeichnet. Die Kostenstellenrechnung bildet somit das Zwischenglied zwischen der Kostenarten- und der Kostenträgerrechnung.<sup>259</sup>

In einer Spedition stellen *Gemeinkosten* Kosten dar, die außerhalb der eigentlichen Speditionsabteilungen anfallen. Es handelt sich also um Betriebskosten der Kontenklasse 4. Sie setzen sich aus Betriebskosten, Anderskosten und Zusatzkosten zusammen. Einzelkosten hingegen können einem Speditionsauftrag direkt zugerechnet werden. Dies trifft auf Kosten der Kontenklasse 7 (Speditionskosten) zu. Diese können demnach unmittelbar in die Kostenträgerrechnung übernommen werden.<sup>260</sup>

Im Gegensatz zur Kostenartenrechnung werden in der Kostenstellenrechnung neben den Primärkosten auch die Sekundärkosten erfasst. Diese abgeleiteten Kosten entstehen durch die innerbetriebliche Weiterverrechnung der Primärkosten. Dies geschieht um die Frage beantworten zu können, wo (in welcher Kostenstelle) die Kosten verursacht wurden.<sup>261</sup>

### Kostenstellen

Kostenstellen sind voneinander abgegrenzte Teilbereiche eines Unternehmens, deren Kosten und auch Erlöse erfasst und ausgewiesen werden können. Die

<sup>257</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 24

<sup>258</sup> vgl. Griga, 2010, S. 245f

<sup>259</sup> vgl. Weber, 2012, S. 207f

<sup>260</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 466f

<sup>261</sup> vgl. Griga, 2010, S. 230f

Trennung kann funktional, räumlich, nach abrechnungstechnischen und Kostenträgergesichtspunkten erfolgen. Die Gliederung kann bis hin zu einzelnen Arbeitsplätzen, den sogenannten Kostenplätzen erfolgen. Die Kostenstellen werden zueinander in eine hierarchische Ordnung gebracht.<sup>262</sup>

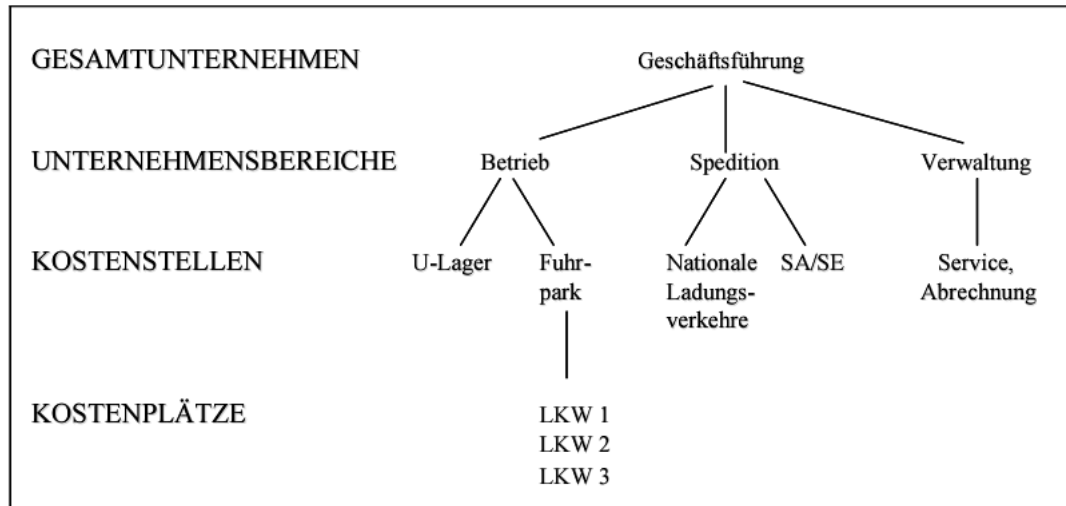


Abbildung 9: Kostenstellenhierarchie einer Spedition<sup>263</sup>

Die Kostenstellenbildung erfolgt in der Regel auf Grundlage des aktuellen Organisationsplans. Die Struktur sollte möglichst identisch mit den Verantwortlichkeiten laut Organigramm sein.<sup>264</sup> Die Unterteilung der einzelnen Kostenstellen kann sich allerdings auch an anderen Kriterien orientieren. Diese sollten allerdings klar voneinander abgegrenzt sein und möglichst eindeutige Beziehungen zwischen den Kosten und den erstellten Leistungen aufweisen. Der Differenzierungsgrad sollte nicht weiter sein als wirtschaftlich notwendig.<sup>265</sup>

Nach der Bildung der einzelnen Kostenstellen wird abhängig vom Produktionsprozess zwischen zwei Arten unterschieden:

- **Hauptkostenstellen (Primärkostenstellen):** Dies sind Abteilungen, in denen Leistungen erbracht werden, die zu externen Kundenerlösen führen. Diese Kostenstellen finanzieren sich demnach durch einen Außenumsatz selbst. Ein Beispiel für eine Hauptkostenstelle wäre beispielsweise die LKW-Spedition in einem Logistikunternehmen.
- **Hilfskostenstellen (Sekundärkostenstellen):** Diese befassen sich nicht mit dem Erstellen von Hauptleistungen, sondern erbringen Vorleistungen für die Hauptkostenstellen. Sie erzielen selbst meistens keine Markterlöse. Die Kosten der Hilfskostenstellen müssen den Hauptkostenstellen möglichst

<sup>262</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 66

<sup>263</sup> Barwig, 2014, S. 66

<sup>264</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 468

<sup>265</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 67

verursachungsgerecht zugerechnet werden. Ein typisches Beispiel stellt beispielsweise die Werkstatt dar. Sie erbringt Vorleistungen für die Hauptkostenstelle der LKW Spedition.<sup>266</sup>

Eine weitere Möglichkeit zur Unterteilung der Kostenstellen ist das Kriterium der Verrechnungsart. Auf diese Weise werden *Vorkostenstellen* und *Endkostenstellen* unterschieden. Erstere verrechnen ihre Kosten auf andere Kostenstellen (Vor- oder Endkostenstellen), Letztere dagegen direkt auf ihre Produkte.<sup>267</sup> Hilfskostenstellen sind meist Vorkostenstellen (außer sie erwirtschaften einen eigenen Ertrag wie z.B. bei Annahme von Fremdaufträgen der betriebseigenen Werkstatt). Hauptkostenstellen entsprechen Endkostenstellen und werden auch Kosten-Erlös-Stellen genannt.<sup>268</sup>

### **Betriebsabrechnungsbogen (BAB)**

Das Kernstück der Kostenstellenrechnung stellt der sogenannte Betriebsabrechnungsbogen dar. Mit Hilfe von diesem Kostensammelbogen werden die Gemeinkosten möglichst genau auf die Kostenstellen verteilt, Zuschlagsätze ermittelt und die Kostenstellenkosten bestimmt.<sup>269</sup> Grundsätzlich wird zwischen einstufigen und mehrstufigen BABs unterschieden. Der einstufige *Betriebsabrechnungsbogen* weist nur Endkostenstellen auf und es findet keine innerbetriebliche Verrechnung statt. Es werden bloß Gemeinkosten der Hauptkostenstellen erfasst und eine Zuschlagskalkulation durchgeführt. In der Praxis spielt der einstufige BAB jedoch kaum eine Rolle.<sup>270</sup>

Der *mehrstufige Betriebsabrechnungsbogen* ist sich ebenso wie der einstufige in Form einer Tabelle vorzustellen (Heute wird der BAB meist IT-gestützt innerhalb einer Kostenrechnungs-Software geführt). In dessen Zeilen befinden sich die erfassten Erlöse bzw. Kostenarten (Gemeinkostenarten der Klasse 4 und die kalkulatorischen Kosten). Die Spalten enthalten die zuvor festgelegten Kostenstellen, getrennt nach Hilfs- und Hauptkostenstellen, in eben dieser Reihenfolge aufgelistet. Auf diesem Weg kann die innerbetriebliche Leistungsverrechnung von links nach rechts erfolgen.<sup>271</sup> Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird unter dem Begriff Betriebsabrechnungsbogen der mehrstufige BAB verstanden.

<sup>266</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 468

<sup>267</sup> vgl. Weber, 2012, S. 208f

<sup>268</sup> vgl. Griga, 2010, S. 236

<sup>269</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 69f

<sup>270</sup> vgl. Griga, 2010, S. 240

<sup>271</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 469

Ein BAB wird in den folgenden drei Schritten bearbeitet:

- Kostenübernahme: Übernahme der Einzel- und Gemeinkosten aus der Kostenartenrechnung und Verteilung auf die Kostenstellen entsprechend ihrem Entstehungsursprung (Primärkosten).
- Innerbetriebliche Leistungsverrechnung: Verteilung der Kosten auf die empfangenden Kostenstellen entsprechend den innerbetrieblichen Leistungsverflechtungen (Sekundärkosten).
- Zuschlagsätze ermitteln: Ermittlung der Zuschlagssätze für die Gemeinkosten.<sup>272</sup>

Kostenübernahme: Bevor im Zuge der Kostenübernahme die Gemeinkosten auf die einzelnen Kostenstellen aufgeteilt werden können, sind wiederum zwei Kostenarten zu unterscheiden:

- *Die Kostenstelleneinzelkosten* fallen nur für eine Kostenstelle an und können dieser direkt zugeordnet werden (Beispielsweise Löhne und Gehälter für Stammpersonal, die ständig in der gleichen Kostenstelle tätig sind). So weit es möglich ist, sollten Kosten als Kostenstelleneinzelkosten erfasst werden.
- *Die Kostenstellengemeinkosten* fallen für mehrere Kostenstellen an und müssen gemäß einem Verteilungsschlüssel verursachungsgerecht auf die Kostenstellen aufgeteilt werden (z.B. Mietkosten der Büroräume).<sup>273</sup>

Aus den Kostenstelleneinzelkosten plus den aufgeteilten Kostenstellengemeinkosten ergeben sich Kostenstellenkosten für jede einzelne Kostenstelle. Die zur Aufteilung der Kostenstellengemeinkosten benötigten Schlüssel sollen nicht nur für eine möglichst verursachungsgerechte Verteilung sorgen, sondern sich auch proportional zu den Kostenarten verhalten. Als Schlüssel können unter anderem feste Schlüssel (z.B. Raumfläche), veränderliche Schlüssel (z.B. gefahrene Strecke, Zeitaufwand), Mengenschlüssel (Zahl der Beschäftigten) und Werteschlüssel (z.B. Gehaltskosten) verwendet werden.<sup>274</sup>

#### Innerbetriebliche Leistungsverrechnung:

Hilfskostenstellen erbringen innerbetriebliche Leistungen für ein oder mehrere Hilfs- und Endkostenstellen. Diese vielfältigen Leistungsbeziehungen zwischen den Kostenstellen erfordern eine innerbetriebliche Leistungsverrechnung, um jeder Kostenstelle interne Erlöse zu zuschreiben bzw. sie mit internen Kosten belasten zu können.<sup>275</sup> Für diese Aufgabe wurden zahlreiche Verfahren entwickelt. Einige

<sup>272</sup> vgl. Griga, 2010, S. 243

<sup>273</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 70

<sup>274</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 469f

<sup>275</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 71

Beispiele sind: das Anbauverfahren, das Stufenleitverfahren, Gleichungsverfahren, iterative Verfahren, etc.<sup>276</sup>

Das sogenannte *Stufenleitverfahren* ordnet die Hilfskostenstellen entsprechend dem Umfang ihrer Leistungsbeziehungen von links nach rechts an. Im BAB werden links die Hilfskostenstellen, die von wenigen bis keinen anderen Kostenstellen Leistungen empfangen, gleichzeitig aber vielen anderen Stellen Leistungen bereit stellen (z.B. IT-Abteilung), abgebildet. Die Kostenstellen verrechnen sämtliche Kosten nach rechts und empfangen Leistungen von links gelegenen Kostenstellen. Leistungen bzw. Kosten werden demnach je nur in eine Richtung verrechnet. Dieses Verfahren ist relativ einfach, berücksichtigt allerdings keine wechselwirkenden Leistungsbeziehungen. In der Praxis werden häufig computergestützte Verfahren für die innerbetriebliche Leistungsverrechnung angewandt.<sup>277</sup>

Eine weitere Schwierigkeit stellt die Bewertung der erfassten Leistungsdaten dar. Diese kann einerseits zu den Ist-Kosten erfolgen. Verrechnet werden jene Kosten, die die leistende Kostenstelle für die Erbringung der innerbetrieblichen Leistungen tatsächlich aufgewandt hat. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von innerbetrieblichen Verrechnungssätzen, die zwischen den Kostenstellenleitern vereinbart oder durch das Controlling festgelegt wurden. Die dritte Option, die erfassten Leistungsdaten zu bewerten, ist die Bewertung zu Marktpreisen. Verwendet werden Preise, die für vergleichbare Leistungen am Markt üblich sind. Diese Bewertung eignet sich besonders gut um Make-or-Buy-Entscheidungen (Selbsteintritt oder Fremdvergabe) zu treffen. Kommt eine Fremdvergabe allerdings nicht in Frage, werden die innerbetrieblichen Leistungen meistens mit den Ist-Kosten kalkuliert.<sup>278</sup>

#### Zuschlagsätze ermitteln:

Der letzte Punkt in der Kostenstellenrechnung besteht aus der Ermittlung der Gemeinkostenzuschlagsätze. Diese sind wichtig für die folgende Kostenträgerrechnung und erlauben die Zuordnung der Gemeinkosten zu den einzelnen Kostenträgern. In der Industriekostenrechnung erfolgt die Berechnung des Zuschlagsatzes (ZSS) meist unter der Annahme, dass ein Kostenträger mit vielen Einzelkosten (EK) auch im entsprechenden Verhältnis mit Gemeinkosten (GK) belastet werden sollte.<sup>279</sup>

---

<sup>276</sup> vgl. Griga, 2010, S. 245f

<sup>277</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 72

<sup>278</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 475

<sup>279</sup> vgl. Griga, 2010, S.275

---

**Formel 5: Zuschlagsatz für eine Kostenstelle aus der Industriekostenrechnung<sup>280</sup>**

$$ZSS = \frac{GK_{Kostenstelle}}{EK_{Kostenstelle}}$$

Als Basis für die Kostenträgerrechnung in der speditionellen Kostenrechnung ist diese Formel allerdings meist nicht geeignet. Dies folgt aus der geringen Höhe an Einzelkosten und an dem Mangel von vorhandenen Abhängigkeiten zwischen den betrieblichen Gemeinkosten und Einzelkosten eines Speditionsauftrages. Der in Speditionen üblichere Kalkulationssatz (KS) errechnet sich aus der Division der Kostenstellenkosten (KSK) einer Stelle dividiert durch deren Wertgröße (WG) bzw. Mengengröße (MG). Steht eine Wertgröße unter dem Bruchstrich ergibt sich ein prozentualer Zuschlagsatz. Ist der Divisor allerdings eine Mengengröße, so ergibt sich ein Verrechnungssatz in der jeweiligen Währungseinheit.<sup>281</sup>

**Formel 6: Prozentualer Zuschlagsatz (links) und Verrechnungssatz (rechts)<sup>282</sup>**

$$KS = \frac{KSK}{WG}$$

$$KS = \frac{KSK}{MG}$$

Zusammenfassend hat die Kostenstellenrechnung im Einzelnen folgende Aufgaben:

- *Informations- und Kontrollfunktion:* Gibt Auskunft über den Entstehungsort der Kosten und hilft bei der Entscheidung ob Leistungen innerbetrieblich oder extern erbracht werden sollten.
- *Grundlage für die Betriebsergebnisrechnung:* Kosten und Leistungen einzelner Kostenstellen bzw. übergeordneter Bereiche können gegenübergestellt werden.
- *Grundlage für die Kostenplanung:* Die Kostenstellenrechnung bildet das Fundament für die Kostenplanung.
- *Informationslieferant für die Preiskalkulation:* Durch die Vorbereitung in der Kostenstellenrechnung können im nächsten Schritt Produkt- und Dienstleistungspreise kalkuliert werden.<sup>283</sup>

### 3.1.5 Kostenträgerrechnung

Die Kostenträgerrechnung bildet den letzten Schritt des Abrechnungsgangs der Kostenrechnung im traditionellen Aufbau. Die in der Kostenartenrechnung erfassten und Kostenstellenrechnung weiterverrechneten Kosten werden nun den einzelnen

---

<sup>280</sup> vgl. ebenda

<sup>281</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 72

<sup>282</sup> vgl. ebenda

<sup>283</sup> vgl. Griga, 2010, S. 233f

Kostenträgern des Unternehmens zugewiesen. Ziel ist es aufzuzeigen, wofür die Kosten eines Betriebes angefallen sind.<sup>284</sup>

Kostenträger sind betriebliche Leistungen, die zu einem Güterverzehr führen bzw. geführt haben (z.B. Produkte, Dienstleistungen). Spediteure, die Transportaufträge mit unterschiedlichen Sendungsgrößen und/oder verschiedenen Produktionsverfahren (z.B. Direktverkehre und Stückgutverkehre) durchführen, müssen beispielsweise jeden einzelnen Kundenauftrag als Kostenträger behandeln.<sup>285</sup>

Hauptaufgaben der Kostenträgerrechnung sind die Kalkulation der Preise für Endprodukte, die Festlegung von Produktmargen und die Bestimmung von Preisuntergrenzen. Ein Vorteil dabei ist, dass die fixen und variablen Bestandteile der Produktkosten zu jedem Zeitpunkt bekannt sind. Des Weiteren liefert die Kostenträgerrechnung Informationen für Entscheidungen über das Produktionsprogramm (zeigt die genauen Margen der einzelnen Produkte auf) und über Eigen- oder Fremdfertigung (zahlt es sich aus das Produkt/ die Dienstleistung selbst zu produzieren/durchzuführen?).<sup>286</sup>

Unterschieden wird zwischen der Kostenträgerzeitrechnung und der Kostenträgerrechnung pro Leistungseinheit. Die *Kostenträgerzeitrechnung* liegt vor, wenn die Kostenträgerrechnung auf eine Abrechnungsperiode bezogen wird. Der Unterschied zur Kostenartenrechnung liegt hier bei der Untergliederung der Gesamtkosten. Die Kostenträgerrechnung belegt für welche Leistungsarten die Kosten in der betrachteten Periode erwachsen sind. Es handelt sich um eine kurzfristige Betriebsergebnisrechnung. Mit der Kostenträgerzeitrechnung wird beispielsweise das Monatsergebnis bezogen auf einen Großkunden oder eine Relation ermittelt.<sup>287</sup> Da diese Arbeit auf die Berechnung der Selbstkosten eines Transportauftrages fokussiert ist, wird auf die Kostenträgerzeitrechnung nicht genauer eingegangen.

Die *Kostenträgerrechnung pro Leistungseinheit* bezieht sich hingegen auf ein einzelnes Produkt/ eine einzelne Dienstleistung (in der Spedition z.B. auf eine Sendung bzw. eine Abfertigung). Sie wird auch als Kostenträgerstückrechnung (Selbstkostenrechnung, Kalkulation oder Produktrechnung) bezeichnet. Eine der traditionellen Hauptaufgaben in Betrieben ist die Preiskalkulation von Produkten und Dienstleistungen. Historisch war dies auch der Ausgangspunkt für die Entwicklung der gesamten Kosten- und Leistungsrechnung.<sup>288</sup>

---

<sup>284</sup> vgl. Weber, 2012, S. 259f

<sup>285</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 91

<sup>286</sup> vgl. Griga, 2010, S.297f

<sup>287</sup> vgl. Hösler, 2013, S. 477

<sup>288</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 91f

## Kalkulationsverfahren

Es existieren zahlreiche verschiedene Kalkulationsverfahren in der Kostenträgerstückrechnung, die abhängig von der Art des Produktes und des Produktionsverfahren unterschiedlich gut geeignet sind:

- Divisionskalkulation
- Äquivalenzdifferenzrechnung
- Zuschlagskalkulation
- Verrechnungskalkulation
- Kalkulation von Kupplungsprodukten<sup>289</sup>

In folgender Beschreibung der einzelnen Kalkulationsverfahren wird der Fokus auf die später im Kostenmodell auch praktisch angewandten Verfahren gelegt:

Divisionskalkulation: Dies ist das einfachste Kalkulationsverfahren in der Kostenträgerrechnung. Genau genommen handelt es sich hier um eine Klasse an Kalkulationsverfahren, die auf demselben Grundprinzip beruhen. Die einfachste Variante stellt die *einstufige Divisionskalkulation* dar. Dieses Verfahren ist allerdings nur anwendbar, wenn bloß ein einziges Produkt hergestellt wird, die Produktionsmenge genau mit der Absatzmenge übereinstimmt, die Produktion einstufig ist und die erstellten Leistungsmengen eindeutig gemessen werden können. Es wird nicht zwischen Kostenträgereinzel- und Kostenträgergemeinkosten unterschieden. Die produzierte Menge wird ganz einfach durch die Gesamtkosten dividiert, um die Stückkosten zu berechnen.<sup>290</sup>

In der *zweistufigen Divisionskalkulation* wird auch die Zwischenlagerung (Produktionsmenge ist nicht immer gleich Absatzmenge) von Produkten berücksichtigt. Die *mehrfache Divisionskalkulation* kann schließlich auch zur Berechnung der Stückkosten in Mehrfachproduktionen herangezogen werden.<sup>291</sup> In der Spedition können, die während einer Periode angefallenen und für diesen Zeitraum erfassten Gesamtkosten ( $K_G$ ), durch die in dieser Periode erfassten Leistungsmengen ( $L_G$ ) dividiert werden. Werden in der Divisionskalkulation fixe und variable Kosten getrennt verrechnet, können Tagessätze und Kilometersätze (z.B. für die Fahrzeugkostenrechnung) bestimmt werden.<sup>292</sup>

### Formel 7: Berechnung der Stückkosten mit Hilfe der Divisionskalkulation<sup>293</sup>

$$K_{\text{Stück}} = \frac{K_G(\text{Periode1})}{L_G(\text{Periode1})}$$

<sup>289</sup> vgl. Griga, 2010, S. 297

<sup>290</sup> vgl. Friedl, 2010, S. 177

<sup>291</sup> vgl. Griga, 2010, S.

<sup>292</sup> vgl. Barwig, 2014 S. 93

<sup>293</sup> vgl. ebenda



Zuschlagskalkulation: Dieses Kalkulationsverfahren unterteilt zunächst die Gesamtkosten eines Unternehmens in Einzel- und Gemeinkosten. Während die Einzelkosten den Leistungen direkt zugeordnet werden, werden die Gemeinkosten mit Hilfe von Zuschlagssätzen auf einzelne Leistungen bezogen.<sup>294</sup> Abhängig von der Bestimmung der Zuschlagsätze werden verschiedene Arten der Zuschlagkalkulation unterschieden. Bei der *summarischen Zuschlagskalkulation* dienen als Basis für die Aufteilung der Gemeinkosten die produktbezogenen Einzelkosten (siehe Formel 5). Bei der *differenzierten Zuschlagskalkulation* bekommt jede Gemeinkostenart einen eigenen Zuschlagskostensatz. Die Kostenträgergemeinkosten werden den einzelnen Kostenträgern anschließend unabhängig von der Bestimmung des Zuschlagskostensatzes über einen prozentualen Anteil über die Einzelkosten angelastet. Das Problem dieses Verfahren ist, dass meistens kein proportionaler Zusammenhang zwischen Kostenträgereinzel- und Gemeinkosten besteht. Der Einfachheit halber wird dieses Verfahren trotzdem häufig angewandt.<sup>295</sup>

Verrechnungskalkulation: Bei der Verrechnungskalkulation werden Kosten einzelner Kostenstellen proportional über deren Leistungsmenge verrechnet. Dies geschieht über leistungsbezogene Verrechnungssätze. Sie unterscheidet sich von der Divisionskalkulation, da stark unterschiedliche Leistungen als Basis herangezogen werden. Voraussetzung ist, dass relativ genau bestimmt werden kann in welchem Ausmaß eine Kostenstelle oder ein Kostenplatz (z.B. ein LKW) die zu kalkulierende Leistung in Anspruch nimmt.<sup>296</sup>

Kalkulation von Kupplungsprodukten: Von einer Kuppelproduktion ist die Rede, wenn bei einem Herstellungsprozess mehrere Produkte entstehen. Die Schwierigkeit besteht darin, die Kosten den einzelnen Produkten bzw. Leistungen verursachungsgerecht zu zuteilen. Für die Kalkulation von Kupplungsprodukten kommen die sogenannte *Restwertmethode* und die *Verteilermethode* zum Einsatz.<sup>297</sup> Ein Beispiel hierfür wäre der Einzelwagenverkehr, bei dem mehrere Einzelsendungen über eine Teilstrecke gemeinsam befördert werden. Da sich das Kostenmodell in dieser Arbeit auf den Ganzwagenverkehr konzentriert, wird auf diese Art der Kalkulationsverfahren nicht genauer eingegangen.

Trotz der unterschiedlichen Anwendungsgebiete der einzelnen Kalkulationsverfahren kommt es doch zu großen Überschneidungen (beispielsweise bei der Zuschlags- und Verrechnungskalkulation). Oft wird in der Kostenträgerstückrechnung nicht bloß ein einziges Verfahren angewandt, vielmehr kommt es zu einer gemischten Anwendung

<sup>294</sup> vgl. Weber, 2012, S. 260

<sup>295</sup> vgl. Friedl, 2010, S. 195ff

<sup>296</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 96f

<sup>297</sup> vgl. Griga, 2010, S. 234f

gleich mehrerer Verfahren (z.B. Zuschlags- und Verrechnungskalkulation für die Fahrzeugkostenrechnung).<sup>298</sup>

## 3.2 Auftragskalkulation im Schienengüterverkehr

Der LKW ist im innereuropäischen Landverkehr nach wie vor der dominante Hauptlaufverkehrsträger und wird zusätzlich bei allen gebrochenen Verkehren im Vor- und Nachlauf von und zu allen anderen Verkehrsträgern eingesetzt. Die Anwendung einer Fahrzeugkostenkalkulation für den LKW zur ausführlichen Darstellung der Kostenarten liegt daher für viele Speditionen nahe. Grundsätzlich kann das im Straßengüterverkehr angewandte Kalkulationsschema unter anderem auch für die Kalkulation einer Lokomotive und Waggonen und somit ganze Züge übertragen werden. Der Ansatz der Kostenarten ist im Grunde genommen ident.<sup>299</sup>

In der Regel bestehen Schienengüterverkehre aus den *direkten Betriebskosten* und den *Overheadkosten* (z.B. Verwaltung, Vertrieb, Buchhaltung, etc.) des Eisenbahnverkehrsunternehmens. Die direkten Betriebskosten können in folgende Kostenbestandteile zerlegt werden:

- Infrastrukturnutzungskosten
- Energiekosten
- Triebfahrzeugkosten
- Güterwagenkosten
- Betriebspersonalkosten<sup>300</sup>

Die primären Kosten sollen nun anhand dieser Unterteilung strukturiert werden:

### 3.2.1 Infrastrukturnutzungskosten

Bei den Infrastrukturnutzungskosten handelt es sich fast immer um Fremdleistungskosten (außer die Bahntrasse befindet sich in Eigenbesitz). Sie bestehen grundsätzlich aus *Trassennutzungsgebühren* und den *Anlagekosten für die Nutzung von Gleisanlagen*. Die Trassenkosten der Infrastrukturbetreiber lassen sich exakt berechnen. In der Regel werden von verschiedenen Infrastrukturbetreibern Internetportale oder Software Programme (z.B. DB Netz AG) zur Berechnung der genauen Trassennutzungskosten angeboten. Die Anlagekosten können ebenfalls bei den Infrastrukturbetreibern abgefragt werden.<sup>301</sup>

Die **Anlagekosten** berücksichtigen neben der Nutzung der Gleisanlagen auch die Aufenthalte der Güterzüge in Bahnhöfen. Die Nutzung der Bahnhöfe und

<sup>298</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 100

<sup>299</sup> vgl. ebenda, S. 112

<sup>300</sup> vgl. Wittenbrink, 2012b, S. 16

<sup>301</sup> vgl. Hagenlocher, 2015, S. 18

Gleisanlagen durch das Eisenbahnverkehrsunternehmen mit Güterzügen beinhaltet das Halten, das Abstellen, sowie das Rangieren der Schienenfahrzeuge. Diese Aufenthalte werden unabhängig davon, ob ein Zug nur abgestellt ist oder rangiert wird, mit Hilfe von Zeitpauschalen verrechnet. Die genaue Benutzungsdauer ist bei der Trassenbestellung anzugeben. Nicht inkludiert ist die Benützung von Grundstücken, die sich neben den Gleisanlagen befinden, beispielsweise für die Be- und Entladung. Hierfür sind gesonderte Vereinbarungen zu treffen.<sup>302</sup>

Die **Trassennutzungsgebühren** verrechnen dem Eisenbahnverkehrsunternehmen die Nutzung der Gleis- und Sicherheitsanlagen. Die genaue Bepreisung ist von EIU zu EIU unterschiedlich.<sup>303</sup> Die Trassenpreise von europäischen Infrastrukturunternehmen, die kein eigenes Kalkulationstool anbieten (z.B. ÖBB Infra), können über das Charging Information System (CIS) der Rail Net Europe (RNE) berechnet werden.<sup>304</sup> Dieses internationale Trassenpreisberechnungssystem kann auch für die Berechnung grenzüberschreitender Trassenpreise herangezogen werden. Voraussetzung ist natürlich, dass die Eigentümer aller befahrenen Trassen Mitglieder der RNE sind.<sup>305</sup>

Trotz der Berechnung der Trassenpreise über Kalkulationstools soll hier der Aufbau des Trassenpreises, am Beispiel des deutschen Trassenpreissystems für den Güterverkehr, kurz dargestellt werden. Der Aufbau ist modular gestaltet und enthält drei den Preis bestimmende Komponenten:<sup>306</sup>

**Tabelle 10: Berechnung des Trassenpreises der deutschen Bahn AG<sup>307</sup>**

<b>Nutzungsabhängige Komponente</b>	x	Trassenproduktfaktor Kategoriegrundpreis gemäß der Streckenkategorie
<b>Leistungsabhängige Komponente</b>	x	Auslastungsfaktor gemäß dem Anreizsystem zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit
<b>Sonstige Komponenten</b>	+	Lastkomponente

Die nutzungsabhängigen Komponenten setzen sich aus dem *Kategoriepreis* und dem *Trassenprodukt* (Produktfaktor) zusammen. Der Kategoriepreis ist abhängig von der Wahl der Streckenkategorie (siehe Tabelle 4). Diese Streckenkategorien umfassen Fernstrecken, Zulaufstrecken und Strecken des Stadtschnellverkehrs.<sup>308</sup> Abhängig von der gewählten Strecke ergibt sich ein Grundpreis. Dieser wird anschließend mit dem sogenannten Produktfaktor multipliziert. Dieser Faktor ist zunächst abhängig von dem gewählten Produkt (Personen- oder Güterverkehr). Anschließend wird noch zwischen Expresstrasse, Standard Trasse (hat den

<sup>302</sup> vgl. Preisblatt UEF Eisenbahnverkehrsgesellschaft, 2009, S. 12

<sup>303</sup> vgl. Horn, 2012, S. 23

<sup>304</sup> vgl. <http://www.oebb.at/infrastruktur> (gelesen am 09.02.2016)

<sup>305</sup> vgl. <http://cis.rne.eu> (gelesen am 09.02.2016)

<sup>306</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 341

<sup>307</sup> vgl. ebenda

<sup>308</sup> vgl. Janicki, 2011, S. 174

Produktfaktor 1), LZ- Trasse und Zubringertrasse unterschieden<sup>309</sup> (siehe Kapitel 2.3).

Die leistungsabhängigen Komponenten stellen ein *Anreizsystem zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit* des Schienennetzes dar. Dieser Auslastungsfaktor wird erhoben, wenn die Auslastung einer Strecke einen gewissen Prozentsatz übersteigt. Bei besonders lauten Güterzügen wird ebenfalls ein Zuschlag auf das Trassenentgelt verrechnet. Die leistungsabhängigen Komponenten sollen auch den *Anreiz zur Verringerung von Störungen* erhöhen. Aus diesem Grund werden Verspätungsminuten kontinuierlich erfasst und mit einem Betrag je Minute bewertet. Am Ende des Monats wird der sich aus einem positiven Verspätungsminutensaldo ergebene Gesamtbetrag dem Verursacher verrechnet.<sup>310</sup>

Die sonstigen Komponenten stellen zusätzliche Zu- und Abschläge auf den Trassenpreis dar. Die gewichtsabhängige Lastkomponente berücksichtigt beispielsweise den Aufwand, den besonders schwere Züge, durch den erhöhten Verschleiß und den daraus resultierenden Kapazitätenverbrauch verursachen. Abschläge können aufgrund von nicht vertragsmäßigem Zustand der Infrastruktur oder zur Förderung von Strecken mit niedrigem Auslastungsgrad erfolgen. Das Entgelt für eine Angebotserstellung oder Stornierungsentgelte werden ebenfalls in dieser Position verrechnet.<sup>311</sup>

Die Anlagekosten werden gemäß Tabelle 11 berechnet. Auf die einzelnen Komponenten wird in dieser Arbeit aus Platzgründen nicht genauer eingegangen.

**Tabelle 11: Berechnung des Anlagepreises der Deutschen Bahn AG<sup>312</sup>**

<b>Nutzungsabhängige Komponente</b>		Gleislänge	x	Preis je Gleiskilometer
	+	Oberleitungslänge	x	Preis je Oberleitungs-km
	+	Anzahl der Weichen je Kategorie	x	Preis je Weichenkategorie
	+	Anzahl periphere Anlagen	x	Preis je periphere Anlage
<b>Leistungsabhängige Komponente</b>	+	Leistungsabhängige Komponenten		
<b>Neben- und Verbrauchskosten</b>	+	Neben- und Verbrauchskosten		

### 3.2.2 Energiekosten

Die Energiekosten sind ein Teil der Stoff- und Materialkosten. Unter den hier beschriebenen Energiekosten werden nur jene Energiekosten verstanden, die durch den Antrieb des Triebfahrzeugs anfallen. Der Stoff- bzw. Materialverzehr erfolgt in Form von elektrischer Energie oder Dieselkraftstoff. Der Energieverbrauch von

<sup>309</sup> vgl. Dorsch, 2014, S. 80

<sup>310</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 342

<sup>311</sup> vgl. Dorsch, 2014, S. 80

<sup>312</sup> vgl. Hösler, 2012, S. 343

Bürräumen des Unternehmens oder ähnlichem wird in den Overhead Kosten (Kosten für die Verwaltung) berücksichtigt.

Grundsätzlich wird bei der Bahn zwischen Diesel- und Elektrolokomotiven unterschieden (Anteil an Dampflokomotiven ist sehr gering). In Westeuropa werden die meisten Züge von Elektrolokomotiven gezogen.<sup>313</sup> Das im nächsten Kapitel vorgestellte Kostenmodell beschränkt sich auf den Einsatz von elektrischen Triebfahrzeugen. Aus diesem Grund wird in diesem Unterpunkt auf die Kosten, die durch die Traktion mit Diesel-Kraftstoff entstehen, nicht genauer eingegangen. Stattdessen wird der Fokus auf die Bepreisung des Bahnstroms gelegt. Für die Verrechnung des verbrauchten Stroms für Traktion und Vorheizanlagen hat jedes Eisenbahninfrastrukturunternehmen eigene Tarife und Regelungen. Ein Berechnungstool für grenzüberschreitende Bahntransporte ähnlich dem CIS für Trassenpreise gibt es leider nicht. Die Energiekosten für den verbrauchten elektrischen Strom müssen für jeden europäischen Staat separat ermittelt werden.

Für den Bahnstrombezug von der ÖBB- Infrastruktur AG schließen die Eisenbahnverkehrsunternehmen eigene Verträge ab. Tariflich gibt es Unterschiede abhängig davon, ob es sich um Langzeitverträge, Jahresbestellmengen, Teilbestellmengen oder Kurzbestellmengen handelt. Aus dem Betriebsleistungsbedarf des Kunden wird zunächst ein voraussichtlicher Stromverbrauch in MWh ermittelt. Die tatsächlich verrechneten Betriebsleistungen werden vom EIU am Ende des Monats bekannt gegeben.<sup>314</sup>

Nach der Wahl des Vertrages spielen die Tarifzeiten eine wesentliche Rolle für die Bestimmung der Höhe des Bahnstromtarifs. Im *Jahresvertrag der ÖBB Infra AG* wird beispielsweise abhängig von Wochentag und Uhrzeit zwischen *Niedertarif* (Mo.-Fr. 06:00-24:00), *Mitteltarif* (Mo.-Fr. 00:00-06:00; Sa. u. So. 06:00-24:00) und *Hochtarif* (Sa. u. So. 00:00-06:00) unterschieden. Abhängig von den Tarifzeiten können die Preise für die Elektrotraktion und die Benutzung von ortsfesten Anlagen (z.B. Zugvorheizung, Weichenheizung) in €/MWh bestimmt werden. Diese Variante wird als Abrechnung auf Basis von Zählwerten bezeichnet.<sup>315</sup>

Die ÖBB Infra bietet allerdings auch die Möglichkeit der Abrechnung auf Basis von Betriebsleistungen. Streckenspezifische Besonderheiten (z.B. Ebene, Bergstrecken, Fahrtrichtung) und das Zuggewicht zu je 100t werden in €/Zugkilometer berücksichtigt. Auf diese Weise kann anhand der zurückgelegten Strecke der verrechnete Bahnstrom kalkuliert werden.<sup>316</sup>

<sup>313</sup> vgl. Posset, 2014, S. 293

<sup>314</sup> vgl. Horn, 2012, S. 125f

<sup>315</sup> vgl. Preisblatt für Jahresverträge ÖBB Infrastruktur AG, 2015, S. 1

<sup>316</sup> vgl. Horn, 2012, S. 126

Diese €/Zugkilometer Sätze werden abhängig davon bestimmt, ob es sich um ein Triebfahrzeug mit oder ohne Rückspeisbremse (Rekuperation) handelt oder nicht. Bei Lokomotiven mit Rekuperation fallen die Sätze entsprechend niedriger aus. Bei der Abrechnung auf Basis von Zählwerten erfolgt die Berücksichtigung einer Rekuperationsbremse über die Vergütung des rückgespeisten Bahnstroms.<sup>317</sup>

Die Messung der tatsächlich verbrauchten Bahnenergie, sowie des rückgespeisten Bahnstroms, erfolgt über geeichte und zugelassene Messgeräte im Triebfahrzeug. Eine Möglichkeit ist es, ein eigenes Messgerät in der Lokomotive zu installieren. Die Auswertung erfolgt über die ÖBB- Infrastruktur AG für eine monatliche Gebühr zwischen 65 und 70 €. Die zweite Option ist es, beispielsweise eine sogenannte „RailwayBox“ von der ÖBB anzumieten. Je nach Ausführung der Energiezählung und anderen Anforderungen werden dafür zwischen 115 und 250 € in Rechnung gestellt.<sup>318</sup>

Neben Jahresverträgen wird auch die Versorgung von Eisenbahnverkehrsunternehmen ohne schriftlichen Vertrag mit Bahnstrom angeboten. So hat beispielsweise die DB Energie GmbH neben Produkt *Bahnstrom „Classic“* (Bestellung einer bestimmten Energiemenge für ein Kalenderjahr) auch die sogenannte Rückfallversorgung *Bahnstrom „Comfort“* im Programm.<sup>319</sup> Im Unterschied zu den Verträgen der ÖBB Infra wird von der DB Energie GmbH nur zwischen Hochtarif (06:00-22:00) und Niedertarif (22:00-06:00) unterschieden. Die Tarife werden in Cent pro kWh angegeben. Der Satz für den rückgespeisten Bahnstrom liegt etwas unter dem des ursprünglich bezogenen Stroms. Eine Möglichkeit zur Abrechnung auf Basis von Betriebsleistungen wird nicht angeboten.<sup>320</sup>

Dies waren nur zwei Beispiele für die Art und Weise wie der Bahnstrom vom Energieversorger verrechnet werden kann. Um die Kosten der Energie im Schienengütertransport für ein Eisenbahnverkehrsunternehmen genau bestimmen zu können, müssen daher die Verträge mit den jeweiligen Infrastrukturbetreibern studiert und Besonderheiten wie Zuggewicht und Streckenverläufe berücksichtigt werden. Zusätzlich ist der Verzehr der elektrischen Energie natürlich vom Stromverbrauch des Triebfahrzeugs abhängig. Die genauen Verbrauchswerte liefern die speziellen Messgeräte allerdings erst am Ende des Monats.<sup>321</sup>

<sup>317</sup> vgl. Preisblatt für Jahresverträge ÖBB Infrastruktur AG, 2015, S. 1f

<sup>318</sup> vgl. Horn, 2012, S. 126

<sup>319</sup> vgl. [http://www.dbenergie.de/dbenergie-de/ueber\\_dbenergie/aktuelles/6745218/aktuelles\\_0414\\_BPS.html](http://www.dbenergie.de/dbenergie-de/ueber_dbenergie/aktuelles/6745218/aktuelles_0414_BPS.html) (gelesen am 09.02.2016)

<sup>320</sup> vgl. Preisblatt „Comfort“ der DB Energie GmbH, 2015, S. 1f

<sup>321</sup> vgl. Horn, 2012, S. 126

### 3.2.3 Triebfahrzeugkosten

Handelt es sich bei dem Triebfahrzeug um Eigentum des Eisenbahnverkehrsunternehmens, so bestehen die Triebfahrzeugkosten aus mehreren primären Kostenarten. Gemietete oder geleaste Lokomotiven verursachen im Normalfall nur Fremdleistungskosten (Dienstleistungskosten) und eventuelle Abgaben an die öffentliche Hand. Diese Variante wird im nächsten Punkt für den Güterwagen beschreiben.

Hauptsächlich fallen für das gekaufte Triebfahrzeug kalkulatorische Kosten an (Traktionskosten werden in Form der Energiekosten getrennt betrachtet). Teil dieser kalkulatorischen Kosten sind zunächst die kalkulatorischen Zinsen. In ihnen wird das zu finanzierende Kapital auf das Anlage- und Umlaufvermögen des Triebfahrzeugs berücksichtigt (siehe Kapitel 3.1.3). Hinzu kommen die kalkulatorischen Abschreibungen der Lokomotive. Dadurch wird der Werteverzehr durch zeit- und leistungsabhängige Abnutzung erfasst.<sup>322</sup>

Bei den Wartungs- und Instandhaltungskosten kommt es darauf an, ob diese von einer externen oder innerbetrieblichen Werkstatt durchgeführt werden. Externe Wartungsarbeiten verursachen Dienstleistungskosten. Interne Wartungen und Reparaturen verursachen hingegen Personal- und Materialkosten. Diese müssen in Form von Gemeinkosten aufgeteilt werden. Der Einfachheit halber verwenden daher viele Unternehmen Pauschalsätze für Reparatur, Wartung und Instandhaltung.<sup>323</sup>

Ebenfalls zu den Fremdleistungskosten zählen die Kosten für diverse Versicherungen (Unfallversicherung, Kasko-Versicherung, etc.). Abgaben an die öffentliche Hand fallen, falls vorhanden, in Form von Steuern auf das Triebfahrzeug an.

### 3.2.4 Güterwagenkosten

Sind die Güterwagen Eigentum des Eisenbahnverkehrsunternehmens ergibt sich eine ähnliche Kostenstruktur wie für das Triebfahrzeug. Oft wird allerdings für die Wagons eine Wagenmiete pro Arbeitstag und Wagen kalkuliert verrechnet (ähnlich der Kalkulation eines Aufliegers im Straßengüterverkehr).<sup>324</sup> Mieten- und Leasingkosten zählen wie bereits erwähnt zu den Fremdleistungskosten.

### 3.2.5 Betriebspersonalkosten

Die Betriebspersonalkosten sind Teile der Personalkosten. Zur betrieblichen Durchführung des Schienengüterverkehrs sind folgende Personalkosten notwendig:

<sup>322</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 79ff

<sup>323</sup> vgl. ebenda, S. 85f

<sup>324</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 113

- Lokführer/innen
- Rangierer/innen
- Wagenmeister/innen<sup>325</sup>

Neben den Löhnen sind für die Personalkosten der einzelnen Positionen noch weitere Kosten wie Prämien, Urlaubsgeld und besondere Spesen zu kalkulieren (direkte Personalkosten). Anschließend müssen die Arbeitgeberbeträge zur Sozialversicherung addiert werden. Bei den Kosten für den/die Lokführer/in ist mit einem sogenannten Personalfaktor zu rechnen. Dieser berücksichtigt, dass für den ganzjährigen Betrieb einer bestimmten Anzahl an Triebfahrzeugen eine höhere Anzahl an Lokführern/innen (aufgrund von Krankenständen, Urlaub, etc.) notwendig ist. Die Kosten des zusätzlichen Personals müssen berücksichtigt werden, da in der Vollkostenrechnung alle anfallenden Kosten auf Kostenträger aufgeteilt werden müssen.<sup>326</sup>

Der Posten des/der Rangierers/in ist nicht bei jeder Zugfahrt zwingend erforderlich. Beispielsweise bei Ganzzugverkehren übernimmt meist der/die Lokführer/in anfallende Rangiertätigkeiten. Der/Die Wagenmeister/in sorgt für die Sicherstellung des technisch einwandfreien Zustandes des Zuges vor der Abfahrt.<sup>327</sup> Es ergeben sich abhängig von der Position verschiedene Personalkostensätze. Diese werden anschließend mit den Einsatzstunden multipliziert. Während die Einsatzzeit des/der Lokführers/in meistens die gesamte Fahrtzeit des Zuges beträgt, wird der/die Wagenmeister/in nur einmal vor der Abfahrt für einen gewissen Zeitraum, unabhängig von der Transportdauer, in Anspruch genommen.<sup>328</sup>

### 3.2.6 Overheadkosten

Zusätzlich zu den direkten Betriebskosten fallen die sogenannten Overheadkosten des Unternehmens an. Diese berücksichtigen die Gemeinkosten der Produktionssteuerung, des Vertriebs und der Verwaltung.<sup>329</sup> Sämtliche primäre Kostenarten, die sich auf diese Kostenstellen beziehen, werden hier erfasst (z.B. Personalkosten, Materialkosten, Abschreibungen, Zinsen, Dienstleistungskosten, etc.). Diese Verwaltungskosten werden häufig durch einen Prozentsatz auf die Herstellungskosten aufgeschlagen.<sup>330</sup> Zusätzlich zu den Verwaltungskosten werden in den Overheadkosten auch Wagniskosten und kalkulatorischer Unternehmerlohn (falls dieser noch nicht bereits in den allgemeinen Verwaltungskosten berücksichtigt wurde) einkalkuliert.

<sup>325</sup> vgl. Hagenlocher, 2015, S. 19

<sup>326</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 94

<sup>327</sup> vgl. Hagenlocher, 2015, S. 19

<sup>328</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 113f

<sup>329</sup> vgl. Hagenlocher, 2015, S. 17ff

<sup>330</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 99



### 3.2.7 Kalkulationsschema

Nachdem die Kostenarten für die direkten Betriebskosten erfasst bzw. kalkuliert (kalkulatorische Kosten) wurden, wird zwischen Kosten für die Transportdurchführung (variable Betriebskosten) und Bereitschaftskosten (fixe Betriebskosten) unterschieden. Für die leistungsabhängigen Kosten (variabel) bilden die Kosten pro km das Wertegerüst und die zurückgelegte Strecke das Mengengerüst. Für die leistungsunabhängigen Kosten hingegen ergeben die Kosten pro Stunde (oder pro Tag) das Wertegerüst und die Einsatzstunden (bzw. die Tagessätze) bilden das Mengengerüst. Daraus können für einen spezifischen Auftrag die Herstellungskosten für Transportleistung berechnet werden.<sup>331</sup> Zuletzt werden noch die Gemeinkosten nach bestimmten Schlüsseln in Form von Prozentsätzen auf die direkten Betriebskosten aufgeschlagen.<sup>332</sup>

## 3.3 Aufbau des Kostenmodells für Containertransporte mit der Bahn

Das in dieser Arbeit vorgestellte Kostenmodell, dient zur Kalkulation der Selbstkosten eines EVU, die im Zuge des Transports von Containern im Schienengüterverkehr anfallen. Das Kostenmodell basiert auf der Vollkostenrechnung. Es werden daher sämtliche Kosten auf die Kostenträger (die einzelnen Transportaufträge) aufgeteilt. Das Modell wurde speziell für Schienengütertransporte quer durch Europa entwickelt, vorausgesetzt die gewählte Trasse verfügt über einen Bahnstromanschluss, da sich das Kostenmodell auf den Einsatz von elektrischen Triebfahrzeugen beschränkt. Der größte Teil des Zugverkehrs (laut International Union of Railways im Jahr 2012 weltweit bereits rund 80%);<sup>333</sup> wird heute anhand von Zügen mit elektrischer Traktion abgewickelt. Weiters ist dieses Kostenmodell begrenzt auf die Betrachtung des Ganzzugverkehrs und den Transport einer einzigen Güterart in ISO Containern der Größe 20 oder 40 Fuß.

Dieses Berechnungstool wurde auf Microsoft Excel:Mac 2011 mit Hilfe von Visual Basics for Application (VBA) erstellt. In diesem Teil der Arbeit soll nun der Aufbau des erstellten Modells im Detail beschrieben werden.

### 3.3.1 Startbildschirm

Nach dem Öffnen der Datei erscheint das Tabellenblatt „Start“ (siehe Abbildung 10). Dieses Sheet enthält sechs einzelne Schaltflächen, denen je unterschiedliche Makros zugewiesen wurden. Vor dem Start einer neuen Kalkulation sollte der „Clear“ Button betätigt werden, welcher alle Werte aus vorherigen Kalkulationen löscht. Dies

<sup>331</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 102ff

<sup>332</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 98

<sup>333</sup> vgl. UIC, Pressemitteilung Nr. 23/2012

verhindert, dass Daten aus ehemaligen Berechnungen aus Versehen weiter verwendet werden.

**Kostenmodell zur Berechnung der Transportkosten von Containertransporten auf der Bahn:**

Zug bilden      Strecke wählen

Personal      weitere Angaben

**Berechnung**

clear

**Abbildung 10: Startbildschirm des Kostenmodells (eigene Darstellung)**

In der Mitte der Startfläche befindet sich eine Schaltfläche mit der Beschriftung „Berechnung“. Die Aktivierung dieses Buttons ruft die Userform „Überprüfung der Daten“ auf:

**Überprüfung der Daten**

☒ Zug gebildet

☒ Strecke gewählt

☐ Angaben zum Personal eingetragen

☐ zusätzliche Angaben eingetragen

Berechnung starten

**Abbildung 11: Userform „Überprüfung der Daten“ (eigene Darstellung)**

Das erschienene Fenster beinhaltet vier untereinander angeordnete Kontrollkästchen, welche den Wahrheitswert „true“ oder „false“ annehmen können. In Abbildung 11 enthalten die ersten beiden Kästchen den Wert „wahr“ und sind aus diesem Grund blau markiert. Die unteren beiden Checkboxen sind hingegen noch „falsch“ und enthalten aus diesem Grund keine Markierung. Jedes Kontrollkästchen entspricht einem der vier Optionen der Startfläche, die oberhalb des „Berechnung“ Buttons angeordnet sind. Erst wenn der entsprechende Unterpunkt vollständig mit

Daten befüllt und anschließend gespeichert wurde, ändert sich der Wahrheitswert der entsprechenden Box auf „true“ und eine blaue Markierung erscheint.

Unterhalb dieser vier Kontrollkästchen befindet sich die Schaltfläche „Berechnung starten“. Diese enthält den Verweis auf das Tabellenblatt „Berechnung“, auf welchem am Ende die kalkulierten Kosten dargestellt werden. Diese Verknüpfung wird allerdings erst aktiv, wenn alle Kontrollkästchen aktiviert wurden. Sollte einer der Unterpunkte nicht komplett ausgefüllt sein, erscheint beim Betätigen des „Berechnung starten“ Buttons ein Fenster und informiert den /die Anwender/in darüber, welche(r) Unterpunkt(e) noch nicht vollständig bearbeitet wurde(n). In diesem Beispiel (siehe Abbildung 11) würden nacheinander das „Die Angaben zum Personal wurden noch nicht komplett eingetragen!“ und das „Die zusätzlichen Angaben wurden noch nicht komplett eingetragen!“ Fenster erscheinen. Die Userform kann im linken oberen Eck durch Betätigung des roten „X“ wieder geschlossen werden.

### 3.3.2 Zug bilden

Bevor die Berechnung gestartet werden kann, müssen also zuerst die einzelnen vier Unterpunkte, die über die Startfläche erreichbar sind, bearbeitet werden. Der erste Commandbutton „Zug bilden“ (links oben auf Abbildung 10) ist mit dem Arbeitsblatt „Zug“ verlinkt:

	gewählt:	Anzahl:	Gewicht:
<input type="checkbox"/> Triebfahrzeug	<input type="text" value="Triebfahrzeug 1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="8 6,0 t"/>
<input type="checkbox"/> Wagon	<input type="text" value="Wagon 3"/>	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="54 0,0 t"/>
<input type="checkbox"/> Container	<input type="text" value="20 Fuß Container"/>	<input type="text" value="18"/>	<input type="text" value="40 1,4 t"/>
maximale Zuglänge [m]:	<input type="text" value="600m"/>		
tatsächliche Zuglänge [m]:	<input type="text" value="57 3,7 m"/>		
<input type="button" value="clear"/>			
<input type="button" value="zurück"/>	<input type="button" value="speichern"/>		

Abbildung 12: Arbeitsblatt "Zug" (eigene Darstellung)

Blau unterlegte Zellen müssen von dem/der Benutzer/in befüllt werden. Weiß unterlegte Zellen werden durch das Programm mit Hilfe der bereits eingetragenen Werte berechnet. Dieses Schema setzt sich auch im restlichen Kostenberechnungstool fort (mit Ausnahme des „Berechnung“ Arbeitsblatts am Ende

der Kalkulation). In Abbildung 12 ist das Tabellenblatt „Zug“ bereits mit Daten befüllt dargestellt.

Im linken unteren Bereich befinden sich die beiden Schaltflächen „clear“ und „zurück“. Diese beiden Funktionen sind auch auf fast allen anderen Tabellenblättern wieder zu finden. Der „clear“ Button löscht alle bereits eingetragenen Daten aus dem aktuellen Datenblatt, sowie aus allen untergeordneten Blättern. Wird beispielsweise die „clear“ Funktion im Arbeitsblatt „Zug“ betätigt, so werden alle Eingaben aus den blauen Feldern des aktuellen Blattes gelöscht. Des Weiteren werden alle Informationen, aus den Datenblättern, auf die über die Schaltflächen „Triebfahrzeug“, „Wagon“ und „Container“ zugegriffen werden kann, gelöscht. Die „Clear“ Funktion des „Start“ Blattes löscht somit alle bereits eingetragenen Daten aus dem Kostenmodell.

Die Funktion „zurück“ verweist den/die Anwender/in immer auf das vorherige Arbeitsblatt. Bei der Betätigung des „zurück“ Buttons des „Zug“ Arbeitsblattes wird demnach das „Start“ Blatt aufgerufen. Diese Funktion überprüft allerdings weder ob die Einträge des Unterpunktes vollständig sind, noch speichert sie die Daten ab oder aktiviert Kontrollkästchen oder Kombinationsfelder. Diese Schaltfläche erzeugt nur eine einfache Verlinkung zu dem übergeordneten Datenblatt.

Die dritte Schaltfläche, die auf mehreren Blättern des Modells zu finden ist, ist die „speichern“ Funktion. Diese überprüft ob alle nötigen Daten ausgefüllt wurden und stellt diese für die spätere Berechnung bereit. Würde auf Abbildung 12 die „speichern“ Funktion ausgewählt werden, so würde das Kontrollkästchen „Zug gebildet“ in der Userform „Daten überprüfen“ markiert werden, da bereits alle Angaben gemacht wurden. Der/Die Benutzer/in wird automatisch auf die „Start“ Seite verwiesen. Bei unvollständigen Eingaben würde sich hingegen ein Fenster öffnen, das den/die Anwender/in auf nicht ausgefüllte Felder hinweist. Eine Verlinkung auf das „Start“ Sheet und das Aktivieren des Kontrollkästchen bleiben aus.

In der oberen Hälfte des Datenblatts befinden sich die drei Zeilen „Triebfahrzeug“, „Wagon“ und „Container“, welche jeweils durch die gleichnamigen Schaltflächen zu ihrer Linken bezeichnet werden. Die beiden Schaltflächen „Triebfahrzeug“ und „Wagon“ sind jeweils mit den Datenblättern „Lok“ bzw. „Wagon“ verlinkt. Diese beiden Sheets haben einen sehr ähnlichen Aufbau. Aus Platzgründen wird an dieser Stelle repräsentativ nur das Tabellenblatt „Lok“ abgebildet (siehe Abbildung 13).

Triebfahrzeug wählen

Triebfahrzeug hinzufügen

zurück

Abbildung 13: Datenblatt "Lok" (eigene Darstellung)

Über die rechte Schaltfläche „Triebfahrzeug hinzufügen“ wird der/die Anwender/in auf das Tabellenblatt „Lok1“ verwiesen:

Bezeichnung	
Fabrikat/Typ	
Stundenleistung [kW]	
Rekuperationsfähig?	
eigenes Messgerät für Strom?	
Gewicht [t]	
Achsenzahl	
Achslast	
Länge [m]	
Finanzierungsform	wählen
Kaufpreis [€]	
Wiederbeschaffungsneupreis [€]	
Restwert am Ende der Nutzung [€]	
Leasing pro Monat [€]	
Jahresleistung gesamt [km]	
Nutzungsdauer ab Kaufdatum [Jahre]	
AfA zeitabhängig [%]	
AfA leistungsabhängig	
Umlaufvermögen [€]	
Einsatztage pro Jahr	
Tageseinsatz [h]	
Steuern pro Jahr [€]	
Versicherungen pro Jahr [€]	
weitere Kosten pro Jahr [€]	
Reparaturen, Wartung und Pflege [€/km]	

clear

speichern

zurück

Abbildung 14: Tabellenblatt "Lok1" (eigene Darstellung)

Abbildung 14 zeigt ein leeres „Lok1“ Datenblatt. Bevor die Daten über die „speichern“ Funktion für die Berechnung bereitgestellt werden können, müssen erst sämtliche blaue Felder vollständig ausgefüllt werden. Den einzelnen Posten werden in Klammern Positionsnummern zugeordnet, um später verwendete Formeln übersichtlicher darstellen zu können. Der Buchstabe „a“ neben der Positionsnummer bezieht sich auf das Triebfahrzeug. Befindet sich neben der Positionsnummer der

Zusatz „b“ so bezieht sich diese Position auf den Wagon. Zeilen mit einem Buchstabenzusatz existieren demnach sowohl im „Lok1“ als auch im „Wag1“ Datenblatt. Die einzelnen Zeilen des Tabellenblattes „Lok1“ sind wie folgt zu bearbeiten:

**(1a) Bezeichnung:** Hier ist eine beliebige Bezeichnung für das neue Triebfahrzeug einzutragen. Über die „speichern“ Funktion am rechten Ende des Tabellenblattes kopiert das Programm, falls alle Angaben vollständig sind, alle Daten des Tabellenblattes „Lok1“ und fügt diese auf einem neu erstellten Arbeitsblatt ein. Dieses neu erstellte Blatt wird nach der in der Zeile „Bezeichnung“ eingetragenen Zeichenfolge benannt. Existiert die angegebene Bezeichnung bereits, weist das Programm den/die Anwender/in darauf hin, einen anderen Namen zu wählen.

**(2a) Fabrikat/Typ:** Diese Zeile ist dafür vorgesehen, die technisch korrekte Bezeichnung für das Triebfahrzeug einzutragen.

**(3) Stundenleistung:** Diese Position gibt Auskunft über den Energieverbrauch des gewählten Triebfahrzeuges.

**(4) Rekuperationsfähigkeit?** Das Auswählen dieser Zeile aktiviert eine Liste mit den Möglichkeiten „ja“ und „nein“. Hier soll angegeben werden, ob die E-Lokomotive über eine Rekuperationsbremse verfügt, über welche Strom zurück in das Netz gespeist werden kann. Dies spielt später bei der Bestimmung der Energiekosten eine Rolle.

**(5) Eigenes Messgerät für Strom?** Ähnlich wie die Position 4 hat der/die Anwender/in auch hier die Auswahl zwischen „ja“ und „nein“. Dies wirkt sich wiederum auf die Höhe der Energiekosten aus.

**(6a) Gewicht [t]:** Das Gesamtgewicht des Triebfahrzeuges, inklusive Sicherungssysteme oder ähnlichem, ist in Tonnen anzugeben. Dieser Wert wird für die Kalkulation des Gesamtzuggewichts verwendet, welches in späterer Folge einen Einfluss auf die Energie- und die Infrastrukturnutzungskosten hat.

**(7a) Achsenzahl:** Die Anzahl der Achsen der Lokomotive ist anzugeben.

**(8a) Achslast:** Das Programm berechnet die Achslast aus den Positionen 6 und 7:

**Formel 8: Achslast für Triebfahrzeug/Wagon**

$$\text{Achslast } (8a, b) = \frac{\text{Gewicht } (6a, b)}{\text{Achsenzahl } (7a, b)}$$

**(9a) Länge [m]:** Die Gesamtlänge des Triebfahrzeugs (Puffer zu Puffer) ist einzutragen. Diese Angabe wird zur Berechnung der Gesamtzuglänge verwendet, welche anschließend mit der Maximalzuglänge verglichen wird.

Die Positionen 10 bis 12 kommen nur in dem Tabellenblatt „Wag1“ vor. Auf diese wird später in diesem Kapitel eingegangen.

**(13a) Finanzierungsform [€]:** Diese Positionen unterscheiden sich bezüglich der Tabellen „Lok1“ und „Wag1“. In der Triebfahrzeug Tabelle aktiviert der /die Anwender/in über die „wählen“ Option eine Userform (siehe Abbildung 15). In diesem Fall wurde die Verlinkung, aus optischen Gründen, einem grafischen Element in Form eines Rechtecks anstelle einer Schaltfläche zugewiesen. Die Funktionsweise ist allerdings dieselbe.

Über die Schaltfläche „Finanzierungsformen laden“ wird das obere Kombinationsfeld mit den Elementen „Kaufen“ und „Leasen“ bestückt. Aus einer Dropdown Liste kann nun eine der beiden Optionen gewählt und über die „speichern“ Funktion hinzugefügt werden. Die Userform schließt sich automatisch und in die Zeile „Finanzierungsform“ wird die getroffene Auswahl eingetragen. Wurde die Option „Kaufen“ gewählt, trägt das Programm in der Zeile „Leasing pro Monat“ (17a) automatisch den Wert „0“ ein. Entscheidet sich der/die Anwender/in hingegen für die Finanzierungsform „Leasen“ werden die Positionen Kaufpreis (14a), Wiederbeschaffungsneupreis (15a) und Restwert am Ende der Nutzung (16a) auf den Wert „0“ gesetzt. Zusätzlich wird (um Divisionen durch 0 zu vermeiden) die Nutzungsdauer (19a) auf ein symbolisches „1“ Jahr gesetzt.

Abbildung 15: Userform "Finanzierungsform Triebfahrzeug" (eigene Darstellung)

**(14a) Kaufpreis [€]:** Handelt es sich um ein gekauftes Triebfahrzeug, ist an dieser Stelle der Netto Kaufpreis (inklusive Bereitstellungskosten) in € anzugeben.

**(15a) Wiederbeschaffungsneupreis [€]:** für die Kalkulation ist nicht der Kaufpreis, sondern der Wiederbeschaffungsneuwert zu verwenden. Dieser berücksichtigt erwartete Preissteigerungen (siehe Kapitel 3.1.2). Er kann entweder direkt

angegeben oder aus dem Prozentsatz der Preissteigerung für das nächste Jahr und dem Kaufpreis (14a) berechnet werden:

**Formel 9: Berechnung des Wiederbeschaffungsneupreises<sup>334</sup>**

$$\text{Wiederbeschaffungsneupreis (15a)} = \text{Kaufpreis(14a)} * \left(1 + \frac{Pr}{100}\right)^n$$

„Pr“ steht für die Preissteigerung eines Jahres in % und n steht für die Anzahl der Jahre.

**(16a) Restwert am Ende der Nutzung [€]:** In Abhängigkeit der geplanten Nutzdauer der gekauften Lokomotive und der Kilometerleistung wird ein Restwert am Ende der Nutzungsdauer bestimmt. Dieser wird in späterer Folge zur Berechnung der Abschreibungen benötigt (siehe Kapitel 3.1.2).

**(17a) Leasing pro Monat [€]:** Handelt es sich um ein geleastes Triebfahrzeug, ist hier die Leasingrate pro Monat anzugeben. Ist der Leasingvertrag mit einer Wartungspauschale verbunden, sind hier dessen monatliche Kosten anzugeben und der km- Satz für Reparaturen, Wartung und Pflege (28a) entsprechend geringer zu wählen.<sup>335</sup>

**(18a) Jahresleistung gesamt [km]:** Die durchschnittliche Jahresfahrleistung des Triebfahrzeuges in km ist anzugeben, um aus den leistungsabhängigen Jahreskosten, einen km- Satz bestimmen zu können. Dieser ist notwendig um die Kosten pro Kilometer auf einen Transportauftrag (Kostenträger) beziehen zu können. (Siehe Kapitel 3.1.4 und 3.2.7).

**(19a) Nutzungsdauer ab Kaufdatum [Jahre]:** Die Angabe der geplanten Nutzungsdauer in Jahren ist für die Berechnung des Abschreibungswertes wichtig (siehe Kapitel 3.1.2).

**(20a) AfA zeitabhängig:** Da die Kosten für die Betriebsmittel im Zuge der Berechnung in fixe und variable Kosten aufgeteilt werden, ist auch eine Aufteilung der kalkulatorischen Abschreibung notwendig. An dieser Stelle kann der Anteil der zeitabhängigen Abschreibung an der gesamten Abschreibung (siehe Kapitel 3.1.2) in Prozent festgelegt werden.

**(21a) AfA leistungsabhängig:** Das Programm errechnet aus dem festgelegten Anteil der zeitabhängigen Abschreibung den leistungsabhängigen Anteil. In vielen Fällen wird die Abschreibung im Verhältnis 50:50 aufgeteilt.

**(22a) Umlaufvermögen [€]:** Die Mittelbindung auf das Umlaufvermögen wird an dieser Stelle berücksichtigt. Diese ergibt sich gemäß Formel 3 aus dem

<sup>334</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 26

<sup>335</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 111



angenommenen Tagesumsatz des Triebfahrzeugs und den Arbeitstagen bis zum Zahlungseingang des Kunden. Alternativ dazu sind feste Berechnungssätze zu verwenden.

**(23a) Einsatztage pro Jahr:** Die Einsatztage pro Jahr werden angegeben, um später einen Tagessatz für die Fixkosten zu berechnen, mit dem dann über die Einsatzdauer die fixen Kosten einem spezifischen Auftrag zugeordnet werden können (siehe Kapitel 3.1.4 und 3.2.7).

**(24a) Tageseinsatz [h]:** Mit großer Sorgfalt anzugeben sind die Einsatzstunden des Triebfahrzeugs pro Tag. Diese sind beispielsweise von großer Bedeutung bei der Bestimmung der benötigten Durchführungszeit des Transportes und somit der Festlegung der benötigten Tagessätze.

**(25a) Steuern pro Jahr [€]:** An dieser Stelle sind die direkten €- Werte für sämtliche Abgaben an die öffentliche Hand in Form von Steuern oder Gebühren, die in einem Jahr anfallen, anzugeben.

**(26a) Versicherungen pro Jahr [€]:** Sämtliche für das Triebfahrzeug anfallenden Versicherungen sind in Jahreswerten summiert einzutragen.

**(27) weitere Kosten pro Jahr [€]:** In dieser Zeile können zusätzliche Kosten, beispielsweise Kosten verursacht durch Kommunikationssysteme, berücksichtigt werden.

**(28a) Reparaturen, Wartung, Pflege [€/km]:** Die Reparaturkosten werden analog zur Fahrzeugkalkulation im Straßenverkehr durch die Division der kompletten Wartungskosten einer Periode durch den betrachteten Zeitraum berechnet. Daraus ergibt sich ein km- abhängiger Kostensatz für Reparaturen, Wartung und Pflege (unechte Gemeinkosten).<sup>336</sup>

#### Formel 10: Kostensatz für Reparaturen, Wartung und Pflege

$$\text{Kostensatz für Reparaturen, Wartung und Pflege (28a)} = \frac{\text{Kosten einer Periode}}{\text{Zeitraum}}$$

Analog zu der Erstellung eines neuen Triebfahrzeug- Datenblattes gelangt der/die Anwender/in über die Schaltfläche „Wagon hinzufügen“ auf dem Datenblatt „Wagon“ auf das Sheet „Wag1“ (siehe Abbildung 16). Viele Positionen gleichen den Zeilen des Tabellenblattes „Lok1“. Sämtliche Positionen, neben deren Nummer ein „a“ steht, sind analog auf das Wagon- Datenblatt anzuwenden. Ein paar Unterschiede weist das Tabellenblatt „Wag1“ im Vergleich zu „Lok1“ allerdings auf:

<sup>336</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 114

**(10) Ladelänge [m]:** Die Ladelänge des Containers dient der Bestimmung der Anzahl der transportierbaren 20- bzw. 40 Fuß Container.

**(11) 20 Fuß Container und (12) 40 Fuß Container:** Aus der Ladelänge (10) und den hinterlegten Daten bezüglich der Containermaße bestimmt das Programm die Anzahl der transportierbaren 20 und 40 Fuß Container pro Wagon.

**(13b) Finanzierungsform [€]:** Die Wahl der Finanzierungsform des Wagons unterscheidet sich von dem des Triebfahrzeuges, da in der über die „Wählen“ Funktion aufgerufene Userform eine dritte Finanzierungsmöglichkeit gewählt werden kann. Die Option „Mieten“ setzt analog zu „Leasen“ die Positionen Kaufpreis (14b), Wiederbeschaffungsneupreis (15b) und Restwert am Ende der Nutzung (16b) auf „0“ und die Nutzungsdauer (19b) auf „1“. Zusätzlich ändert sich die Bezeichnung der Zeile „Leasing pro Monat/Miete pro Tag“ auf „Miete pro Tag“.

**(17b) Leasing pro Monat/Miete pro Tag [€]:** Abhängig von der gewählten Kaufoption ändert sich die Bezeichnung dieser Zeile. Da es gängig ist, Wagons für die Einsatztage zu mieten, wurde diese Option für die Güterwagen hinzugefügt (siehe Kapitel 3.2.4). Es ist darauf zu achten, dass die Mietkosten zwar pro Tag, die Leasingkosten allerdings analog zum Datenblatt „Lok1“ in Monatswerten angegeben werden müssen.

Bezeichnung	
Fabrikat/Typ	
Gewicht [t]	
Achsenzahl	
Achslast	
Länge [kg]	
Ladelänge [m]	
20 Fuß Container	
40 Fuß Container	
Finanzierungsform	wählen
Kaufpreis [€]	
Wiederbeschaffungsneupreis [€]	
Restwert am Ende der Nutzung [€]	
Leasing pro Monat/Miete pro Tag [€]	
Jahresleistung gesamt [km]	
Nutzungsdauer ab Kaufdatum [Jahre]	
Afa zeitabhängig [%]	
Afa leistungsabhängig	
Umlaufvermögen [€]	
Einsatztage pro Jahr	
Tageeseinsatz [h]	
Steuern pro Jahr [€]	
Versicherungen pro Jahr [€]	
Reparaturen, Wartung und Pflege [€/km]	

clear

speichern

zurück

Abbildung 16: Datenblatt "Wag1" (eigene Darstellung)

Wurden alle Daten ausgefüllt so gelangt der/die Anwender/in über die „speichern“ Schaltfläche wieder auf das Datenblatt „Lok“ bzw. „Wagon“ (siehe Abbildung 13). Es erscheint eine Mitteilung, die den/die Benutzer/in darauf hinweist, dass das Triebfahrzeug bzw. der Wagon erfolgreich hinzugefügt wurden. Über die Schaltfläche „Triebfahrzeug wählen“ wird erneut eine neue Userform aufgerufen:

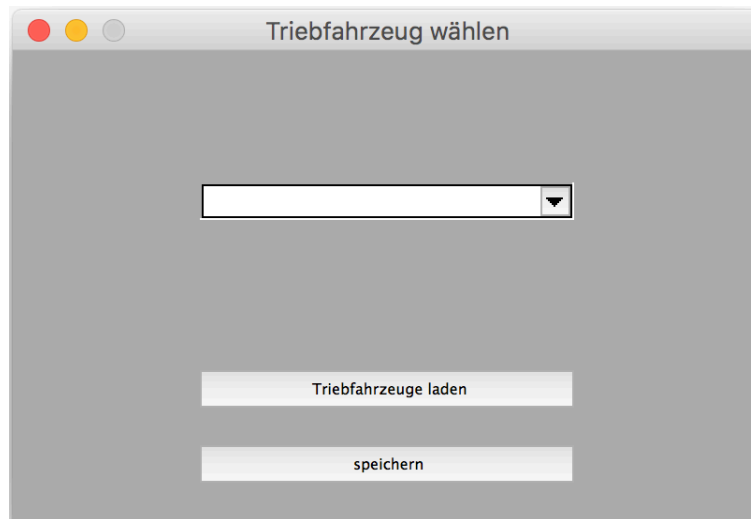


Abbildung 17: Userform "Triebfahrzeug wählen" (eigene Darstellung)

Analog dazu wird über die Schaltfläche „Wagon wählen“ auf dem Sheet „Wagon“ die Userform „Wagon wählen“ aufgerufen. Der restliche Ablauf erfolgt wieder ident zur Bearbeitung der Userform „Triebfahrzeug wählen“.

Über die Schaltfläche „Triebfahrzeuge laden“ wird das darüber angeordnete Kombinationsfeld mit allen gespeicherten Triebfahrzeugen befüllt. Aus der Dropdown Liste kann nun entweder das eben erstellte, oder ein Triebfahrzeug aus ehemaligen Kalkulationen ausgewählt werden. Es muss nicht in jedem Berechnungsdurchgang ein neues Tabellenblatt erstellt werden, stattdessen kann gleich eine bereits gespeicherte Lokomotive ausgewählt werden. Die „speichern“ Funktion warnt den/die Benutzer/in, falls kein Triebfahrzeug ausgewählt wurde. Erst wenn die Wahl getroffen wurde, wird der/die Anwender/in über die „speichern“ Schaltfläche zurück auf das Arbeitsblatt „Zug“ geleitet (Siehe Abbildung 12).

In der Spalte „gewählt“ erscheint nun in der entsprechenden Zeile (Triebfahrzeug oder Wagon) das eben gewählte Triebfahrzeug bzw. der eben gewählte Wagon. In der Spalte „Anzahl“ können nun aus einer Liste die gewünschte **Anzahl (29a,b)** an Triebfahrzeugen und Wagons angegeben werden. Da eine Traktion mit mehr als vier Triebfahrzeugen unüblich ist, können zwischen 1 und 4 Triebfahrzeugen gewählt werden. Güterwagons sind auf 60 Stück begrenzt, da sonst automatisch die in Europa übliche Maximalzuglänge überschritten werden würde (siehe Kapitel 2.3.2). Die dritte Spalte „Gewicht“ wird vom Programm aus dem Gewicht (6a,b) und der Anzahl des Triebfahrzeugs/ des Wagons (29a,b) berechnet.

Gleichzeitig kalkuliert die Anwendung die Gesamtlänge des gebildeten Zuges. Dazu wird die Länge aller Triebfahrzeuge (Länge (9a) x Anzahl (29a)) mit der Länge aller Wagons (Länge (9b) x Anzahl (29b)) addiert. Darüber kann der /die Benutzer/in in der Zelle „E13“ (blaues Feld mit dem Eintrag „600m“ auf Abbildung 12) die zugelassene Maximalzuglänge für die geplante Strecke angeben. Bevor das Tabellenblatt „Zug“ gespeichert werden kann, überprüft das Programm, ob die tatsächliche Zuglänge unter der angegebenen Maximalzuglänge liegt. Ist dies nicht der Fall, wird der/die Anwender/in über eine Nachricht aufgefordert die Eingaben zu verändern. Erst wenn die Zuglänge den Anforderungen entspricht, kann fortgefahren werden.

Die dritte Zeile auf dem Tabellenblatt „Zug“ enthält den Button „Container“. Dieser öffnet die Userform „Container wählen“:

**Abbildung 18": Userform "Container wählen" (eigene Darstellung)**

Unterhalb des Kombinationsfeldes befindet sich die Schaltfläche „Container laden“. Diese muss zuerst aktiviert werden um anschließend im darüber liegenden Kombinationsfeld entweder einen „20 Fuß“ oder einen „40 Fuß Container“ wählen zu können. Darunter befindet sich ein Textfeld mit der Aufforderung das Ladungsgewicht eines einzelnen Containers (exklusive dessen Eigengewicht) in t anzugeben. Dieses Textfeld akzeptiert nur die Eingabe von Dezimalzahlen und aktiviert eine Fehlermeldung bei Befüllung mit ungültigen Daten. Sind alle Angaben gemacht, wird über den „speichern“ Button der Container in die Spalte „gewählt“ eingetragen. Gleichzeitig hinterlegt das Programm die erfassten Daten im Tabellenblatt „Daten“.

Die Anzahl der Container errechnet das Programm selbstständig aus der Ladelänge (10) des gewählten Wagons und der Länge des gewünschten Containers. Das Gesamtgewicht der Container wird anschließend aus der angegebenen Ladungsmasse, dem Eigengewicht des gewählten Containers und der Gesamtanzahl

der Container kalkuliert. Die Maße der Container sowie deren Eigengewicht sind gemäß Tabelle 2 der ISO:668:1995 in dem Blatt „Daten“ hinterlegt:

ISO Container	Länge	Eigengewicht	Maximalgewicht
40 Fuß Container	12,192 m	3,90 t	30,48 t
20 Fuß Container	6,058 m	2,30 t	30,48 t

**Abbildung 19: Daten für 20 und 40 Fuß ISO Container auf dem Datenblatt „Daten“ (eigene Darstellung)**

Sind alle Felder des Tabellenblatts „Zug“ ausgefüllt und die tatsächliche Zuglänge liegt unterhalb der Maximalzuglänge (siehe Abbildung 12), kann das „speichern“ Feld aktiviert werden. Dieses verweist den/die Benutzer/in zurück auf das „Start“ Sheet und setzt den Wahrheitswert der ersten Checkbox der Userform „Daten überprüfen“ auf „true“ (siehe Abbildung 11).

### 3.3.3 Strecke wählen

Der nächste Unterpunkt, der vor der Berechnung bearbeitet werden muss, wird über die Schaltfläche „Strecke wählen“, die sich rechts oben auf dem „Start“ Datenblatt befindet, aufgerufen:

The screenshot shows a user interface for the 'Strecke' (Route) data sheet. It contains several input fields and calculated values:

- Input Fields (Left Column):**
  - Infrastruktur-nutzungskosten
  - Energiekosten
  - Streckenangaben
  - clear
  - zurück
- Calculated Values (Right Column):**
  - Trassenpreis**
  - Trassenleerpreis**
  - Energiekosten**
  - Energiekosten (leer)**
  - Zuggewicht**
  - 1027,40 t
  - Zuggewicht leer**
  - 626,00 t
- Action Buttons (Bottom):**
  - speichern

**Abbildung 20: Datenblatt "Strecke" (eigene Darstellung)**

Im unteren Teil des Datenblatts „Strecke“ sind erneut die Schaltflächen „clear“, „zurück“ und „speichern“ zu erkennen. Darüber befindet sich eine kleine Tabelle mit den Angaben des Zuggewichts (des leeren und des beladenen Zuges). Diese Werte berechnet das Programm, indem es die zuvor kalkulierten Gewichte des Triebfahrzeuges, der Wagons, der Container und (für das Gewicht des beladenen Zuges) der Ladung addiert. Diese Werte werden an dieser Stelle abgebildet, um es dem /der Benutzer/in zu erleichtern die Infrastrukturnutzungskosten und die

Energiekosten zu bestimmen. Beide Positionen sind unter anderem von dem Gewicht des Güterzuges abhängig. Meistens unterscheiden sich die Preise daher für den leeren und für den beladenen Zug.

Die restlichen Felder des Tabellenblattes in Abbildung 20 sind noch nicht befüllt. Die obere Tabelle kann über die Schaltfläche „Infrastrukturnutzungskosten“ mit Daten bespeist werden. Dieser Button aktiviert die Userform „Infrastrukturnutzungskosten festlegen“:

**Abbildung 21: Userform "Infrastrukturnutzungskosten festlegen" (eigene Darstellung)**

Die Userform besteht aus drei Textfeldern, jeweils mit einer Bezeichnung darüber, und einem „speichern“ Button. Die Textfelder lassen nur Zahlenwerte als Eingabe zu und sind wie folgt zu bearbeiten:

**(30) Trassenpreis für beladenen Zug [€]:** Einige Eisenbahninfrastrukturbetreiber stellen online eine Möglichkeit zur Kalkulation des Trassenpreises für eine beliebige Strecke auf deren Schienenwegen zur Verfügung. Die DB Netz AG bietet beispielsweise eine kostenlose Kalkulations- Software zum Download an.<sup>337</sup> Handelt es sich um grenzüberschreitende Fahrten, kann der sogenannte Charging Information Service der Rail Net Europe verwendet werden. Das CIS ist eine online Plattform für die Preiskalkulation der Trassenbenutzung des Netzwerks seiner 38 Mitglieder (teilweise mehrere Infrastrukturbetreiber pro Land).<sup>338</sup> Einige Infrastrukturbetreiber verweisen direkt auf dieses Kalkulationstool (z.B. die ÖBB Infrastruktur AG).

**(31) Kosten für Nutzung der Gleisanlagen [€]:** In dieser Position sind Angaben bezüglich der Kosten zur Benutzung von Gleisanlagen wie beispielsweise Kränen zur

<sup>337</sup> vgl. [http://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/produkte/trassen/trassenpreise/trassenpreisauskunft\\_tpis.html](http://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/produkte/trassen/trassenpreise/trassenpreisauskunft_tpis.html) (gelesen am 15.01.2016)

<sup>338</sup> vgl. <http://cis.rne.eu> (gelesen am 15.01.2016)

Be- und Entladung zu machen. Hier sind die Gesamtkosten für die Fahrt anzugeben (Hin- und gegebenenfalls Rückfahrt).

**(32) Trassengebühr für den Leerzug [€]:** Da das Zuggewicht einen wesentlichen Einfluss auf den Trassenpreis hat, werden meistens sogenannte Leerzugtrassen von den Infrastrukturbetreibern angeboten. Dieser Posten ist wichtig, um (falls nötig) die Kosten der Rückfahrt, ohne Ladung, zu kalkulieren.

Sind alle Textfelder ausgefüllt, kann über die „speichern“ Schaltfläche die Userform geschlossen werden. Die angegebenen Werte werden in dem Tabellenblatt „Daten“ hinterlegt und die Trassenpreise für den leeren und den beladenen Zug in die Tabelle auf dem Sheet „Strecke“ eingetragen.

Über die Schaltfläche „Energiekosten“ kann im nächsten Schritt das Worksheet „Energiekosten“ aufgerufen werden:

Land	Stromkosten	Stromkosten Leerfahrt	Kosten Strom- messung	Nr.
Österreich	€ 100,80	€ 79,20	€ 70,00	1
				2
				3
				4
				5
				6
				7
<b>Summe</b>	€ 10 0,80	€ 7 9,20	€ 7 0,00	

sonstige anfallende Zusatzkosten bezüglich der Bahnstromabrechnung	€ 0,00
---	--------

Rekuperationsfähigkeit?  
eigenes Strommessgerät?

ja  
ja

Abbildung 22: Tabellenblatt "Energiekosten" (eigene Darstellung)

Anders als bei den Trassenbenutzungskosten gibt es leider noch keine Software zur Berechnung der Bahnstromkosten grenzüberschreitender Transporte. Die Abrechnung erfolgt in jedem Staat getrennt. Aus diesem Grund enthält die Tabelle auf Abbildung 22 sieben blau eingefärbte Zeilen. Hier wurde die Anzahl der durchschreitenden Staaten auf sieben begrenzt, da keiner der neun Güterverkehrskorridore eine höhere Anzahl an einzelnen Ländern durchquert. Diese Tabelle bildet eine Ausnahme in diesem Kostenmodell, da nicht alle blau unterlegten Zeilen ausgefüllt werden müssen. Zumindest die erste Zeile muss allerdings vollständig sein, bevor die Werte gespeichert werden können. Die „Summen“ Zeile addiert am Ende die Kosten über die einzelnen Länder auf. Für jeden Staat, den die gewünschte Strecke durchqueren soll, sind folgende Informationen in die

entsprechende Zeile einzutragen (Die Positionsnummern 34-36 beziehen sich in diesem Tabellenblatt auf die summierten Werte am Ende der Spalten):

**(33) Land:** In dieser Zelle ist der Name des zu durchfahrenen Landes einzutragen.

**(34) Stromkosten [€]:** Die Stromkosten für den jeweiligen Staat sind gemäß den Vorgaben des jeweiligen Stromnetzbetreibers für den gewünschten Zug (abhängig von Zuggewicht, Triebfahrzeug, etc.) und über die gewünschte Strecke zu bestimmen.

**(35) Stromkosten Leerfahrt [€]:** Für die Rückfahrt sind Kosten für den unbeladenen Zug über die Retourstrecke zu bestimmen. Die Kosten für diese Rückfahrt werden über den Leerfahrtanteil später den Kosten für den Transport zugerechnet.

**(36) Kosten Strommessung [€]:** Abhängig davon, ob ein Triebfahrzeug über ein eigenes Gerät zur Strommessung verfügt oder sich beispielsweise eine Railwaybox (der ÖBB Infrastruktur AG) 339 anmietet, sind hier die monatlichen Kosten für die Strommessung einzutragen. Diese Kosten sind nur für das Land, in dem sie anfallen anzugeben. Zur Erleichterung sind im unteren Bereich des Tabellenblatt „Energiekosten“ die Positionen 4 und 5 des gewählten Triebfahrzeugs abgebildet.

Das Tabellenblatt „Energiekosten“ gibt dem/der Anwender/in im Feld **(34z) sonstige anfallende Zusatzkosten bezüglich der Bahnstromabrechnung [€]** noch die Möglichkeit, nicht berücksichtigte Kosten bezüglich des Bahnstrombezugs (z.B. Benutzung der Zugvorheizung wenn noch nicht inkludiert) einzukalkulieren. In dieses Feld sind die Gesamtwerte für sämtliche nicht berücksichtigte Kosten für die Hin- und (eventuell anteilig) Rückfahrt anzugeben. Fallen keine derartigen Kosten an, ist der Wert „0“ einzutragen.

Über die „speichern“ Schaltfläche gelangt der/die Benutzer/in wie gewöhnlich nach dem vollständigen Befüllen des Tabellenblattes wieder auf das übergeordnete Datenblatt „Strecke“. Die Tabelle neben der Schaltfläche „Energiekosten“ enthält nun die Werte der summierten Positionen 34 und 35 (siehe Abbildung 20). Der letzte Unterpunkt, der auf diesem Datenblatt noch zu bearbeiten ist, wird über die Schaltfläche „Streckenangaben“ geöffnet.

Die Tabelle oberhalb der drei Schaltflächen „clear“, „zurück“ und „speichern“ auf dem Tabellenblatt „Streckenangaben“ (siehe Abbildung 23) enthält folgende Positionen:

**(37) Strecke [km]:** An dieser Stelle ist die gesamte Kilometerzahl für die gewählte Strecke anzugeben (Trassenkilometer). Allerdings ist hier die Rückfahrt nicht zu berücksichtigen. Der Wert bezieht sich nur auf eine Richtung der Strecke. Dieser

<sup>339</sup> vgl. Bares, 2013 unter:

[http://www.erness.eu/media/2281/W1%203.%20Michael%20Bares\\_%20RailwayBox\\_Solution%20in%20Practice.pdf](http://www.erness.eu/media/2281/W1%203.%20Michael%20Bares_%20RailwayBox_Solution%20in%20Practice.pdf) (gelesen am 15.01.2016)



Wert dient später als Mengengerüst für die variablen Betriebsmittelkosten (siehe Kapitel 3.2.7).

**(38) tatsächliche Fahrzeit [h]:** In dieser Position ist die Zeit anzugeben, in der sich der Zug in Bewegung befindet. Dieser Wert ist in h für eine Fahrtrichtung einzutragen.

**(39) Wartezeiten [h]:** Da der Güterverkehr dem schnelleren Personenverkehr oft ausweichen muss, entstehen Wartezeiten auf den sogenannten Überholgleisen. Die Summe aller Wartezeiten für eine Fahrtrichtung ist anzugeben.

**(40) Be- und Entladezeiten [h]:** Da während der Be- und Entladezeiten das Triebfahrzeug und die Wagons gebunden sind, also nicht für andere Transporte zur Verfügung stehen, wird diese Zeit zur Transportzeit gerechnet.

**(41) gesamte Transportzeit [h]:** Das Programm addiert für diesen Wert die drei darüber liegenden Positionen (tatsächliche Fahrzeit (38), Wartezeiten (39), Be- und Entladezeiten (40)). Die gesamte Transportzeit bezieht sich allerdings nur auf die Hinfahrt. Für die Dauer der Rückfahrt, die über den Leerfahrtenanteil berechnet wird, fließen die Be- und Entladezeiten nicht in die Kalkulation ein.

**(42) Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]:** Die Durchschnittsgeschwindigkeit wird aus der tatsächlichen Fahrzeit (38) zuzüglich der Wartezeiten (39) dividiert durch die Streckenkilometer (37) berechnet.

**(43) Leerfahrtanteil Rückfahrt [%]:** Anhand diesem Wert wird der auf den Transportauftrag zu verrechnende Anteil der Rückfahrt bestimmt. 0% bedeuten, dass direkt vom Zielort aus ein weiterer Transport stattfindet. 100 % bedeuten, dass der Zug über die gesamte Retourstrecke ohne Ladung verkehrt. Somit ist die gesamte Rückfahrt auf den ursprünglichen Transport zu aufzuschlagen.

Strecke [km]	
tatsächliche Fahrzeit [h]	
Wartezeiten [h]	
Be- und Entladezeiten [h]	
gesamte Transportzeit	
Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]	
Leerfahrtanteil Rückfahrt [%]	

Abbildung 23: Datenblatt "Streckenangaben" (eigene Darstellung)

Die „speichern“ Schaltfläche führt den(die Benutzer/in zurück auf das „Strecke“ Datenblatt. Auf diesem kann, nachdem alle Daten vollständig ausgefüllt wurden, über erneutes Betätigen des „speichern“ Knopfes, der Punkt „Strecke auswählen“ abgeschlossen werden. Der Benutzer befindet sich nun wieder auf der Start Maske und das zweite Kontrollkästchen auf der Userform „Überprüfung der Daten“ wurde nun ebenfalls aktiviert.

### 3.3.4 Personal

Über die Schaltfläche „Personal“ auf dem Tabellenblatt „Start“ gelangt der/die Benutzer/in auf das Datenblatt „Personal“:

<b>Lokführer</b>		
Jahresbruttolohn [€]		
Personalfaktor		
Jahresbruttolohn Triebfahrzeug [€]		
Sozialaufwendungen [%]		
Aushilfsfahrer inklusive Sozialvers. [€]		
Spesen/Tag [€]		
weitere Fahrerkosten [€]		
Summe Fahrerpersonalkosten [€]		
<b>Wagenmeister</b>		
Jahresbruttolohn [€]		
Arbeitsstunden pro Jahr [h]		
Sozialaufwendungen [%]		
Summe Wagenmeister Personalkosten inklusive zusätzlicher Kosten [€]		
<b>Rangierbegleiter</b>		
Jahresbruttolohn Triebfahrzeug inklusive Sozialversicherung und sonstiger Kosten [€]		
Spesen/Tag [€]		
Summe Rangierbegleiter Personalkosten[€]		
<div style="text-align: center;"> <input type="button" value="clear"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="zurück"/> <input type="button" value="speichern"/> </div>		

**Abbildung 24: Tabellenblatt "Personal" (eigene Darstellung)**

Die Tabelle ist auf die drei unterschiedlichen Posten Lokführer/in (c), Wagenmeister/in (d) und Rangierbegleiter/in (e) aufgeteilt. Da diese teilweise ähnliche Positionen aufweisen, weist hier erneut der Kleinbuchstabe neben der Positionsnummer auf den Posten hin, auf den sich die Positionsnummer beziehen soll. Die jeweilige Positionsnummer wird repräsentativ jeweils nur für einen Posten erklärt. Die Tabelle „Personal“ ist wie folgt zu bearbeiten:

**(44a) Jahresbruttolohn [€]:** Hier ist der Gesamtbruttolohn des/der Fahrers/in inklusive 13. und 14. Gehalt (in Österreich) anzugeben.

**(45) Personalfaktor:** Der Personalkostenfaktor berücksichtigt das Verhältnis von Lokführern/in eines EVU, die zum Steuern einer Anzahl an Triebfahrzeugen über das gesamte Jahr benötigt werden (Es sind beispielsweise aufgrund von Krankenständen und Urlaubstagen mehr Fahrer/innen als Triebfahrzeuge nötig). Des Weiteren kann über diesen Personalfaktor berücksichtigt werden, falls zwei Lokführer/innen das Triebfahrzeug im Schichtbetrieb steuern.

**(46) Jahresbruttolohn Triebfahrzeug [€]:** Dieser Wert ergibt sich aus der Multiplikation des Personalfaktors (44) mit dem Jahresbruttolohn des/der Fahrers/in (44a).

**(47a) Sozialaufwendungen [€]:** Diese sollen hier in % angegeben werden. Das Programm berechnet anschließend den Betrag der **Sozialaufwendungen (48a)** pro Jahr.

**(49) Aushilfsfahrer inklusive Sozialvers. [€]:** Werden im Unternehmen Aushilfsfahrer/innen beschäftigt, so sind deren jährliche Kosten inklusive Sozialversicherung auf die Anzahl der betriebenen Lokomotiven aufzuteilen.

**(50a) Spesen/Tag [€]:** Die Spesen pro Tag berücksichtigen den Verpflegungsmehraufwand der entsteht, wenn sich die Person aus beruflichen Gründen außerhalb der regelmäßigen Arbeitsstätte aufhält.<sup>340</sup> Dieser Wert wird später mit den Einsatztagen pro Jahr multipliziert.

**(51) Weitere Fahrerkosten [€]:** An dieser Stelle können Prämien oder Schulungen für den/die Fahrer/in berücksichtigt werden. Weitere Ausgaben für den/die Aushilfsfahrer/in sind ebenfalls hinzu zu rechnen. Der Wert bezieht sich auf die Gesamtkosten, die in einem Jahr anfallen.

**(52a) Summe Fahrerpersonalkosten [€]:** Sämtliche Fahrerpersonalkosten werden aufaddiert.

**(53) Arbeitsstunden pro Jahr [h]:** Da der/die Wagenmeister/in nur zu Beginn der Zugfahrt eine Untersuchung des Zuges durchführt, werden seine/ihre Kosten nicht mit der Dauer der Zugfahrt berechnet. Stattdessen wird am Anfang der Zugfahrt eine halbe Stunde für seine/ihre Kontrolle einkalkuliert.<sup>341</sup> Um seine/ihre Kosten auf die einzelnen Aufträge aufteilen zu können, müssen seine/ihre tatsächlichen Einsatzstunden im Jahr angegeben werden.

**(44c) Jahresbruttolohn Rangierbegleiter:** Für Direktverkehre ist häufig kein/e Rangierbegleiter/in notwendig. In diesem Fall ist für dessen/deren Kosten der Wert

<sup>340</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S.112

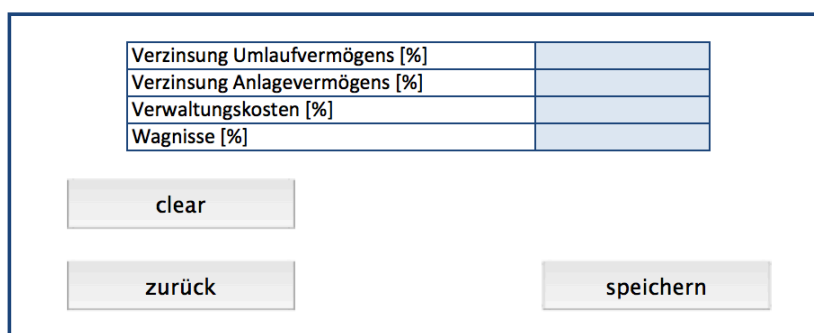
<sup>341</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 114f

„0“ einzutragen. Andernfalls sind in dieser Position gleich die gesamten Kosten des/der Rangierbegleiters/in, jedoch exklusive der Spesen pro Tag einzutragen.

Ist das Tabellenblatt „Personal“ vollständig ausgefüllt kann der/die Anwender/in über die „speichern“ Funktion das dritte Kontrollkästchen der Userform „Daten überprüfen“ aktivieren. Er/Sie gelangt automatisch wieder auf die Start- Fläche zurück.

### 3.3.5 Weitere Angaben

Anschließend wird durch die Auswahl der letzten unbearbeiteten Schaltfläche „Weitere Angaben“ auf dem Datenblatt „Start“ folgendes Sheet geöffnet:



Verzinsung Umlaufvermögens [%]	
Verzinsung Anlagevermögens [%]	
Verwaltungskosten [%]	
Wagnisse [%]	

clear

zurück

speichern

Abbildung 25: Datenblatt "Angaben" (eigene Darstellung)

Die Tabelle auf dem in Abbildung 25 zu sehenden Datenblatt enthält folgende Positionen:

**(54) Verzinsung des Umlaufvermögens:** Hier können die aktuellen Zinssätze der Bank auf das kurzfristige Umlaufvermögen (Ersatzteile etc.) hinterlegt werden (siehe Kapitel 3.1.2).

**(55) Verzinsung des Anlagevermögens:** An dieser Stelle werden die Zinssätze für das langfristige Anlagevermögen eingetragen.

**(56) Verwaltungskosten:** Die Verwaltungskosten werden als Prozentsatz auf die Herstellungskosten aufgeschlagen. Sie bilden den größten Teil der Gemeinkosten.

**(57) Wagnisse:** An dieser Stelle können Wagnisse des Unternehmens in Form einer Prozentangabe auf die Herstellungskosten berücksichtigt werden (siehe Kapitel 3.1.2).

Über die „speichern“ Schaltfläche wird schließlich, nach vollständiger Bearbeitung dieses Arbeitsblatts, der Wahrheitswert des letzten Kontrollkästchens auf der „Daten überprüfen“ Userform auf „true“ geändert.

### 3.3.6 Berechnung

Auf dem „Start“ Datenblatt angekommen, kann der/die Anwender/in nun die Berechnung starten. Nachdem alle vier Kontrollkästchen auf der Userform „Daten überprüfen“ aktiviert sind, kann über die „Berechnung starten“ Schaltfläche das Datenblatt „Berechnung“ aufgerufen werden. Da dieses Datenblatt zu groß ist, um auf einer Seite als Ganzes darzustellen, werden in diesem Kapitel jeweils Ausschnitte der Gesamttabelle abgebildet und beschrieben (im Anhang wird das komplette Datenblatt „Berechnung“ des Fallbeispiels abgebildet).

Im oberen Bereich des Datenblattes befindet sich die Tabelle „Angaben“. Diese Tabelle ist weiter unterteilt in die Tabelle „Strecke“ und die Tabelle „Zug“.

Berechnung				
Angaben				
Strecke	Transport	Leerfahrtenanteil:	Be- und Entladung	Gesamt:
Länge:	D6	F6	H6	J6
Einsatzdauer:	D7	F7	H7	J7
Tagessätze:	D8	F8	H8	J8

Abbildung 26: Tabelle "Strecke" auf dem Tabellenblatt "Berechnung" (eigene Darstellung)

Um die Verknüpfungen und Beziehungen zwischen den einzelnen Zellen leichter darstellen zu können, wurden in Abbildung 26 die Bezeichnungen der jeweiligen Zellen in diese eingetragen. Analog dazu sollen auch die restlichen Tabellen des Tabellenblattes „Berechnung“ beschrieben werden.

Die „Angaben“ Tabelle fasst die allgemeinen Daten über den Transportauftrag noch einmal übersichtlich zusammen. In der Tabelle „Strecke“ werden Informationen bezüglich der gewählten Strecke dargestellt. Folgende Verknüpfungen sind den einzelnen Zellen dieser Tabelle hinterlegt (die eingeklammerten Zahlenwerte beziehen sich auf die zuvor definierten Positionsnummern):

Tabelle 12: Verknüpfungen der Tabelle "Strecke" (eigene Darstellung) (\*)

(37)	D6*(43)	0 km	D6+F6+H6
(38)+(39)	D7*(43)	(40)	D7+F7+H7
D7/(24a)	D8*(43)	H7/(24a)	D8+F8+H8

(\*) im Anhang der Arbeit befindet sich eine Tabelle mit der übersichtlichen Auflistung aller Positionsnummern und deren Bedeutung.

Für die Länge der Spalte „Transport“ (D6) wird einfach die zuvor angegebene Streckenlänge (37) übernommen. Die Einsatzdauer des Transportes (D7) wird aus der Summe der tatsächlichen Fahrzeit (38) und den Wartezeiten (39) gebildet. Der Tagessatz des Transportes (D8) wird aus dessen Einsatzdauer in Stunden (D7) dividiert durch den Tageseinsatz des Triebfahrzeugs in Stunden (24a) bestimmt.

Neben der Überschrift der Spalte „Leerfahrtenanteil:“ trägt das Programm automatisch den zuvor angegebenen Leerfahrtenanteil der Rückfahrt (43) ein. Für die Länge (F6), Einsatzdauer (F7) und Tagessätze (F8) werden jeweils die entsprechenden Werte der Spalte „Transport“ (D6, D7, D8) mit dem Leerfahrtenanteil der Rückfahrt (43) multipliziert.

Die Spalte Be- und Entladung enthält für dessen Länge (H6) automatisch den symbolischen Wert „0km“, da bei dieser Tätigkeit keine Strecke zurückgelegt wird. Für die Einsatzdauer (H7) werden die Be- und Entladezeiten (40) direkt übernommen. Der entsprechende Tagessatz (H8) ergibt sich aus der Division der Einsatzdauer (H7) durch den Tageseinsatz des Triebfahrzeuges (24a).

Die Spalte „Gesamt“ summiert jeweils die Werte der linken drei Spalten einer Zeile.

Rechts von der „Strecke“ Tabelle befindet sich die „Zug“ Tabelle. Sie ist ebenfalls Teil der „Angaben“ Tabelle am „Berechnung“ Datenblatt. Diese wird nicht für die Berechnung benötigt, zeigt bloß die gesamte Zuglänge, das Gewicht des beladenen und das Gewicht des leeren Zuges erneut an. Diese Werte können später bei der Analyse verwendet werden.

Unterhalb der „Angaben“ Tabelle befindet sich die „Kosten“ Tabelle. In ihr werden die Kosten der direkten Betriebskosten und der Gemeinkosten dem betrachteten Transportauftrag zugewiesen. Die erste Tabelle der „Kosten“ besteht genau genommen aus zwei Tabellen: „Triebfahrzeugkosten“ und „Güterwagenkosten“:

<b>Kosten</b>				
<b>Triebfahrzeugkosten</b>			<b>Güterwagenkosten</b>	
<b>zeitabhängige Kosten</b>	<b>Triebfahrzeug</b>	<b>Anzahl:</b>	<b>Güterwagen</b>	<b>Anzahl:</b>
zeitabhängige AfA	D13	F13	H13	J13
Leasingkosten	D14	F14	H14	J14
(Mietkosten/Tag)	D15	F15	H15	J15
Zinsen Umlaufvermögen	D16	F16	H16	J16
Zinsen Anlagevermögen	D17	F17	H17	J17
Steuern	D18	F18	H18	J18
Versicherungen	D19	F19	H19	J19
sonstige Fixkosten	D20	F20		
<b>Fixkosten/Jahr</b>		<b>F21</b>		<b>J21</b>
<b>Tagessatz</b>		<b>F22</b>		<b>J22</b>
<b>leistungsabhängige K.</b>				
leistungsabhängige AfA	D24	F24	H24	J24
Reperatur- und Wartung	D25	F25	H25	J25
<b>variable Kosten/Jahr</b>		<b>F26</b>		<b>J26</b>
<b>Kilometersatz</b>		<b>F27</b>		<b>J27</b>
<b>Gesamt</b>		<b>F28</b>		<b>J28</b>

**Abbildung 27: Tabellen "Triebfahrzeugkosten" und "Güterwagenkosten" auf dem Tabellenblatt "Berechnung" (eigene Darstellung)**

In der Spalte „Triebfahrzeug“ wird der zeitabhängige Anteil der Abschreibung (D13) aus dem Abschreibungswert multipliziert mit dem prozentuellen Anteil der zeitabhängigen AfA (20a) berechnet. Der Abschreibungswert wird gemäß Formel 1

aus dem Wiederbeschaffungsneupreis (15a) abzüglich des Restwertes (16a) geteilt durch die Nutzungsdauer des Triebfahrzeuges (19a) gebildet (siehe Tabelle 13).

**Tabelle 13: Verknüpfungen der Tabellen "Triebfahrzeugkosten" und "Güterwagenkosten" (eigene Darstellung)**

$\frac{(15a) - (16a)}{19a} * (20a)$	D13*(29a)	$\frac{(15b) - (16b)}{19b} * (20b)$	H13*(29b)
(17a)*12	D14*(29a)	bei „Leasen“: (17b)*12 sonst: 0 €	H14*(29b)
0 €	D15*(29a)	bei „Mieten“: 17b sonst: 0€	H15*(29b)
(22a)*(54)	D16*(29a)	(22b)*(54)	H16*(29b)
$\frac{(14a)}{2} * (55)$	D17*(29a)	$\frac{(14b)}{2} * (55)$	H17*(29b)
25a	D18*(29a)	25b	H18*(29b)
26a	D19*(29a)	26b	H19*(29b)
27	D20*(29a)		
	<b>F13+F14+F15+F16+ F17+F18+F19+F20</b>		<b>J13+J14+J16+J17+ J18+J19</b>
	$\frac{F21}{(23a)}$		$\frac{F21}{(23a)} + J15$
$\frac{(15a) - (16a)}{(19a)} * (21a)$	D24*(29a)	$\frac{(15b) - (16b)}{19b} * (21b)$	H24*(29b)
(28a)*(18a)	D25*(29a)	(28b)*(18b)	H25*(29b)
	<b>F24+F25</b>		<b>J24+J25</b>
	<b>F26/18a</b>		<b>J26/18b</b>
	<b>F22*J8+ F27*J6</b>		<b>J22*J8+ J27*J6</b>

Die Leasingkosten (D14) ergeben sich aus den Leasingkosten pro Monat (17a) multipliziert mit 12 Monaten. Die Mietkosten pro Tag (D15) sind beim Triebfahrzeug automatisch auf „0€“ gesetzt, da die Miet-Option für das Triebfahrzeug nicht zur Verfügung steht.

Die Zinsen auf das Umlauf- (D16) und das Anlagevermögen (D17) ergeben sich gemäß Formel 4 aus der Multiplikation der jeweiligen Vermögensstelle mit dem zugehörigen Zinssatz: (54) oder (55). Das Umlaufvermögen (22a) wird direkt aus den zuvor eingetragenen Eingaben übernommen. Das Anlagevermögen wird nach Formel 2 durch die Hälfte des Kaufpreises (14a) festgelegt. Theoretisch müsste der Restwert berücksichtigt werden, da dieser während der gesamten Nutzungsdauer zu finanzieren ist. Da in der Praxis jedoch zumeist eine Finanzierung über die gesamten Anschaffungskosten erfolgt und bei den Tilgungen in der Regel kein Restwert berücksichtigt wird, werden die halben Anschaffungskosten zur Basis für das gebundene Anlagevermögen verwendet. Zudem erweist sich dieses vereinfachte Verfahren als weitaus praktikabler in der betrieblichen Praxis.<sup>342</sup>

<sup>342</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 79

Die Steuern (D18), Versicherungen (D19) und sonstigen Fixkosten (D20) werden direkt aus den Positionen (25a), (26a) und (27) aus der Tabelle des gewählten Triebfahrzeugs übernommen.

Neben die Überschrift der Spalte „Anzahl“ trägt das Programm automatisch die zuvor gewählte Anzahl an Triebfahrzeugen ein. Die Werte der Zellen F13 bis F20 werden jeweils durch die Multiplikation der Anzahl der Triebfahrzeuge mit dem Wert der linken benachbarten Zelle (D13 bis D20) gebildet.

Die **Fixkosten pro Jahr (F21)** werden durch die Aufsummierung der darüber liegenden Zellen (F13 bis F20) bestimmt. Anschließend kalkuliert das Programm den **Tagessatz (F22)** aus der Division der Fixkosten (F21) durch die Einsatztage des Triebfahrzeugs pro Jahr (23a).

Danach werden die variablen Kosten bestimmt. Der leistungsabhängige Anteil der Abschreibungen (D24) ergibt sich aus dem Abschreibungswert multipliziert mit dem entsprechenden prozentuellen Anteil der leistungsabhängigen AfA (21a). Die Kosten für Reparaturen, Wartung und Pflege (D25) ergeben sich aus der Multiplikation des entsprechenden Kilometersatzes (28a) mit der Jahresleistung des Triebfahrzeugs (18a).

Die Spalte „Anzahl“ multipliziert auch die leistungsabhängigen Anteile der Kosten (D24 und D25) mit der Anzahl der Triebfahrzeuge (29a) um die Werte für die Zellen F24 und F25 zu berechnen. Anschließend wird die Summe dieser beiden Werte gebildet um die **variablen Kosten (F26)**, die innerhalb eines Jahres anfallen, zu bestimmen. Die Division dieser variablen Kosten (F26) durch die Jahresleistung des Triebfahrzeugs (18a) liefert den **Kilometersatz (F27)** für das entsprechende Triebfahrzeug.

In der Zeile „Gesamt“ gibt das Programm schließlich die Summe aller Kosten, die durch das Triebfahrzeug im Zuge der Durchführung des Transportauftrags erwachsen (= **Gesamte Triebfahrzeugkosten (F28)**). Hierzu wird der Tagessatz (F22) mit den zu verrechnenden Tagessätzen (J8) multipliziert und zu dem Produkt aus Kilometersatz (F27) und Gesamtlänge der Strecke (J6) addiert.

Die Berechnung der Güterwagenkosten laufen analog zu der eben beschriebenen Berechnung der Triebfahrzeugkosten ab. Den einzigen Unterschied stellen die Mietkosten dar. Wurde beim Triebfahrzeug die Option „Mieten“ gewählt, übernimmt das Programm für die Mietkosten pro Tag (H15) die Position 17b. Andernfalls setzt das Programm diese Zelle automatisch auf „0“. Diese Zeile ist zusätzlich eingeklammert, da es sich nicht wirklich um Fixkosten handelt und zum Unterschied der anderen Werte auch kein Jahreswert gebildet wird. Der Summe der **Fixkosten (J21)** wird ohne den Mietkostentagessatz gebildet. Stattdessen wird dieser direkt



zum **Tagessatz (J22)** hinzu gerechnet. Bei der Bestimmung der gesamten Fixkosten wird diese Position ebenfalls eine Ausnahme darstellen.

Die restlichen Bestandteile der direkten Betriebskosten sind rechts neben der „Triebfahrzeug“ und „Güterwagen“- Tabelle untereinander angeordnet (siehe Abbildung 28).

Die Personalkosten in der Tabelle „Betriebspersonalkosten“ werden direkt auf den Transportauftrag bezogen. Es wird davon ausgegangen, dass es sich um fix angestelltes Stammpersonal handelt, daher bestehen diese Kosten nur aus Fixkosten und werden gleich mit dem entsprechenden Tagessatz verrechnet. Die Kosten für den/die Fahrer/in (O12) ergeben sich aus den Tageskostensätzen des/ Fahrers/in multipliziert mit den kalkulierten Tagessätzen des Transportes (J8). Die Tageskostensätze werden durch die Jahresgesamtkosten des/ Lokführers/in (52a) geteilt durch die Einsatztage pro Jahr des Triebfahrzeugs (24a) bestimmt. Die Kosten des/der Rangierbegleiters/in (O13) werden analog dazu berechnet. Bei dem/der Wagenmeister/in wird das Wertegerüst aus der Division dessen/deren Jahresgesamtkosten (52b) durch seine/ihre Arbeitsstunden pro Jahr (53) bestimmt. Anschließend wird als Mengengerüst eine halbe Stunde für die Kontrolle eingerechnet (siehe Kapitel 3.2.5). Die **gesamten Personalkosten (O15)** werden als der aufsummierte Wert der drei darüber liegenden Zellen (O12,O13,O14) dargestellt.

Betriebspersonalkosten	
Fahrer	O12
Rangierbegleiter	O13
Wagenmeister	O14
<b>Gesamt</b>	<b>O15</b>
Energiekosten	
Transport	O18
Zuschläge	O19
Messung	O20
Leerfahrt	O21
<b>Gesamt</b>	<b>O22</b>
Infrastrukturnutzungskosten	
Transport	O25
Anlagen	O26
Leerfahrt	O27
<b>Gesamt:</b>	<b>O28</b>

Abbildung 28: Tabellen „Betriebspersonalkosten“, Energiekosten“ und „Infrastrukturnutzungskosten“ (eigene Darstellung)

Tabelle 14: Verknüpfungen Tabelle "Betriebspersonalkosten" (eigene Darstellung)

$((51a)/(24a))*J8$
$((51c)/(24a))*J8$
$((51b)/(53))*0,5$
<b>O12+O13+O14</b>

Tabelle 15: Verknüpfungen Tabelle "Energiekosten" (eigene Darstellung)

(34)
(34z)
$((36)*12)/23a)*J8$
$(35)*(43)$
<b>O18+O19+O20+O21</b>

Tabelle 16: Verknüpfungen Tabelle "Infrastrukturnutzungskosten" (eigene Darstellung)

(30)
(31)
$(32)*(43)$
<b>O25+O26+O27</b>

In der Tabelle „Energiekosten“ werden die Werte für die ersten beiden Zellen Transport (O18) und Zuschläge (O19) aus den Positionen 34 und 34z übernommen, da diese bereits auf den Transportauftrag bezogen sind. Die Kosten für die Strommessung müssen dem Auftrag erst anteilmäßig zugeteilt werden (O20). Hierzu

werden die Strommesskosten pro Monat (36) auf das gesamte Jahr gerechnet (12 Monate) und anschließend durch die Einsatztage des Triebfahrzeugs (23a) geteilt. Der so erhaltene Tagessatz wird nun mit der Bindungsdauer des Transportauftrags in Form von Tagessätzen (J8) multipliziert. Die Stromkosten für die Rückfahrt (O21) ergeben sich aus dem Produkt der Stromkosten für die Leerfahrt (35) und dem Leerfahrtenanteil der Rückfahrt (43). Die **gesamten Energiekosten (O22)** werden wieder aus der Summe der darüber liegenden Positionen gebildet (O18 bis O21).

Da auch die Infrastrukturnutzungsgebühren bereits auf den Transport bezogen sind, werden für die Werte der Zeilen „Transport“ (O25) und „Anlagen“ direkt die Positionen (30) und (31) übernommen. Die Trassennutzungskosten für die Rückfahrt (O27) ergeben sich aus der Multiplikation der Trassengebühren für den Leerzug (32) mit dem Leerfahrtenanteil der Rückfahrt (43). Die **gesamten Infrastrukturnutzungskosten (O28)** werden aus der Summe aller für den Transportauftrag anfallenden Trassennutzungskosten gebildet.

Nachdem die Bestandteile der direkten Betriebskosten bestimmt wurden, können nun die Overheadkosten kalkuliert werden. Die beiden Tabellen „Einzelkosten“ und „Overheadkosten“ befinden sich unter den Tabellen „Triebfahrzeugkosten“ und „Güterwagenkosten“ auf dem Tabellenblatt „Berechnung“:

Summe Einzelkosten	D30	Overheadkosten	
		allgemeine Verwaltung	I31
		Wagnis	I32
		<b>Gesamt</b>	<b>I33</b>

**Abbildung 29: Tabelle "Einzelkosten" und Tabelle "Overheadkosten" auf dem Tabellenblatt „Berechnung“ (eigene Darstellung)**

Bevor die Overheadkosten berechnet werden können, muss zuerst die Summe der **Einzelkosten (D30)** (direkte Betriebskosten) bestimmt werden. Hierzu werden die einzelnen Bestandteile der Betriebskosten aufaddiert: Triebfahrzeugkosten (F28) + Güterwagenkosten (F28) + Betriebspersonalkosten (O15) + Energiekosten (O22) + Infrastrukturnutzungskosten (O28) (siehe Tabelle 17).

**Tabelle 17: Verknüpfungen der Tabelle „Eigenkosten“ (eigene Darstellung)**

<b>F28+J28+O15+O22+O28</b>
----------------------------

**Tabelle 18: Verknüpfungen der Tabelle „Overheadkosten“ (eigene Darstellung)**

D30*(56)
D30*(57)
<b>I31+I32</b>

Dieses Kostenmodell basiert auf der traditionellen Kostenrechnung. Die Gemeinkosten werden also über Kostensätze anteilig auf die direkten Herstellungskosten verteilt. Die allgemeinen Verwaltungskosten (I31) ergeben sich aus dem Verwaltungskostensatz (56) multipliziert mit den Einzelkosten (D30). Die Kosten für Wagnisse des Unternehmens (I32) ergeben sich aus dem Produkt des Wagniskostenaufschlags (57) und der Einzelkosten (D30). Die **gesamten**

**Overheadkosten (I33)** berechnet das Programm schließlich aus der Summe der Wagniskosten (I32) und der Verwaltungskosten (I31).

Im rechten unteren Teil des Tabellenblatts „Berechnung“ befindet sich die Tabelle „Gesamtkosten“ (siehe Abbildung 30). Die gesamten Selbstkosten, die für das Eisenbahnverkehrsunternehmen durch die Durchführung Transportauftrag erwachsen werden in der Zeile **Gesamtkosten (O30)** angegeben. Diese werden aus der Summe der Einzelkosten (D30) und den Gemeinkosten (I33) gebildet. Beim Öffnen des Datenblatts „Berechnung“ über die Schaltfläche „Berechnung starten“ auf der Userform „Daten überprüfen“ (siehe Abbildung 11) erscheint ein Fenster, das dem/der Benutzer/in die berechneten Gesamtkosten (O30) aufzeigt.

<b>Gesamtkosten</b>	<b>O30</b>
fixe Kosten	<b>O32</b>
variable Kosten	<b>O33</b>

Abbildung 30: Tabelle "Gesamtkosten" am Tabellenblatt "Berechnung" (eigene Darstellung)

Tabelle 19: Verknüpfungen der Tabelle "Gesamtkosten" (eigene Darstellung)

D30+I33
$F22 * J8 + \frac{J21}{(23b)} * J8 + O15 + I33$
$F27*J6+J27*J6+J15*J8+O22+O28$

Um dem/der Anwender/in ein besseres Verständnis über die berechneten Kosten zu verschaffen, werden die Gesamtkosten in der Tabelle „Gesamtkosten“ noch in fixe und variable Kosten unterteilt.

Die **fixen Kosten (O32)** bestehen aus dem Fixkostenanteil des Triebfahrzeugs und des Güterwagens (Summe des Tagessatzes des Triebfahrzeugs (F22) und dem des Güterwagens exklusive Wagenmiete ( $J21/(23b)$ )) jeweils multipliziert mit der Einsatzdauer des Transportauftrages (J8)), plus den gesamten Personalkosten (O15) und den gesamten Overheadkosten (I33). Wenn kein Auftrag vorliegt müssen keine Wagen angemietet werden. Diese sind daher nicht Teil der Fixkosten.

Die **variablen Kosten (O33)** ergeben sich aus den variablen Kostenanteilen der Triebfahrzeuge (Kilometerkostensatz des Triebfahrzeugs (F27) mal Gesamtkilometerzahl (J6)) und der Güterwagen (Kilometerkostensatz des Güterwagens (J27) mal Gesamtkilometerzahl (J6) plus Wagenmiete pro Tag (J15) mal Tagessätzen für den Gesamttransport (J8)), den Energiekosten (O22) und den Infrastrukturnutzungskosten (O28).

### 3.4 Fallbeispiel

Das in Kapitel 3.3 beschriebene Kostenmodell soll nun auf ein Fallbeispiel angewandt werden. Um möglichst praxisnahe Rahmenbedingungen zu schaffen, wurde ein konkreter Transportauftrag der Rail Cargo Austria gewählt:

Seit Mitte Oktober 2015 werden im Auftrag eines weltweit operierenden Chemiekonzerns Vollcontainertransporte vom bayrischen Burghausen ins italienische Triest abgewickelt. Für den Transport von Rohsilicium wurde ein kompletter Zug gekauft. Dieser verkehrt in einem Rundlauf ein mal pro Woche vom Hafenterminal Triest mit leeren Containern zum Kombiterminal Burghausen, um von dort schließlich mit Vollcontainern zurück zu fahren. Die gesamte Traktionsleistung erfolgt durch die Rail Cargo Group.<sup>343</sup> Die Route verläuft über den Salzburger Hauptbahnhof.<sup>344</sup>

**Abbildung 31: Routenverlauf von Kombiterminal Burghausen zu Hafenterminal Triest (eigene Darstellung)**<sup>345</sup>



Die Bestimmung der genauen Route erfolgte mit Hilfe der Güterfahrplan HaCon Anwendung der Deutschen Bahn und dem Charging Information System der Rail Net Europe (siehe Abbildung 35 und Abbildung 40). Dieser Vorgang wird in weiterer Folge noch genauer beschrieben. Die genauen Routen der einzelnen Länder wurden zuerst anhand der detaillierten Wegbeschreibung des CIS auf die Streckenkarten des jeweiligen Infrastrukturbetreibers aufgetragen (die Auflistung der genauen Route sowie Karten der einzelnen Staaten mit den genauen Routen befinden im Anhang

<sup>343</sup> vgl. Braun, M.: Keine halben Sachen (29.10.2015), unter: <http://blog.oebb.at/mediacenter/keine-halben-sachen/> (gelesen am: 22.02.2016)

<sup>344</sup> vgl. Zugverbindungen vom KombiTerminal Burghausen (2014), unter: <http://www.kt-burghausen.de/24-0-Zugverbindungen.html> (gelesen am: 22.02.2016)

<sup>345</sup> bezüglich Karte vgl.: Trans- European Transport Network- Railways freight (20.12.2013), unter [http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/site/maps\\_upload/tent\\_modes/EU\\_A0Landscape\\_freight.pdf](http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/site/maps_upload/tent_modes/EU_A0Landscape_freight.pdf) (gelesen am: 22.02.2016)

der Arbeit). Anschließend wurde der gesamte Streckenverlauf auf eine Europakarte übertragen (siehe Abbildung 31).

### 3.4.1 Betriebsmittel

Begonnen wird die Kalkulation mit der Auswahl des passenden Triebfahrzeugs und geeigneten Wagons für die Abwicklung dieses Transportauftrages.

#### Triebfahrzeug

Als Triebfahrzeug soll die Mehrsystemlok Taurus 1216 (Siemens ES64U4) dienen. Diese ist neben dem in Österreich und Deutschland üblichen Spannungssystem von 15 kV und 16,7 Hz Wechselstrom (siehe Abbildung 4) auch für das in Slowenien und Italien verwendete 3 kV Gleichstrom System geeignet (zusätzlich auch für das 25 kV 50 Hz~ Bahnstromsystem).<sup>346</sup>

Bezeichnung	Taurus 1216
Fabrikat/Typ	Siemens ES64U4
Stundenleistung [kW]	6.000–6.400 kW (1); 6.000 kW (2); 3.000–4.200 kW (3); 2.000–3.000 kW (4)
Rekuperationsfähig?	ja
eigenes Messgerät für Strom?	ja
Gewicht [t]	87 t
Achsenzahl	4
Achslast	21,75 t
Länge [m]	19,6 m
Finanzierungsform	wählen Kaufen
Kaufpreis [€]	€ 3.000.000,00
Wiederbeschaffungsneupreis [€]	€ 3.914.319,00
Restwert am Ende der Nutzung [€]	€ 15.000,00
Leasing pro Monat [€]	€ 0,00
Jahresleistung gesamt [km]	170000 km
Nutzungsdauer ab Kaufdatum [Jahre]	30,0 Jahre
AfA zeitabhängig [%]	50,00%
AfA leistungsabhängig	50,00%
Umlaufvermögen [€]	€ 785.500,00
Einsatztage pro Jahr	280
Tageseinsatz [h]	12,0 h
Steuern pro Jahr [€]	€ 0,00
Versicherungen pro Jahr [€]	€ 10.000,00
weitere Kosten pro Jahr [€]	€ 600,00
Reparaturen, Wartung und Pflege [€/km]	1,0665 €/km

Abbildung 32: Tabelle des Datenblattes "Taurus 1216" (eigene Darstellung) (\*)

- (\*) (1) (Fahren und Netzbremse) bei AC 25 kV und bei AC 15 kV  
 (2) (Fahren und Netzbremse) bei DC 3 kV  
 (3) (Fahren und Netzbremse) bei DC 1,5 kV

<sup>346</sup> vgl. Rail Cargo Carrier Fuhrpark unter: [http://www.railcargocarrier.com/de/Unser\\_Fuhrpark/](http://www.railcargocarrier.com/de/Unser_Fuhrpark/) (gelesen am: 22.02.2016)



(4) (Widerstandsbremse) bei DC 3 kV und DC 1,5 kV (AC-Betrieb optional)<sup>347</sup>

Die Technischen Daten von „Bezeichnung“ bis zu „Länge“ in der Tabelle des neu erstellten Triebfahrzeuges „Taurus 1216“ (siehe Abbildung 32) im Kostenmodell können dem Tabellenblatt ES64U4 der Firma Siemens entnommen werden.<sup>348</sup>

Von der Rail Cargo Austria konnten im Expertengespräch leider keine genauen Informationen bezüglich der Finanzierung des Triebfahrzeugs bereitgestellt werden, da derartige Informationen über eine zentrale Stelle der ÖBB laufen und falls Informationen an eine Anfrage außerhalb eines ÖBB Projektes vergeben werden, dauert dies zumindest mehrere Monate (der Fragebogen für das Expertengespräch befindet sich im Anhang der Arbeit).<sup>349</sup> Für die Lösung dieses Fallbeispiels wird daher auf andere Quellen zur Beschaffung der benötigten Daten ausgewichen.

Auf der Website der ÖBB werden die Kosten einer Taurus-Lok mit durchschnittlich 2,7 Millionen Euro angegeben. Es gibt allerdings drei verschiedene Taurus-Generationen: Taurus 1016, Taurus 1116 und Taurus 1216.<sup>350</sup> Auf welche Generation sich dieser Wert bezieht wird nicht spezifiziert. Da die Siemens ES64U4 zur dritten Generation zählt, werden die Kosten etwas höher angesetzt. Inklusive Bereitstellungs- und eventuellen Umbaukosten wird der Kaufpreis auf **3.000.000 €** geschätzt. Die 50 Taurus 1216 Lokomotiven wurden im Zeitraum von März 2006 bis Dezember 2007 von der ÖBB Traktion GmbH gekauft.<sup>351</sup> Die durchschnittliche jährliche Preissteigerung über 9 Jahre wird mit 3% angenommen.<sup>352</sup> Der Wiederbeschaffungsneuwert ergibt sich nach Formel 9 zu:

$$3.000.000 \text{ €} * \left(1 + \frac{3}{100}\right)^9 = 3.914.319 \text{ €}$$

Laut einem Bericht des Rechnungshofes im Jahr 2014 werden bei der ÖBB Triebfahrzeuge auf einen Restwert von **15.000 €** abgeschrieben. Die reguläre Abschreibungsdauer beträgt in der Regel **30 Jahre**.<sup>353</sup> Die durchschnittliche Jahreslaufleistung einer Elektro-Streckenlok der ÖBB wird für das Jahr 2013 mit ca. **170.000 km** angegeben.<sup>354</sup> Es wird von einer täglichen Einsatzdauer von **12 h** ausgegangen. Eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 50 km/h (vgl. Kapitel 2.6.2) würde eine tägliche Laufleistung von ca. 600 km bedeuten. Um die durchschnittliche

<sup>347</sup> vgl. Datenblatt ES64U4, S. 1f

<sup>348</sup> ebenda

<sup>349</sup> vgl. Osman Erol, (osman.erol@erol.at), (29.02.2016), Re: Fragebogen, E mail an Ramprecht, P., (philip.ramprecht@icloud.at)

<sup>350</sup> vgl. Die Taurus Flotte der ÖBB unter: [http://werbung.oebb.at/de/Loks/Taurus\\_Flotte\\_1216/](http://werbung.oebb.at/de/Loks/Taurus_Flotte_1216/) (gelesen am: 24.02.2016)

<sup>351</sup> vgl. Neue TAURUS-Generation am Korridor X einsetzbar, 2006

<sup>352</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 26

<sup>353</sup> vgl. Bericht des Rechnungshofs- ÖBB Produktion Gesellschaft mbH, 2014, S. 171

<sup>354</sup> vgl. Bericht des Rechnungshofs- Triebfahrzeugdisposition und Triebfahrzeugbeschaffung der ÖBB Unternehmensgruppe, 2015, S. 445

Jahreslaufleistung zu erreichen, müsste das Triebfahrzeug ungefähr **280 Tage** pro Jahr im Einsatz sein.

Da keine Informationen über den durchschnittlichen Tagesumsatz des Triebfahrzeugs vorliegen, muss das durchschnittliche Umlaufvermögen anhand von pauschalen Werten je Tonne Gesamtgewicht bestimmt werden.<sup>355</sup>

$$500 \frac{\text{€}}{t} * 1.571 t = \mathbf{785.500 \text{ €}}$$

Das Triebfahrzeug ist durch eine Landkaskoversicherung versichert. Es konnten keine exakten Werte für den jährlichen Versicherungsbeitrag erhoben werden. Stattdessen wird die Summe der Kosten aller Versicherungen auf **10.000 €** pro Jahr geschätzt. Da für Elektrolokomotiven keine Kfz Steuern zu bezahlen sind wird der Wert „Steuern pro Jahr“ auf 0 € festgesetzt.<sup>356</sup> In den weiteren Kosten werden die Kommunikationskosten berücksichtigt. Diese werden analog zur Kalkulation im Straßengüterverkehr mit **600 €** pro Jahr verrechnet.<sup>357</sup>

Im Jahr 2013 wurden von der ÖBB GmbH für die Instandhaltung der E-Triebwagen 56,39 Mio. € ausgegeben.<sup>358</sup> Bei einem Bestand von 311 E-Triebwagen (Stand 2013)<sup>359</sup> ergeben sich durchschnittliche Instandhaltungskosten für ein Triebfahrzeug von 181.318 € pro Jahr. Geteilt durch die durchschnittliche jährliche Laufleistung von 170.000 km ergibt sich ein km- Satz von **1,0665 €/km**.

## Güterwagen

Bei dem gewählten Güterwagen handelt es sich um einen 2-Achsignen Flachwagen speziell für den Transport von 20 und 40 Fuß Containern. Die Technischen Daten für den Güterwagen (von „Bezeichnung“ bis „Ladelänge“) wurden dem von der Rail Cargo Group bereitgestellten Datenblatt entnommen (siehe Abbildung 33).<sup>360</sup>

Die verwendeten Güterwagen werden in diesem Fallbeispiel, beispielsweise von einem anderen Eisenbahnverkehrsunternehmen, angemietet. Die DB Schenker Rail AG gibt leider keine genauen Auskünfte über die Preise für die Güterwagenmiete. Die Mietpreise werden nur nach spezieller Vereinbarung und nach Aufwand

<sup>355</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 80

<sup>356</sup> vgl. <https://www.bmf.gv.at/steuern/fahrzeuge/motorbezogene-versicherungssteuer.html> (gelesen am: 24.02.2016)

<sup>357</sup> vgl. ebenda, S. 11f

<sup>358</sup> vgl. Bericht des Rechnungshofs- Triebfahrzeugdisposition und Triebfahrzeugbeschaffung der ÖBB Unternehmensgruppe, 2015, S. 489

<sup>359</sup> vgl. ebenda, S. 425

<sup>360</sup> vgl. Datenblatt für 2-Achsigner Flachwagen in Sonderbauart für den Kombinierten Verkehr unter: [http://www.railcargowagon.at/de/Unsere\\_Fahrzeuge/\\_Factsheets\\_pdf/Lgjnss\\_RCW.pdf](http://www.railcargowagon.at/de/Unsere_Fahrzeuge/_Factsheets_pdf/Lgjnss_RCW.pdf) (gelesen am: 17.02.2016)

kalkuliert.<sup>361</sup> Von anderen Anbietern konnten ebenfalls keine genauen Tagessätze in Erfahrung gebracht werden. Für Standardwagen kann die Wagenmiete pro Tag und Wagen auf ungefähr **20 €** geschätzt werden.<sup>362</sup>

Die Jahresleistung für den Wagen wurde auf **120.000 km** pro Jahr geschätzt. Diese ist etwas niedriger als bei dem Triebfahrzeug, da während der Wagen beladen auf Abstellgleisen steht, das Triebfahrzeug meist schon für neue Aufträge eingesetzt werden kann. Das Umlaufvermögen des Zuges wurde komplett dem Triebfahrzeug zugerechnet (analog der Vorgehensweise in der Nutzfahrzeugkalkulation).<sup>363</sup> Die Einsatztage pro Jahr und der Tageseinsatz wurden vom Triebfahrzeug übernommen. Steuern und Versicherungen sind bereits in der Tagesmiete inkludiert.<sup>364</sup> Für den km-Satz der Instandhaltungskosten wird ein entsprechend geringer Wert angesetzt, da die Wagen angemietet sind.<sup>365</sup>

Bezeichnung	2-Achsiger Flachwagen für KV	
Fabrikat/Typ	Type Lginss/ Nr. 4440	
Gewicht [t]	13,5 t	
Achsenzahl	2	
Achslast	6,8 t	
Länge [kg]	15,1 m	
Ladelänge [m]	12,7 m	
20 Fuß Container	2	
40 Fuß Container	1	
Finanzierungsform	wählen	Mieten
Kaufpreis [€]	€ 0,00	
Wiederbeschaffungsneupreis [€]	€ 0,00	
Restwert am Ende der Nutzung [€]	€ 0,00	
Leasing pro Monat/Miete pro Tag [€]	€ 20,00	
Jahresleistung gesamt [km]	120.000,0 km	
Nutzungsdauer ab Kaufdatum [Jahre]	1,0 Jahre	
Afa zeitabhängig [%]	50,00%	
Afa leistungsabhängig	50,00%	
Umlaufvermögen [€]	€ 0,00	
Einsatztage pro Jahr	280	
Tageseinsatz [h]	12,0 h	
Steuern pro Jahr [€]	€ 0,00	
Versicherungen pro Jahr [€]	€ 0,00	
Reparaturen, Wartung und Pflege [€/km]	0,01 €/km	

**Abbildung 33: Tabelle des Datenblattes „2-Achsiger Flachwagen für den KV“ (eigene Darstellung)**

<sup>361</sup> vgl. Preise und Leistungen der DB Schenker AG unter: [https://www.rail.dbschenker.de/file/rail-deutschland-de/7920186/GugDr-1Me3NIPsdYg-let6inG3o/8380334/data/dbschenkerrail\\_preise\\_leistungen\\_2015.pdf](https://www.rail.dbschenker.de/file/rail-deutschland-de/7920186/GugDr-1Me3NIPsdYg-let6inG3o/8380334/data/dbschenkerrail_preise_leistungen_2015.pdf), (01.01.2015) (gelesen am: 24.02.2016)

<sup>362</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 114

<sup>363</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 112

<sup>364</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 114

<sup>365</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 114



## Zug

Nach der Festlegung der Betriebsmittel müssen noch genaue Angaben zur Zugbildung gemacht werden.

Trotz einer Maximalzuglänge von 700 m (inklusive Lok) sind die meisten Güterzüge in Europa auf Längen von 450 bis 650 m beschränkt. Für dieses Fallbeispiel soll die Zuglänge **600 m** nicht überschreiten. Aus diesem Grund wird für die Anzahl der Wagons der Wert **35** gewählt, was zu einer Gesamtzuglänge von **548,1 m** führt. Die Güterwagen werden je mit einem **40 Fuß Container** beladen, dessen Eigengewicht 3,9 t beträgt (siehe Kapitel 3.3.2). Da in Europa fast alle wichtigen Strecken der Klasse D4 entsprechen und die Höchstgeschwindigkeit des Zuges unter 100 km/h liegen soll, ergibt sich laut Lastgrenzenraster des Wagons eine Höchstlademasse von 31,5 t.<sup>366</sup> Das Füllgewicht eines Containers mit Rohsilicium wird auf **25 t** festgelegt, was zu einem Gesamtladungsgewicht von 28,9 t pro Wagon führt. Die Anhängelast beträgt bei vollen Containern 1484 t. Inklusive Triebfahrzeug hat der Zug ein Gewicht von 1.571 t. Aufgrund von Bremsvorgaben sollte das Gesamtzuggewicht von 1.600 t nicht überschritten werden (siehe Kapitel 2.3.2).

Auf Europäischen Normalspurstrecken werden im Flachland Güterzüge bis ca. 2200 t von einer vier- bis sechssachsigen Lokomotive gezogen. Bei höheren Gewichten bzw. im Bergland müssen Züge mit mehreren Triebfahrzeugen geführt werden.<sup>367</sup> Die Strecke des Fallbeispiels wird als relativ flach angenommen, daher wird die Anzahl der Triebfahrzeuge auf den Wert **1** festgelegt.

	gewählt:	Anzahl:	Gewicht:
Triebfahrzeug	Taurus 1216	1	8 7,0 t
Wagon	2-Achsiger Flachwagen für KV	35	47 2,5 t
Container	40 Fuß Container	35	1.01 1,5 t
maximale Zuglänge [m]:	600m		
tatsächliche Zuglänge [m]:	54 8,1 m		

Abbildung 34: Datenblatt "Zug" im Fallbeispiel (eigene Darstellung)

<sup>366</sup> zu den Streckenklassen vgl. Posset, 2014, S. 131f; zu dem Lastgrenzenraster vgl. Datenblatt für 2-Achsiger Flachwagen in Sonderbauart für den Kombinierten Verkehr unter: [http://www.railcargowagon.at/de/Unsere\\_Fahrzeuge/\\_Factsheets\\_pdf/Lgjnss\\_RCW.pdf](http://www.railcargowagon.at/de/Unsere_Fahrzeuge/_Factsheets_pdf/Lgjnss_RCW.pdf) (gelesen am: 17.02.2016)

<sup>367</sup> vgl. Filipovic, 2005, S. 39

### 3.4.2 Strecke

In dem Unterpunkt „Strecke wählen“ des Kostenmodells werden nun die benötigten Angaben zur Berechnung der Infrastrukturnutzungsgebühren und der Energiekosten gemacht. Des Weiteren wird der genaue Ablauf des Transportes festgelegt.

#### Infrastrukturnutzungsgebühren

Zur Berechnung der Infrastrukturnutzungskosten wird das Charging Information System (CIS) der RailNetEurope (RNE) verwendet. Zu diesem Zweck wurde Kontakt mit dem Serviceteam des CIS aufgenommen und ein Benutzername für das Login Portal angefordert. Der Service ist zwar kostenfrei, ist allerdings nur für Spezialisten aus dem Eisenbahngeschäft vorgesehen.<sup>368</sup>

Zur Bestimmung des Streckenverlaufs eignet sich ebenfalls die Online Plattform der DB Güterfahrplan HaCon.<sup>369</sup> Diese liefert zwar keine Preise für die gewählten Trassen, schafft dem/der Anwender/in allerdings einen guten Überblick, da diese verschiedene Routen von dem Start- zum Zielpunkt angibt. Des Weiteren ist die Anwendung gut dafür geeignet, die Streckenlängen der einzelnen Abschnitte zu bestimmen:

	Land	von Bahnhof/Grenzpunkt			nach Bahnhof/Grenzpunkt			Entfernung (km)
		Nummer	Name	1)	Nummer	Name	1)	
<input type="checkbox"/>	DE	200360	Burghausen OMV Deutschland	8	0462	Salzburg Hbf	1,2,4	93
	AT	0462	Salzburg Hbf	1,2,4	0442	Rosenbach Grenze	1	214
	SI	0442	Jesenice meja	1	0312	Nova Gorica meja	1	96
	IT	0312	Gorizia Confine	1	034710	Trieste Campo Marzio Rive	5,7,8,a,r,u	62
								<b>465</b>
<input type="checkbox"/>	DE	200360	Burghausen OMV Deutschland	8	0462	Salzburg Hbf	1,2,4	93
	AT	0462	Salzburg Hbf	1,2,4	0330	Tarvisio Boscoverde	1	212
	IT	0330	Tarvisio Boscoverde	1	034710	Trieste Campo Marzio Rive	5,7,8,a,r,u	169
								<b>474</b>
<input type="checkbox"/>	DE	200360	Burghausen OMV Deutschland	8	0461	Simbach (Inn)	1,2,5	73
	AT	0461	Simbach (Inn)	1,2,5,i	0442	Rosenbach Grenze	1	280
	SI	0442	Jesenice meja	1	0312	Nova Gorica meja	1	96
	IT	0312	Gorizia Confine	1	034710	Trieste Campo Marzio Rive	5,7,8,a,r,u	62
								<b>511</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	DE	200360	Burghausen OMV Deutschland	8	0462	Salzburg Hbf	1,2,4	93
	AT	0462	Salzburg Hbf	1,2,4	0442	Rosenbach Grenze	1	214
	SI	0442	Jesenice meja	1	0310	Sezana meja	1	192
	IT	0310	Villa Opicina Confine (Sezana)	1	034710	Trieste Campo Marzio Rive	5,7,8,a,r,u	16
								<b>515</b>

**Abbildung 35: Die 4 kürzesten Strecken von Burghausen nach Triest bestimmt durch die DB Güterfahrplan HaCon Anwendung<sup>370</sup>**

<sup>368</sup> vgl. RNE CIS Support, (support.cis@rne.eu), (17.02.2016), [Ticket#2016021687000391] CIS username and password, E mail an Ramprecht, P., (philip.ramprecht@icloud.at)

<sup>369</sup> vgl. <http://gueterfahrplan.hacon.de/bin/db/query.exe/dn>, (Zugriff am: 17.02.2016)

<sup>370</sup> vgl. ebenda

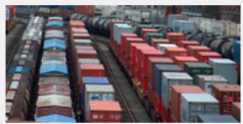
Abbildung 35 zeigt die vier kürzesten Strecken für Güterzüge von Burghausen OMV (auch Burghausen Wackerwerk oder KombiTerminal Burghausen) nach Trieste Campo Marzio (am nächsten dem Trieste Marine Terminal).

Die Kalkulation der Trassenpreise erfolgt nun über das Charging Information System (siehe Abbildung 36). Nach dem Login auf der Homepage des CIS befindet sich der/die Benutzer/in direkt in der Anwendung (siehe Abbildung 36). Im ersten Schritt kann die „Zug-Kategorie“, das Betrachtungsjahr und die Kalkulationsmethode gewählt werden. Da es sich um einen Gütertransport handeln soll, wird die Option „Freight“ ausgewählt. Der Betrachtungszeitraum wird auf 2016 belassen und die Berechnungsart wird auf die „CIS classic method“ umgestellt, da der Transport nicht zwangsweise entlang eines Güterverkehrskorridors ablaufen muss.


**Welcome to CIS**

Step 1      Step 2      Step 3      Step 4


Step 1 - Specify Train Category



☒ Freight



☐ Passenger



☐ Other

Timetable Year: 2016

[Next >](#)

☒ CIS classic method (shortest way regardless of corridor)  
☐ Corridor based calculation [Show corridor](#)

Please choose RNE corridor

**Abbildung 36: Schritt 1 des Charging Information Systems der RNE<sup>371</sup>**

Über „Next“ gelangt der/die Anwender/in zu Stufe 2 des Programms:

Step 2 - Specify Train Path

**Specify Origin/Destination**

Origin: Austria ÖBB Salzburg Hbf (in Sb) [Search](#)

Destination: Italy RFI TRIESTE CENTRALE [Search](#)

**Abbildung 37: Schritt 2 des Charging Information Systems der RNE<sup>372</sup>**

Da das Programm keine Stationen in Burghausen oder in unmittelbarer Nähe findet, wird als Startpunkt der Salzburg Hbf angegeben. Die Trassennutzungsgebühren für die Strecke von Burghausen OMV nach Salzburg Hbf müssen anschließend getrennt bestimmt werden. Die Länge dieser Strecke kann Abbildung 35 entnommen werden. Der Bahnhof Trieste Campo Marzio steht ebenfalls nicht zur Auswahl. Aus den drei möglichen Stationen in Triest, wird die dem Hafenterminal am nächsten gelegene

<sup>371</sup> vgl. <http://cis-online.rne.eu/uc1/loginEicis.do>, (Zugriff am: 17.02.2016)

<sup>372</sup> vgl. ebenda

gewählt (Trieste Centrale). Unter den „Origin“ und „Destination“ Feldern besteht weiters die Möglichkeit Routenpunkte anzugeben. Für diese Berechnung wird stattdessen die Option „Shortest Way“ ausgewählt.

Im dritten Schritt wird der/die Anwender/in aufgefordert Angaben bezüglich des Zuges zu machen. Als Traktionsart wird „Elektrisch“ gewählt. Die Trassenart wird auf *Standardtrasse* festgesetzt. Da der Zug die Strecke von Burghausen nach Triest mit voll beladenen Containern zurücklegt, werden im CIS folgende Angaben gemacht (siehe Abbildung 38).

Common parameters	
# Number of Locomotives	1
# Number of Wagons	35
Load Weight (total)	1011,5
Weight of all Locomotives (t)	87
Weight of all Wagons (t)	472,5
Axle load (t)	21,2
Length of all Locomotives (m)	19,6
Length of all Wagons (m)	528,5

Abbildung 38: Allgemeine Angaben im Schritt 3 des CIS für den beladenen Zug<sup>373</sup>

Sämtliche angegebenen Werte beruhen auf den Angaben, die auf den Tabellenblättern „Taurus 1216“, „2-Achsiger Flachwagen für KV“ und „Zug“ zuvor gemacht wurden. Des Weiteren fragt das System in diesem Schritt nach speziellen Parametern bezüglich der Strecke:

Special Parameters	
Request Average Speed (km/h)	50
Wagon and Load Weight (total) (t)	1484
Nr. of All Diesel Locomotives	0
Nr. of All Electric Locomotives	1
Nr. of All Steam Locomotives	0

Abbildung 39: Spezielle Angaben im Schritt 3 des CIS für den beladenen Zug<sup>374</sup>

Auf Strecken von 300- 600 km Länge liegt die Geschwindigkeit von Güterzügen in Europa gewöhnlich zwischen 40- 50 km/h (siehe auch Kapitel 1.6.2).<sup>375</sup> Für den Ganzzugverkehr kann von einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 50 km/h ausgegangen werden.<sup>376</sup> Unterhalb dieser Geschwindigkeit wird ein Aufschlag auf den Trassenpreis verrechnet.<sup>377</sup> Diese Angaben werden für sämtliche Staaten, die der Zug auf der angegebenen Trasse durchquert, einzeln abgefragt. In diesem Beispiel ändern sich die Parameter für die einzelnen EIU nicht (Ganzzugtransport). Nachdem die Angaben für das letzte Land gemacht wurden, gelangt der/die

<sup>373</sup> vgl. ebenda

<sup>374</sup> vgl. ebenda

<sup>375</sup> vgl. vgl. Janic, 2014, S. 129

<sup>376</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 14

<sup>377</sup> vgl. Liste der Entgelte der DB Netz AG 2016 für Zugtrassen, Zusatz- und Nebenleistungen, S. 4

Benutzer/in über „Calculate“ zu Schritt 4 des Charging Information Systems (siehe Abbildung 40).

Die vom CIS kalkulierte Strecke entspricht der 4. vorgeschlagenen Strecke der DB Güterfahrplan Hacon Anwendung (vergleiche Abbildung 35). Es besteht die Möglichkeit die Ergebnisse per E-Mail zu versenden. Neben den Trassenpreisen erhält der/die Benutzer/in eine ganz genaue Beschreibung des Routenverlaufs.

#### Step 4 - View Results

Code / Cat / IM	From - To	Km	Time period	Price	Shunting	Exclude
+ ÖBB	Austria - Salzburg Hbf (in Sb)	212.20		697.68 EUR	Shunting	Exclude
+ SZ	Austria - Staatsgrenze nächst Rosenbach					
	Slovenia - JESENICE MEJA	187.95		209.56 EUR	Shunting	Exclude
	Slovenia - SEZANA MEJA					
+ RFI	Italy - VILLA OPICINA	29.45		70.13 EUR	Shunting	Exclude
	Italy - TRIESTE CENTRALE					
		KM		Price	Shunting	
Total		429.60	Total	977.37	0.00	

**Abbildung 40: Trassenpreis von Salzburg Hbf bis Trieste Centrale mit beladenem Zug<sup>378</sup>**

Von Salzburg Hbf bis Trieste Centrale würden Trassengebühren von 977,37 € für den beladenen Zug und die angeforderte Durchschnittsgeschwindigkeit anfallen. Die Strecke von Burghausen nach Salzburg Hbf muss separat kalkuliert werden. Die Gesamtstrecke wird hierzu zuerst mit Hilfe von Abbildung 35 und Abbildung 40 in 4 Abschnitte zerlegt:

**Tabelle 20: Streckenaufteilung der Strecke Burghausen nach Triest (eigene Darstellung)**

Land	von:	bis:	Länge
Deutschland	Kombi Terminal Burghausen	Salzburg Hbf	93 km
Österreich	Salzburg Hbf	Staatsgrenze nächst Rosenbach	212 km
Slowenien	Rosenbach	Sezana	188 km
Italien	Villa Opicina (Sezana)	Trieste Campo Marzio Rive	16km

Die Strecke von *Burghausen Wackerwerk* bis *Trieste Campo Marzio Rive* hat eine Gesamtlänge von ca. 509 km und durchläuft vier EU Staaten. Die Strecke vom Kombi Terminal Burghausen bis zum Salzburg Hbf beträgt etwa 93km und findet auf den Trassen der DB Netz AG statt. Um für diese Strecke die Trassennutzungsgebühren bestimmen zu können, muss die Strecke weiter nach den jeweiligen Streckenkategorien zerlegt werden (siehe Tabelle 21).

<sup>378</sup> vgl. <http://cis-online.rne.eu/uc1/loginEicis.do>, (Zugriff am: 17.02.2016)

**Tabelle 21: Streckenkategorien der Strecke Burghausen Wackerwerk bis Salzburg Hbf<sup>379</sup>**  
(eigene Darstellung) (\*)

von	bis	Streckenkategorie	Länge
Burghausen Wackerwerk	Burghausen	Z2	0 km
Burghausen	Tüßling	Z1	36 km
Tüßling	Freilassing	F6	50 km
Freilassing	Salzburg	F3	7km

(\*) siehe auch Abbildung 50 im Anhang

Die nutzungsabhängige Komponente setzt sich aus der Streckenkategorie und dem Trassenprodukt zusammen (siehe Abbildung 41; siehe auch Kapitel 3.2.1).

<b>Fernstrecken</b>			
Fplus	→	9,74 EUR je Trkm	
F1	→	4,97 EUR je Trkm	
F2	→	3,44 EUR je Trkm	
F3	→	3,10 EUR je Trkm	
F4	→	2,98 EUR je Trkm	
F5	→	2,20 EUR je Trkm	
F6	→	2,94 EUR je Trkm	
<b>Zulaufstrecken</b>			
Z1	→	3,03 EUR je Trkm	
Z2	→	3,13 EUR je Trkm	
<b>Strecken des Stadtschnellverkehrs</b>			
S1	→	1,97 EUR je Trkm	
S2	→	2,63 EUR je Trkm	
S3	→	3,13 EUR je Trkm	

<b>Produktfaktoren Personenverkehr</b>			
Express-Trasse	→	1,80	
Fernverkehrs-Takt-Trasse	→	1,65	
Nahverkehrs-Takt-Trasse	→	1,65	
Economy-Trasse	→	1,00	

<b>Produktfaktoren Güterverkehr</b>			
Express-Trasse	→	1,65	
Standard-Trasse	→	1,00	
Güterverkehrs-LZ-Trasse	→	0,65	
Zubringer-Trasse	→	0,50	

**Abbildung 41: Grundpreistabelle und Trassenprodukttable der DB Netz AG<sup>380</sup>**

Gemäß den Werten aus Tabelle 21 und Abbildung 41 kann nach der Formel aus Tabelle 10 die leistungsabhängige Komponente des Trassenpreises bestimmt werden:

$$1,00 * \left[ \left( 0 \text{ km} * 3,13 \frac{\text{€}}{\text{km}} \right) + \left( 36 \text{ km} * 3,03 \frac{\text{€}}{\text{km}} \right) + \left( 50 \text{ km} * 2,94 \frac{\text{€}}{\text{km}} \right) + \left( 7,3 \text{ km} * 3,10 \frac{\text{€}}{\text{km}} \right) \right] \\ = 278,71 \text{ €}$$

Aufgrund einer Mindestgeschwindigkeit von 50 km/h kommt es zu keinem Aufschlag als Anreiz zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit. Eine lärmabhängige Komponente wird ebenfalls nicht verrechnet. Eine Lastkomponente wird erst ab einem Wagenzuggewicht ab 3000 t erhoben.<sup>381</sup> Die nutzungsabhängige Komponente kann hier als Trassenpreis sowohl für den leeren als auch für den beladenen Zug verwendet werden.

<sup>379</sup> zu den Streckenkategorien vgl. Liste der Entgelte der DB Netz AG 2016 für Zugtrassen, Zusatz- und Nebenleistungen, Anlage: Übersicht über Streckenkategorisierung; zu dem Verlauf der Strecke vgl. Schienennutzungsbedingungen der DB Netz AG für den Netzplan 2012

<sup>380</sup> vgl. Liste der Entgelte der DB Netz AG 2016 für Zugtrassen, Zusatz- und Nebenleistungen, S. 3f

<sup>381</sup> vgl. ebenda, S. 5f

Insgesamt ergibt sich für den beladenen Zug ein Trassenpreis:

$$977,37 \text{ €} + 278,71 \text{ €} = 1.256,08 \text{ €}$$

Auf analoge Weise werden die Trassennutzungsgebühren für die Strecke von Triest nach Burghausen berechnet. Auf dieser Strecke verkehrt der Zug allerdings mit leeren Containern. Folgende Angaben wurden im Charging Information System gemacht (siehe Abbildung 42).

Step 2 - Specify Train Path

**Specify Origin/Destination**

Origin: Italy ▾ RFI ▾ TRIESTE CENTRALE ▾ Search

Destination: Austria ▾ ÖBB ▾ Salzburg Hbf (in Sb) ▾ Search

**Common parameters**

# Number of Locomotives: 1

# Number of Wagons: 35

Load Weight (total): 136,5

Weight of all Locomotives (t): 87

Weight of all Wagons (t): 472,5

Axle load (t): 8,7

Length of all Locomotives (m): 19,6

Length of all Wagons (m): 528,5

**Special Parameters**

Request Average Speed (km/h): 50

Wagon and Load Weight (total) (t): 609

Nr. of All Diesel Locomotives: 0

Nr. of All Electric Locomotives: 1

Nr. of All Steam Locomotives: 0

Code / Cat / IM	From - To	Km	Time period	Price		
± RFI	Italy - TRIESTE CENTRALE	29.45		70.13 EUR	Shunting	Exclude
± SZ	Italy - VILLA OPICINA					
± SZ	Slovenia - SEZANA MEJA	187.95		209.56 EUR	Shunting	Exclude
± SZ	Slovenia - JESENICE MEJA					
± ÖBB	Austria - Staatsgrenze nächst Rosenbach	212.20		466.43 EUR	Shunting	Exclude
± ÖBB	Austria - Salzburg Hbf (in Sb)					

		KM		Price	Shunting	
	Total	429.60	Total	746.13	0.00	

Abbildung 42: Trassenpreiskalkulation mit dem CIS für den Leerzug von Triest nach Salzburg<sup>382</sup>

Insgesamt ergibt sich für den Leerzug ein Trassenpreis von:

$$746,13 \text{ €} + 278,71 \text{ €} = 1.024,84 \text{ €}$$

Zu Letzt müssen für die Bestimmung Infrastrukturnutzungskosten noch die Kosten für die Nutzung der Gleisanlagen festgelegt werden. Das Abstellen auf den Schienentrassen außerhalb zugewiesener Zugtrassen wird erst ab einer Dauer von über 60 Minuten verrechnet. Bei Überschreitung einer Dauer von 60 Minuten wird ein

<sup>382</sup> vgl. <http://cis-online.rne.eu/uc1/loginEicis.do>, (Zugriff am: 22.02.2016)



Mindestentgelt von 50 € für die ersten 24 h verrechnet.<sup>383</sup> Da der Zug in Burghausen für 12 h abgestellt wird, bis die Ruhezeit des Lokführers abgelaufen ist, wird für die zusätzlichen Kosten ein Wert von **50 €** festgesetzt.

### Allgemeine Angaben zur Strecke

Da auf die Bestimmung der Bahnstromkosten die Tageszeiten einen erheblichen Einfluss haben, werden zuerst die allgemeinen Daten zu der Strecke insbesondere die genauen Transportzeiten bestimmt.

Die Gesamtlänge der Strecke für eine Richtung ergibt sich aus der Addition der Teilstrecken (Tabelle 20): 93 km + 212 km + 188 km + 16 km = **509 km**.

Um eine mittlere Geschwindigkeit von 50 km/h nicht zu unterschreiten, dürfen tatsächliche Fahrzeit und Wartezeiten 10,2 h nicht überschreiten. Wird von einer mittleren Fahrgeschwindigkeit (gerechnet auf die Zeit, in der der Zug tatsächlich in Bewegung ist) von ca. 60 km/h ausgegangen, so ergibt sich eine tatsächliche Fahrzeit von etwa **8,5 h**. Die Wartezeiten werden mit ca. **1,5 h** angenommen. Die Be- und Entladezeiten betragen je etwas unter 1 h, um keine zusätzlichen Infrastrukturnutzungskosten bezahlen zu müssen. Somit ergeben sich eine Transportzeit von **12 h** und eine Durchschnittsgeschwindigkeit von **50,9 km/h**. Der Leerfahrtanteil beträgt **100%**, da der Zug die gesamte Strecke von Triest nach Burghausen ohne Ladung zurücklegt.

Strecke [km]	509 km
tatsächliche Fahrzeit [h]	8,5 h
Wartezeiten [h]	1,5 h
Be- und Entladezeiten [h]	2,0 h
gesamte Transportzeit	12,0 h
Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]	50,9 km/h
Leerfahrtanteil Rückfahrt [%]	100,00%

Abbildung 43: Datenblatt "Streckenangaben" im Fallbeispiel (eigene Darstellung)

Die Cargo Austria bietet zum Vergleich einen RoLa- (Rollende Landstraße) Ganzzugtransport von Salzburg Hbf nach Ferneti (Triest) an. Für den Gesamttransport der um 93 km kürzeren Strecke wird eine Gesamttransportzeit von 9,5 h angegeben.<sup>384</sup>

### Energiekosten

Die DB Netze bieten keine Möglichkeit zur Kalkulation der Bahnstrompreise auf Basis von Betriebsleistungen. Da die Zählwerte für die genaue Strecke nicht vorliegen, kann der Bahnstrompreis für die spezifische Strecke von Burghausen nach Salzburg nicht im Vorhinein bestimmt werden. Die ÖBB Infra hingegen bietet die Möglichkeit

<sup>383</sup> vgl. Liste der Entgelte der DB Netz AG 2016 für Zugtrassen, Zusatz- und Nebenleistungen, S. 7f

<sup>384</sup> vgl. Fahrplan ROLA Salzburg – Ferneti (Triest), Rail Cargo Operator (14.12.2014)



Bahnstrompreise mit Hilfe von gewichts- und streckenabhängigen Kilometersätzen zu bestimmen (siehe Kapitel 3.2.2). Auf diese Weise können die Kosten schon im Vorhinein bestimmt werden. Zur Vereinfachung wird in diesem Fallbeispiel der Bahnstrompreis über die gesamte Strecke anhand dem Preisblatt für Jahresverträge der ÖBB Infra festgelegt (siehe Abbildung 44).

Der Zug startet unter der Woche um 06:00 Uhr mit leeren Containern von Triest nach Burghausen. Nach 10 h tatsächlicher Fahrzeit (wovon ca. 60 Minuten auf die Ruhezeit des Lokführers entfallen) und 509 km kommt er um 16:00 Uhr am Kombiterminal in Burghausen an. Gemäß §54 Abs2 des Tarifvertrags für Lokomotivführer von Schienenverkehrsunternehmen des Agv MoVe darf bei einer Tagesschicht die tatsächliche Fahrzeit eines Lokführers 9h nicht überschreiten. Der Lokführer beginnt um 16:00 seine 12 stündige Ruhezeit bis 4:00 Uhr (Liegen mehr als 2h der Fahrzeit zwischen 23:00 und 6:00 darf die Fahrzeit einer Schicht 8 h nicht überschreiten).

Zugfahrt in der Ebene	ohne Rekuperation			mit Rekuperation		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
	€/Zugkm	€/Zugkm	€/Zugkm	€/Zugkm	€/Zugkm	€/Zugkm
Personenfernverkehr je 100 t < 160km/h	0,4688	0,3707	0,3689	0,4054	0,3206	0,3190
Personenfernverkehr je 100 t > 160km/h	0,3928	0,3106	0,3091	0,3548	0,2806	0,2792
Güterverkehr je 100 t	0,2534	0,2004	0,1994	0,2281	0,1804	0,1795
PNV Triebwagen je 50 t	0,3497	0,2766	0,2752	0,2787	0,2204	0,2193
PNV lokbespannte Züge je 50 t	0,3320	0,2625	0,2612	0,2534	0,2004	0,1994

PNV = Personennahverkehr

**Abbildung 44: Bahnstrompreise des Jahresvertrags der ÖBB Infra- Abrechnung auf Basis von Betriebsleistungen<sup>385</sup>**

Währenddessen werden ab 16:00 Uhr die Container voll beladen. Der Zug wartet nun auf den Ablauf der Ruhezeit des Lokführers. Um 4.00 Uhr startet der Transport des Rohsiliciums nach Triest. Ankunft am Hafenterminal ist 14.00 Uhr. Die Entladung der Container benötigt erneut 1 h. Um 15.00 Uhr ist der komplette Transport abgeschlossen.

Für die Leerfahrt werden die gesamten 509 km nach Tarif 1 verrechnet (siehe Kapitel 2.2.2). Das Zugsgesamtgewicht mit den leeren Containern beträgt 696 t. Das Triebfahrzeug verfügt über eine Rekuperationsbremse. Der Einfachheit halber wird davon ausgegangen, dass die gesamte Strecke flach verläuft. Die Energiekosten für den Leerzug ergeben sich gemäß Abbildung wie folgt:

$$696 \text{ t} * 509 \text{ km} * 0,2281 \frac{\text{€}}{\text{km}} * \frac{1}{100 \text{ t}} = 808,08 \text{ €}$$

Auf der Strecke von Burghausen nach Triest befindet sich der Zug 2 h in Tarif 2 (von 4:00 bis 6:00) und anschließend 8 h in Tarif 1. Bei einer

<sup>385</sup> Bahnstrom 2015- Preisblatt für Jahresverträge der ÖBB Infra (20.10.2014), S.2

Durchschnittsgeschwindigkeit von 50,9 km/h entspricht dies 101,8 km für Tarif 2 und 407,2 km für Tarif 1. Das Gesamtzuggewicht des nun beladenen Zugs beträgt 1571 t. Die Energiekosten für den beladenen Zug ergeben sich demnach zu:

$$1.571 \text{ t} * \left[ \left( 101,8 \text{ km} * 0,1804 \frac{\text{€}}{\text{km}} \right) + \left( 407,2 \text{ km} * 0,2281 \frac{\text{€}}{\text{km}} \right) \right] * \frac{1}{100 \text{ t}} = 1.747,69 \text{ €}$$

In den angegebenen Preisen sind alle mit der Stromlieferung in Verbindung stehenden Steuern und Abgaben inkludiert mit Ausnahme der Umsatzsteuer.<sup>386</sup> Diese ist allerdings ein durchlaufender Posten. Zu viel gezahlte Vorsteuer wird vom Finanzamt erstattet, zu viel erhaltene Umsatzsteuer wird abgeführt. Diese hat daher keinen Kostencharakter.<sup>387</sup>

Zur Strommessung soll eine sogenannte TEMA- Box (Traktions-Energie-Messung und –Abrechnung) verwendet werden. Der Zähler wird von der ÖBB Infra bereitgestellt. Die Kosten für die monatliche Miete inklusive monatlicher Auslesung der Messdaten und Auswertung betragen **75 €** exklusive Umsatzsteuer.

### 3.4.3 Personal

Der nächste Schritt zur Berechnung der Selbstkosten ist die Festlegung der Personalkosten. Da es sich um einen Ganzzugtransport handelt wird kein/e Rangierbegleiter/in benötigt. Dessen/Deren Kosten werden auf dem Datenblatt „Personal“ daher auf „0 €“ gesetzt:

<b>Lokführer</b>		
Jahresbruttolohn [€]		€ 39.221,00
Personalfaktor		2,4
Jahresbruttolohn Triebfahrzeug [€]		€ 94.130,40
Sozialaufwendungen [%]	22,00%	€ 20.708,69
Aushilfsfahrer inklusive Sozialvers. [€]		€ 0,00
Spesen/Tag [€]	€ 12,00	€ 3.360,00
weitere Fahrerkosten [€]		€ 6.000,00
Summe Fahrerpersonalkosten [€]		€ 124.199,09
<b>Wagenmeister</b>		
Jahresbruttolohn [€]		€ 30.310,00
Arbeitsstunden pro Jahr [h]		2.036,0 h
Sozialaufwendungen [%]	22,00%	€ 6.668,20
Summe Wagenmeister Personalkosten inklusive zusätzlicher Kosten [€]	€ 0,00	€ 36.978,20
<b>Rangierbegleiter</b>		
Jahresbruttolohn Triebfahrzeug inklusive Sozialversicherung und sonstiger Kosten [€]		€ 0,00
Spesen/Tag [€]	€ 0,00	€ 0,00
Summe Rangierbegleiter Personalkosten [€]		€ 0,00

Abbildung 45: Datenblatt "Personal" im Fallbeispiel (eigene Darstellung)

<sup>386</sup> vgl. ebenda, S. 1

<sup>387</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 44

## Lokführer/in

Gemäß §52 Abs14 des Tarifvertrags für Lokomotivführer von Schienenverkehrsunternehmen des Agv MoVe darf eine Schichtlänge 14 Stunden nicht überschreiten. Bei Überschreitung einer 12 stündigen Schicht muss diese mindestens eine zweistündige Tätigkeitsunterbrechung enthalten. Für kürzere Schichten sind gemäß Abs12 Z3 Ruhepausen in Form von Unterbrechung der Arbeit, die eine ausreichende Dauer haben, sodass ein angemessener Erholungswert erreicht wird. In diesem Fallbeispiel ist in den Wartezeiten die Ruhezeit des/der Triebfahrzeugführers/in (in Höhe von 1 h) einberechnet. Eine Schicht umfasst neben der Transportzeit (maximal 9h) auch die Ruhezeiten und beträgt in diesem Beispiel genau 10h.

Im Expertengespräch mit Herrn DI Erol der Rail Cargo Austria konnten keine genauen Angaben zu den Personalkosten gemacht werden, da es sich um sehr sensible Daten handelt.<sup>388</sup> Stattdessen wird sich auf die in Anlage 2a des Bura-ZugTV Agv MoVe bezogen. Demnach beträgt das Monatsgehalt eines/einer Auslandslokomotivführers/in mit 5-10 Jahren Berufserfahrung 3017 € brutto pro Monat. Da es sich um einen Bundes-Rahmentarifvertrag für das Zugpersonal in der Bundesrepublik Deutschland handelt, wird das Jahresgehalt mit 13 Monatsgehältern berechnet:

$$3017 \text{ €} * 13 = \mathbf{39221 \text{ €}}$$

Die gesamte ÖBB Unternehmensgruppe hat 3.915 vollbeschäftigte Triebfahrzeugführer/innen.<sup>389</sup> Dem gegenüber stehen 1.654 Lokomotiven.<sup>390</sup> Dies ergibt einen Personalfaktor von **2,4**.

Die Lohnnebenkosten betragen in etwa **22%** des Bruttogehaltes.<sup>391</sup> Die Kosten für den/die Aushilfsfahrer/in sind bereits über den Personalfaktor abgedeckt. Die Spesen pro Tag betragen aufgrund der Pauschale für den Verpflegungsmehraufwands von Dienstreisen zwischen 8 bis 24h **12 €** (in Deutschland).<sup>392</sup> In den weiteren Fahrerkosten werden Kosten für Schulungen, Überstunden und sonstige Zuschläge abgedeckt.

Zur Berechnung des Tagessatzes des/der Lokführers/in werden in diesem Beispiel nicht die Einsatztage des Triebfahrzeugs herangezogen. Stattdessen wird von einer

<sup>388</sup> vgl. Osman Erol, (osman.erol@erol.at), (22.02.2016), Re: Fragebogen, E mail an Ramprecht, P., (philip.ramprecht@icloud.at)

<sup>389</sup> vgl. Bericht des Rechnungshofs- Triebfahrzeugdisposition und Triebfahrzeugbeschaffung der ÖBB Unternehmensgruppe, 2015, S. 447

<sup>390</sup> vgl. ebenda, S. 425

<sup>391</sup> vgl. <http://www.lohn-gehaltsabrechnung.com/lohn-lohnnebenkosten-arbeitgeber/>, (gelesen am: 23.02.2016)

<sup>392</sup> vgl. <http://www.reisekostenabrechnung.com/verpflegungsmehraufwand-2015/>, (gelesen am: 23.02.2016)

5- Tage Woche ausgegangen, was inklusive Urlaubstagen und Krankenständen zu ca. **240** Einsatztagen pro Jahr führt.<sup>393</sup> Der Tageseinsatz des/der Lokführers/in wird auf **10 h** pro Arbeitstag festgelegt. Dieser wird zur Berechnung der zu verrechnenden Tagessätze anstelle der Einsatzstunden des Triebfahrzeuges verwendet.

### Wagenmeister/in

Gemäß der Gehaltstabelle 2012 für den Schienenverkehr der ÖBB hat der/die Wagenmeister/in ein Monatsgehalt von durchschnittlich 2165 € brutto.<sup>394</sup> Da sich dieser Wert auf Österreich bezieht, ergibt sich inklusive 13. und 14. Gehalt ein Jahresbruttolohn von:

$$14 * 2.165\text{€} = \mathbf{30.310\text{ €}}$$

Gemäß §3 Abs1a der Bura-ZugTV Agv MoVe beträgt die rahmentarifvertragliche Arbeitszeit einer vollbeschäftigten Arbeitskraft ausschließlich der gesetzlichen Mindestruhepausen **2.036 h**. Die Sozialaufwendungen werden wie bei dem/der Lokführer/in mit **22%** angegeben. Für den/die Wagenmeister/in fallen keine Spesen und keine zusätzlichen Kosten an. Die Wagenmeister-Personalkosten für ein Jahr ergeben **36.978,20 €**.

### 3.4.4 Weitere Angaben

Die Rail Cargo Austria konnte leider keine genauen Angaben bezüglich der Wagniskosten, der Zinssätze und dem Verhältnis der Einzel- zu den Gemeinkosten machen. Die Vorgehensweise zur Kalkulation von Schienengüterverkehrsleistungen ist sehr ähnlich der Fahrzeugkostenkalkulation für den Straßengüterverkehr. Das Kalkulationsschema kann grundsätzlich übernommen werden.<sup>395</sup>

Verzinsung Umlaufvermögens [%]	6,50%
Verzinsung Anlagevermögens [%]	4,50%
Verwaltungskosten [%]	11,82%
Wagnisse [%]	2,00%

**Abbildung 46: zusätzliche Angaben im Fallbeispiel (eigene Darstellung)**

Der Zinskostensatz für das Anlage- und Umlaufvermögen wird daher den Grundannahmen eines Kalkulationstools zur Transportkostenkalkulation im Straßengüterverkehr entnommen. Der Zinssatz für das Anlagevermögen wird auf **4,5%** der Herstellkosten und der Satz für das Umlaufvermögen auf **6,5%** festgelegt.<sup>396</sup> Die Höhe der Verwaltungskosten wird dem statistischen Bundesamt

<sup>393</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 114

<sup>394</sup> vgl. [http://www.ug-vida.at/files/OEBB\\_Gehaltstabelle\\_2012-Schiene\\_web.pdf](http://www.ug-vida.at/files/OEBB_Gehaltstabelle_2012-Schiene_web.pdf), (gelesen am: 23.02.2016)

<sup>395</sup> vgl. Barwig, 2014, S. 112

<sup>396</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 107

bezüglich der Entwicklung des Güterverkehrs im Fernbereich entnommen. Die Verwaltungskosten werden mit 10,57% der Gesamtkosten angegeben.<sup>397</sup> Die Einzelkosten machen demnach 89,43% der gesamten Kosten aus. Der Aufschlag der Gemeinkosten ergibt sich daher aus:

$$\left( \frac{100 \%}{89,43 \%} - 1 \right) = 11,82\%$$

Der Wagniskostenzuschlag soll wiederum einem Fallbeispiel für die Fahrzeugkostenkalkulation eines Speditionsunternehmens entnommen werden. In diesem werden die Wagniskosten mit **2%** der gesamten Herstellungskosten verrechnet.<sup>398</sup>

### 3.5 Ergebnisse und Vergleich

Für die Gesamtstrecke von 1.018 km (kompletter Rundlauf) benötigt der Zug inklusive Be- und Entladung 22 h. Dies entspricht bei einem Tageseinsatz von 12 h ungefähr 1,8 Tagessätzen. Aufgrund vieler Unsicherheiten bei der Transportplanung wird dieser Wert allerdings auf 2 volle Tagessätze aufgerundet. In der Praxis lässt sich ein derartiges Maß an Genauigkeit ohnehin nicht einhalten.<sup>399</sup>

Bei dem Rundlauf von dem Hafenterminal Triest mit leeren Containern zum Kombiterminal Burghausen und der Rückfahrt mit einer Wagenladung von 35\*25 t erwachsen der Rail Cargo Austria laut dem Kostenmodell Kosten in Höhe von **12.024,17 €**. Die Gesamtkosten setzen sich wie folgt aus den einzelnen Kostenbestandteilen zusammen (eine Abbildung des kompletten „Berechnung“ Datenblatts des Fallbeispiels befindet sich im Anhang der Arbeit):

**Tabelle 22: Kostenbestandteile des Fallbeispiels (eigene Darstellung)**

Triebfahrzeug	Güterwagen	Infrastruktur	Energie	Personal	Overhead
2.861,62 €	1.756,30 €	2.330,92 €	2.562,20 €	1.053,15 €	1.459,97 €

Zum Vergleich werden die prozentualen Anteile der einzelnen Kostenpositionen des Fallbeispiels neben einer von Dr. Paul Wittenbrink (Professor für Transport und Logistik an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg und Gesellschafter der hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung mbH)<sup>400</sup> erstellten beispielhaften Kostenstruktur von Schienengüterverkehren abgebildet (siehe Abbildung 47).

Die beiden Kostenstrukturen sehen sehr ähnlich aus, auch wenn die Overheadkosten in unserem Beispiel einen höheren und die Kosten des

<sup>397</sup> vgl. Kostenentwicklung im Güterverkehr- Einsatz im Fernbereich, 2014, S.7

<sup>398</sup> vgl. Wittenbrink, 2014, S. 107

<sup>399</sup> vgl. ebenda, S. 141

<sup>400</sup> vgl. Wittenbrink, 2012b, S.14

Betriebspersonals einen geringeren Anteil der Gesamtkosten ausmachen. Letztere wurden in unserem Kostenmodell über einen Zuschlagkostensatz auf die Einzelkosten bestimmt. Da diese Zurechnung nicht verursachungsgerecht ist, könnte der Anteil der Overheadkosten in unserem Fallbeispiel zu hoch kalkuliert worden sein.

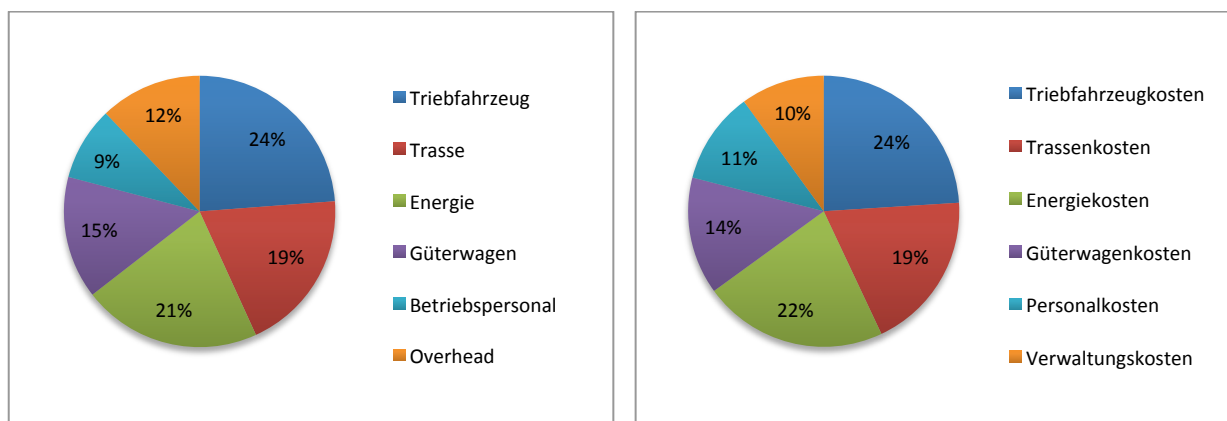


Abbildung 47: Links: Kostenstruktur des Fallbeispiels (eigene Darstellung); Rechts: beispielhafte Kostenstruktur von Schienengüterverkehren <sup>401</sup>

Neben der prozentualen Verteilung sollen nun allerdings die absoluten Werte einiger Kostenbestandteile mit Referenzwerten verglichen werden. Die Summe der Kosten von Trasse und Energie wird im Ganzzugverkehr in einem Fallbeispiel zur Auftragskalkulation im Schienengüterverkehr auf **5 €** pro Zug-km angegeben.<sup>402</sup> In dem Fallbeispiel dieser Arbeit ergibt sich der durchschnittliche km- Kostensatz von Trasse und Energie zu:

$$\frac{2.330,92 \text{ €} + 2562,20 \text{ €}}{1018 \text{ km}} = 4,81 \text{ €/km}$$

Die Kosten für das elektrische Triebfahrzeug werden im selben Beispiel mit ca. **130 €/h** angegeben.<sup>403</sup> In dem Fallbeispiel dieser Arbeit ergeben sich die Stundekosten der Taurus 1216 zu:

$$\frac{2861,62 \text{ €}}{22 \text{ h}} = 130,07 \text{ €}$$

Die Mietkosten für die Güterwagen werden in beiden Fallbeispielen mit **20 €/Tag** pro Wagon verrechnet. Die gesamten Betriebspersonalkosten belaufen sich im Fallbeispiel des Ganzzugverkehrs in „Kosten- und Leistungsrechnung in der Spedition“ auf etwa **25 €/h**.<sup>404</sup> Die stündlichen Kosten für das Betriebspersonal in dem Fallbeispiel des Company Trains der Rail Cargo Austria für den Chemiekonzern fallen allerdings etwas höher aus:

<sup>401</sup> vgl. Wittenbrink, 2012d, S.30f

<sup>402</sup> vgl. Barwig, S. 114

<sup>403</sup> vgl. ebenda

<sup>404</sup> vgl. ebenda

$$\frac{1053,15\text{€}}{20h} = 52,66\text{€/h}$$

Der mehr als doppelt so hohe Stundensatz für das Betriebspersonal ist höchstwahrscheinlich auf den hohen Personalkostenfaktor (2,4 siehe Kapitel 3.4.3) zurückzuführen. Bei einem Personalkostenfaktor von 1 würde sich ein Stundensatz von 24,75 €/Stunde ergeben. Es ist möglich, dass in dem anderen Fallbeispiel ohne Personalkostenfaktor kalkuliert wurde.

Zuletzt wird der Preis für den Transport eines Containers über 1 km berechnet, um die berechneten Gesamtkosten mit Referenzwerten vergleichen zu können. Als Faustregel können für den Transport von einem 20 Fuß-Container über 1 km 0,5 bis 1 € verlangt werden. Die betrachtete Studie bezieht sich auf marktübliche Richtpreise.<sup>405</sup> Unter der Annahme, dass statt einem 40- Fuß zwei 20- Fuß Container hätten transportiert werden können ergeben sich aus den Gesamtkosten:

$$\frac{12024,17\text{ €}}{2 * 35 * 509\text{ km}} = 0,34\text{ €/km}$$

Auf die kalkulierten Kosten dieser Arbeit wurden allerdings noch kein Gewinnzuschlag und keine Steuern aufgeschlagen. Des Weiteren bezieht sich die Referenzstudie nur auf Transporte innerhalb Deutschlands, was wesentlich höhere Trassenpreise als in diesem Fallbeispiel bedeuten würde. Es macht außerdem einen großen Unterschied ob die Leistung im Einzel- oder Ganzzugverkehr erbracht wurde.

---

<sup>405</sup> vgl. Kille, 2008, S. 62

## 4 Schlussfolgerungen

In Speditionsunternehmen stellen die einzelnen Betriebsmittel (wie z.B. LKWs, Binnenschiffe oder Züge) meistens die einzigen Kostenstellen (bzw. Kostenplätze) dar, die zu Zahlungseingängen führen. Aus diesem Grund müssen, im Zuge der klassischen Vollkostenrechnung, für die Auftragskalkulation sämtliche Zahlungen mit Kostencharakter letzten Endes auf diese Betriebsmittel bezogen werden. Ein immer höher werdender Anteil an Gemeinkosten erschwert die verursachungsgerechte Aufteilung der Kosten und verzerrt somit die Kostenwahrheit für die einzelnen Kostenträger.

Für eine genauere Bestimmung der Kosten, die tatsächlich durch einen spezifischen Transportauftrag verursacht werden, müsste eine Prozesskostenrechnung durchgeführt werden. Die Prozesserfassung und -strukturierung erweist sich allerdings als besonders zeit- und arbeitsintensiv und es würden umfassende Kenntnisse über die Unternehmensstrukturen benötigt werden. Da sich diese Strukturen von Betrieb zu Betrieb unterscheiden, wäre es schwierig ein allgemein gehaltenes Kalkulationstool zu entwickeln. Aus diesem Grund wurden in dieser Arbeit Ungenauigkeiten bezüglich des Gemeinkostenanteils in Kauf genommen.

Des Weiteren dient das erstellte Kostenmodell nur einer Abschätzung der entstehenden Kosten, da es anhand von Plan- und Erfahrungswerten, Kosten für zukünftige Leistungen kalkuliert. Auf Basis von tatsächlichen Ist-Werten können die wirklichen Kosten eines Auftrages erst nach Ablauf der Abrechnungsperiode bestimmt werden, da die genauen Werte erst dann in der Kostenrechnung vorliegen. Durch die Aufteilung der Kosten auf alle Kostenträger, spielt unter anderem die Anzahl der abgewickelten Transportaufträge in der betrachteten Periode eine wesentliche Rolle für die Kosten des einzelnen Auftrages.

Auch wenn die, in dem Fallbeispiel kalkulierte Kostenstruktur der beispielhaften Kostenstruktur von Herrn Professor Wittenbrink (siehe Abbildung 47) sehr ähnlich ist, ist dies noch kein Beleg für die Gültigkeit der Ergebnisse dieser Arbeit. Es werden lediglich Anteile verglichen und keine Aussagen über die tatsächliche Höhe der Kosten gemacht. Des Weiteren ist diese Kostenstruktur von vielen verschiedenen Einflussfaktoren abhängig. Die zum Vergleich herangezogene Darstellung macht beispielsweise keine Angabe, ob sie sich auf im Ganzzug- oder im Einzelwagenverkehr erbrachte Leistungen bezieht. Dies würde z.B. den Anteil der Personalkosten wesentlich beeinflussen. Allein die Verwendung von Spezialgüterwagen ändert die Verteilung der Kostenstruktur in hohem Maße.<sup>406</sup>

<sup>406</sup> vgl. Wittenbrink, 2012d, S.30f



Der Vergleich der einzelnen Kostenbestandteile in Form von Kilometer- oder Stundensätzen liefert einen etwas besseren Anhaltspunkt. Trotzdem reichen diese Referenzwerte nicht aus, um auf die Richtigkeit der durchgeführten Kalkulation zu schließen. Diese können lediglich dazu verwendet werden, die Größenordnung der kalkulierten Werte in ein Verhältnis zu setzen.

So entsprechend die Kosten für das Triebfahrzeug pro Stunde, die aus dem Fallbeispiel hervor gehen, ziemlich genau dem Wert des Referenzfallbeispiels. Dies könnte aufgrund der vielen Einflussgrößen auf die Triebfahrzeugkosten allerdings einfach Zufall sein. Da von der Rail Cargo Austria keine exakten Werte für die Kalkulation zur Verfügung gestellt wurden, wurde teilweise mit relativ ungenauen Zahlenwerten gerechnet. Für den Wert der jährlichen Laufleistung der Taurus 1216 wurde beispielsweise ein Durchschnittswert der Laufleistung aller im SGV gebrauchten Triebfahrzeuge der ÖBB angenommen, obwohl die Taurus 1216 als Mehrstromlokomotive hauptsächlich in grenzüberschreitenden Langstrecken zum Einsatz kommt.

Die Personalkosten stellen ein gutes Beispiel dar, wie eine einzelne Größe, das Ergebnis relativ stark beeinflussen kann. Aufgrund eines sehr hohen Personalkostenfaktors ist der kalkulierte Stundensatz für das Betriebspersonal mehr als doppelt so hoch wie der Vergleichswert eines Ganzzugverkehrs des Referenz-Fallbeispiels. Ein Abweichen vom Referenzwert bedeutet allerdings noch nicht, dass die durchgeführte Kalkulation inkorrekt ist. Die Personalkosten sind von vielen einzelnen Parametern abhängig. Ein gravierender Unterschied besteht darin, ob ein Rangierbegleiter bzw. ein Aushilfsfahrer in die Rechnung einbezogen wird. Des Weiteren machen Berufsalter und vor allem Staatsangehörigkeit des Personals einen großen Unterschied bezüglich der Kosten, da die Lohnniveaus zwischen den einzelnen EU-Ländern stark variieren können.

Der km- Satz für Trassennutzung und Energiekosten liegt relativ nahe dem zum Vergleich herangezogenen Referenzwert. Leider konnte kein getrennter Kostensatz für Trasse und Energie gefunden werden. In diesem Punkt ist erneut zu beachten, dass beispielsweise die Trassennutzungsgebühren sehr stark vom Eisenbahninfrastrukturbetreiber abhängig sind. So ist es im Fallbeispiel dieser Arbeit beispielsweise auffällig, dass für denselben Zug auf einer Strecke von ca. 288km durch Slowenien in etwa 210 € (siehe Abbildung 40) und für die Strecke von 93 km durch Deutschland fast 280 € anfallen. Der Trassenpreis ist also sehr stark von dem Verlauf der gewählten Strecke abhängig. Zusätzlich sei erneut erwähnt, dass die Stromkosten auf Basis des Kostensatzes des österreichischen Anbieters ÖBB-Infrastruktur AG für die gesamte Strecke, auch für den Anteil außerhalb Österreichs, berechnet wurden.

Der Vergleich des berechneten Kostensatzes für den Transport eines 20- Fuß Containers über einen km mit dem marktüblichen Preisintervall ist wahrscheinlich der aussagekräftigste. Inklusive dem Aufschlag von Gewinn und Steuern, würde der kalkulierte Preis innerhalb der vorgeschlagenen Grenzen liegen. Da es sich allerdings bloß um eine Faustregel handelt, und nicht angegeben wurde ob es sich auf Leistungen des Ganzzug- oder Einzelwagenverkehrs bezieht, kann nur festgestellt werden, dass die Größenordnung des kalkulierten Wertes zu stimmen scheint.

Allerdings ist ein Schluss aus den kalkulierten Werten des Fallbeispiels auf die Richtigkeit des Kostenmodells nicht zulässig, da die Werte des Fallbeispiels teilweise auf geschätzten und durchschnittlichen Datensätzen beruhen. Des Weiteren sind die zum Vergleich herangezogenen Referenzwerte zu allgemein gehalten. Für einen exakten Vergleich müssten Werte desselben Zuges über dieselbe Strecke verglichen werden.

Für eine höhere Aussagekräftigkeit müssten für die Kalkulation die tatsächlichen Daten der Rail Cargo Austria vorliegen und genaue Unternehmensstrukturen bekannt sein. Anschließend müssten die, anhand dieser Daten kalkulierten Werte, mit den tatsächlichen Kosten aus der Kosten- und Leistungsrechnung des EVUs verglichen werden. Da diese Informationen leider nicht beschafft werden konnten, muss sich diese Arbeit mit einem relativ groben Vergleich zufrieden geben. Dieser stellt zumindest einen Bezug zur Größenordnung der kalkulierten Werte her.

Neben gewissen Ungenauigkeiten des Kostenmodells und des Fallbeispiels im speziellen, seien noch die gemachten Einschränkung der Berechnung erwähnt. Aufgrund des begrenzten Umfangs dieser Arbeit, wurde das erstellte Kostenmodell starken Einschränkungen unterzogen. Das erstellte Kalkulationsprogramm könnte auf den Transport anderer Güter und die Traktion mit Diesel-Lokomotiven übertragen werden. Mit entsprechendem Aufwand könnte das Kostenmodell auch auf den Einzelwagenverkehr ausgeweitet werden.

## 5 Anhang

### 5.1 Liste der Konten aus Kontenklasse 4 und 7

#### Kontenklasse 4: Kostenarten- Konten

<b>40</b>	Lohn- und Lohnnebenkosten
<b>41</b>	Gehalts- und Gehaltsnebenkosten
<b>42</b>	Fuhrparkkosten
<b>43</b>	Raumkosten
<b>44</b>	Verwaltungskosten
<b>45</b>	Sonstige Steuern, Versicherungen, Gebühren und Beiträge
<b>46</b>	Unternehmenskosten
<b>47</b>	Kosten der Nebenbetriebe
<b>48</b>	Kalkulatorische Kosten
<b>49</b>	Aktivierte Eigenleistungen

#### Kontenklasse 7: Auftragsgebundene, direkt zurechenbare Speditionskosten

<b>70</b>	Internationale Spedition
<b>71</b>	Seefrachtspedition/Überseespedition
<b>72</b>	Luftfrachtspedition
<b>73</b>	Binnenschiffahrts- und Binnenumschlagspedition
<b>74</b>	Kraftwagenspedition
<b>75</b>	Bahnspedition
<b>76</b>	Lagerei
<b>77</b>	Möbelspedition
<b>78</b>	Logistikprojekte

### 5.2 Variablenverzeichnis

<b>BW</b>	Beschaffungswert
<b><math>EK_{\text{Kostenstelle}}</math></b>	Einzelkosten einer Kostenstelle
<b>GA</b>	mittleres gebundenes Anlagevermögen
<b><math>GK_{\text{Kostenstelle}}</math></b>	Gemeinkosten einer Kostenstelle
<b>GU</b>	mittleres gebundenes Umlaufvermögen
<b><math>K_{Afa}</math></b>	kalkulatorische Abschreibung
<b><math>K_G</math></b>	Gesamtkosten
<b><math>K_{Stück}</math></b>	Stückkosten
<b><math>K_{ZinsAn}</math></b>	Zinsbelastung durch gebundenes Anlagevermögen
<b><math>K_{ZinsUm}</math></b>	Zinsbelastung durch gebundenes Umlaufvermögen
<b>KS</b>	Kalkulationssatz
<b><math>L_G</math></b>	Gesamtleistungsmenge
<b>KSK</b>	Kostenstellenkosten
<b>MG</b>	Mengengröße
<b>n</b>	Gesamtnutzungsdauer

<b>RW</b>	Restwert
<b>TU</b>	Tagesumsatz eines Betriebsmittels
<b>WBW</b>	Wiederbeschaffungswert
<b>WG</b>	Wertgröße
$z_{An}$	Verzinsung des Anlagevermögens
$z_{Um}$	Verzinsung des Umlaufvermögens
<b>ZSS</b>	Zuschlagsatz
<b>ZZ</b>	Zahlungsziel

### 5.3 Positionsnummern des Kostenmodells

<b>1a/1b</b>	Bezeichnung Triebfahrzeug/ Bezeichnung Wagon
<b>2a/2b</b>	Fabrikat/Typ Triebfahrzeug/ Fabrikat/Typ Wagon
<b>3</b>	Stundenleistung Triebfahrzeug
<b>4</b>	Rekuperationsfähigkeit Triebfahrzeug
<b>5</b>	eigenes Messgerät für Strom Triebfahrzeug
<b>6a/6b</b>	Gewicht Triebfahrzeug/ Gewicht Wagon
<b>7a/7b</b>	Achsenzahl Triebfahrzeug/ Achsenzahl Wagon
<b>8a/8b</b>	Achslast Triebfahrzeug/Achslast Wagon
<b>9a/9b</b>	Länge Triebfahrzeug/ Länge Wagon
<b>10</b>	Ladelänge Wagon
<b>11</b>	Anzahl 20 Fuß Container
<b>12</b>	Anzahl 40 Fuß Container
<b>13a/13b</b>	Finanzierungsform Triebfahrzeug/ Finanzierungsform Wagon
<b>14a/14b</b>	Kaufpreis Triebfahrzeug/ Kaufpreis Wagon
<b>15a/15b</b>	Wiederbeschaffungsneupreis Triebfahrzeug/ Wiederbeschaffungsneupreis Wagon
<b>16a/16b</b>	Restewert am Ende der Nutzung Triebfahrzeug/ Restewert am Ende der Nutzung Wagon
<b>17a/17b</b>	Leasing pro Monat Triebfahrzeug/ Leasing pro Monat/ Miete pro Tag Wagon
<b>18a/18b</b>	Jahresleistung Triebfahrzeug/ Jahresleistung Wagon
<b>19a/19b</b>	Nutzungsdauer Triebfahrzeug/ Nutzungsdauer Wagon
<b>20a/20b</b>	AfA zeitabhängig Triebfahrzeug/ AfA zeitabhängig Wagon
<b>21a/21b</b>	AfA leistungsabhängig Triebfahrzeug/ AfA leistungsabhängig Wagon
<b>22a/22b</b>	Umlaufvermögen Triebfahrzeug/ Umlaufvermögen Wagon
<b>23a/23b</b>	Einsatztage pro Jahr Triebfahrzeug/Einsatztage Pro Jahr Wagon
<b>24a/24b</b>	Tageeseinsatz Triebfahrzeug/ Tageeseinsatz Wagon
<b>25a/25b</b>	Steuern pro Jahr Triebfahrzeug/ Steuern pro Jahr Wagon
<b>26a/26b</b>	Versicherungen pro Jahr Triebfahrzeug/ Versicherungen pro Jahr Wagon
<b>27</b>	weitere Kosten pro Jahr Triebfahrzeug
<b>28a/28b</b>	Reparaturen, Wartung, Pflege Triebfahrzeug/ Reparaturen, Wartung, Pflege Wagon
<b>29a/29b</b>	Anzahl Triebfahrzeug/ Anzahl Wagon
<b>30</b>	Trassenpreis für beladenen Zug
<b>31</b>	Kosten für die Nutzung der Gleisanlagen
<b>32</b>	Trassengebühr für den Leerzug
<b>33</b>	Land

<b>34</b>	Summe Stromkosten
<b>34z</b>	zusätzliche Stromkosten
<b>35</b>	Summe Stromkosten Leerfahrt
<b>36</b>	Kosten Strommessung
<b>37</b>	Strecke
<b>38</b>	Tatsächliche Fahrzeit
<b>39</b>	Wartezeiten
<b>40</b>	Be- und Entladezeiten
<b>41</b>	Gesamte Transportzeit
<b>42</b>	Durchschnittsgeschwindigkeit
<b>43</b>	Leerfahrtanteil Rückfahrt
<b>44a/44b/44c</b>	Jahresbruttolohn Lokführer/ Jahresbruttolohn Wagenmeister/ Jahresbruttolohn Rangierbegleiter
<b>45</b>	Personalfaktor
<b>46</b>	Jahresbruttolohn Triebfahrzeug
<b>47a/47b</b>	Sozialaufwendungen Lokführer/ Sozialaufwendungen Wagenmeister
<b>48a/48b</b>	Sozialaufwendungen Lokführer/ Sozialaufwendungen Wagenmeister
<b>49</b>	Aushilfsfahrer inklusive Sozialversicherung
<b>50a/c</b>	Spesen pro tag Lokführer/ Spesen pro Tag Rangierbegleiter
<b>51</b>	weitere Fahrerkosten
<b>52a/52b/52c</b>	Summe Fahrerpersonalkosten/ Summe Wagenmeisterkosten/ Summer Rangierbegleiterkosten
<b>53</b>	Arbeitsstunden pro Jahr (Wagenmeister)
<b>54</b>	Verzinsung des Umlaufvermögens
<b>55</b>	Verzinsung des Anlagevermögens
<b>56</b>	Verwaltungskostensatz
<b>57</b>	Wagniskostensatz

## 5.4 Genauer Streckenverlauf

From - To	Km		
Austria - Salzburg Hbf (in Sb) - Austria - Grenze ÖBB - SLB	0.73	Austria - Puch Urstein - Austria - Puch bei Hallein	1.32
Austria - Grenze ÖBB - SLB - Austria - Salzburg-Mitte (in Sb)	0.27	Austria - Puch bei Hallein - Austria - Oberalm	1.45
Austria - Salzburg-Mitte (in Sb) - Austria - Salzburg Sam (in Sb)	1.10	Austria - Oberalm - Austria - Hallein	1.84
Austria - Salzburg Sam (in Sb) - Austria - Salzburg Gnigl-Vbf (in Sb)	0.30	Austria - Hallein - Austria - Hallein Burgfried	1.54
Austria - Salzburg Gnigl-Vbf (in Sb) - Austria - Salzburg Gnigl (in Sb)	0.57	Austria - Hallein Burgfried - Austria - Bad Vigaun	1.57
Austria - Salzburg Gnigl (in Sb) - Austria - Salzburg Gnigl-Einfgr (in Sb)	0.52	Austria - Bad Vigaun - Austria - Kuchl Garnei	1.46
Austria - Salzburg Gnigl-Einfgr (in Sb) - Austria - Salzburg Parsch	1.00	Austria - Kuchl Garnei - Austria - Üst HI 3	0.50
Austria - Salzburg Parsch - Austria - Salzburg Aigen	1.27	Austria - Üst HI 3 - Austria - Kuchl Lst (Awanst)	2.29
Austria - Salzburg Aigen - Austria - Salzburg Süd	2.17	Austria - Kuchl Lst (Awanst) - Austria - Kuchl	0.41
Austria - Salzburg Süd - Austria - Elsbethen	1.06	Austria - Kuchl - Austria - Golling-Abtenau	3.18
Austria - Elsbethen - Austria - Üst Aj 5	3.22	Austria - Golling-Abtenau - Austria - AB (Awanst)	2.76
Austria - Üst Aj 5 - Austria - Puch Urstein	1.00	Austria - AB (Awanst) - Austria - AB (Awanst)	0.03
		Austria - AB (Awanst) - Austria - Üst Gg 2	2.91

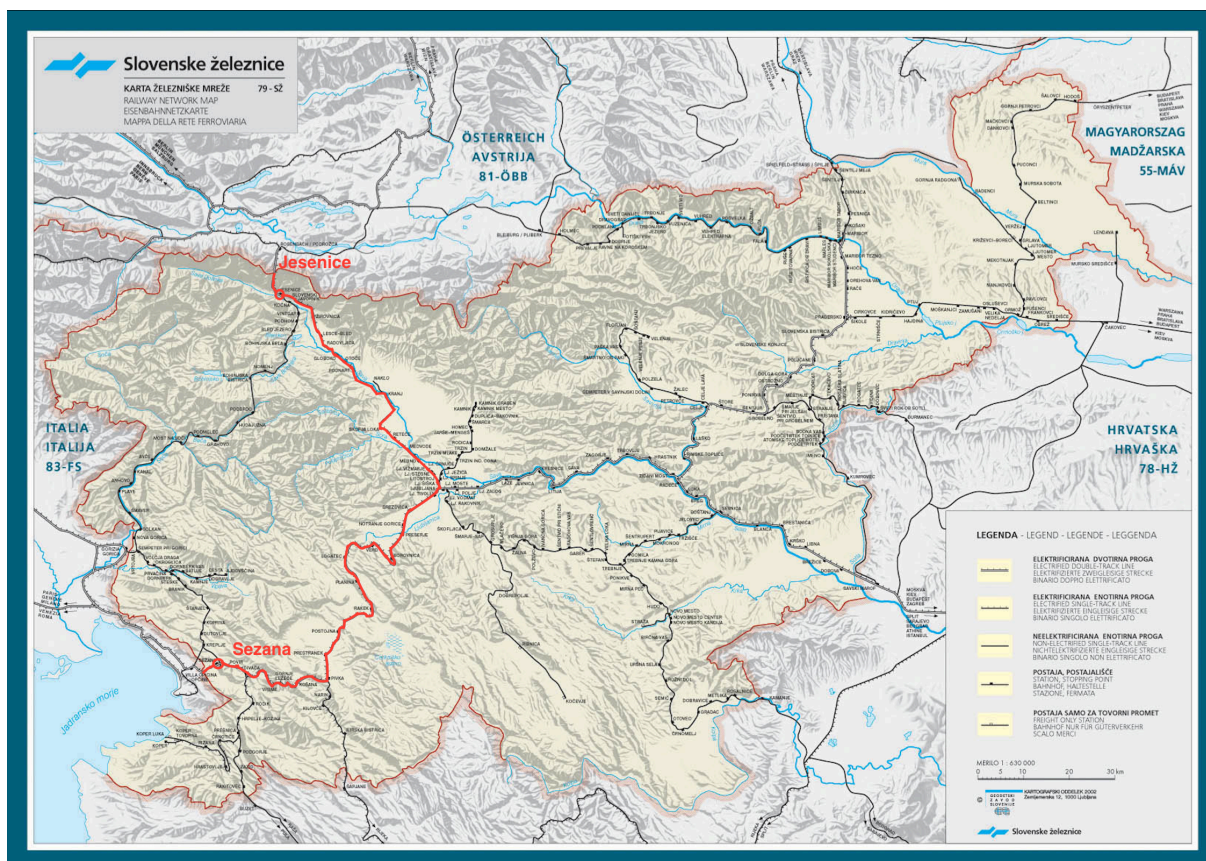
Austria - Üst Gg 2 - Austria - Üst Gg 4	4.10	Austria - Ferndorf - Austria - Markt Paternion	1.32
Austria - Üst Gg 4 - Austria - Sulzau Lst (Awanst)	0.11	Austria - Markt Paternion - Austria - Paternion-Feistritz	2.52
Austria - Sulzau Lst (Awanst) - Austria - Tenneck (Awanst)	3.56	Austria - Paternion-Feistritz - Austria - AB (Awanst)	4.42
Austria - Tenneck (Awanst) - Austria - Werfen	2.98	Austria - AB (Awanst) - Austria - Weissenstein-Kellerberg	1.06
Austria - Werfen - Austria - Pfarrwerfen	1.39	Austria - Weissenstein-Kellerberg - Austria - Puch	3.68
Austria - Pfarrwerfen - Austria - Bischofshofen (in Bo)	5.70	Austria - Puch - Austria - Gummern	1.21
Austria - Bischofshofen (in Bo) - Austria - Bischofshofen Fbf (in Bo)	0.90	Austria - Gummern - Austria - AB (Awanst)	1.41
Austria - Bischofshofen Fbf (in Bo) - Austria - Mitterberghütten	2.07	Austria - AB (Awanst) - Austria - Abzw Gu 2	4.90
Austria - Mitterberghütten - Austria - Üst Bo 2	1.61	Austria - Abzw Gu 2 - Austria - Villach Westbf (in Vb)	2.59
Austria - Üst Bo 2 - Austria - St.Johann im Pongau	4.38	Austria - Villach Westbf (in Vb) - Austria - AB (Awanst)	2.11
Austria - St.Johann im Pongau - Austria - Schwarzach-St.Veit	5.28	Austria - AB (Awanst) - Austria - Villach Warmbad	0.43
Austria - Schwarzach-St.Veit - Austria - Loifarn (in Lof)	5.43	Austria - Villach Warmbad - Austria - Villach Süd Gvbf-Auen (in Vsv)	1.05
Austria - Loifarn (in Lof) - Austria - Loifarn-Süd (in Lof)	1.37	Austria - Villach Süd Gvbf-Auen (in Vsv) - Austria - Villach Süd Gvbf-Ost (in Vsv)	1.54
Austria - Loifarn-Süd (in Lof) - Austria - Abzw Lof 1	2.49	Austria - Villach Süd Gvbf-Ost (in Vsv) - Austria - Gödersdorf (in Vsv)	0.28
Austria - Abzw Lof 1 - Austria - Dorfgastein	5.02	Austria - Gödersdorf (in Vsv) - Austria - Finkenstein	1.64
Austria - Dorfgastein - Austria - Bad Hofgastein	4.97	Austria - Finkenstein - Austria - Faak am See	3.68
Austria - Bad Hofgastein - Austria - Bad Hofgastein Haltestelle	3.08	Austria - Faak am See - Austria - Ledenitzen	5.33
Austria - Bad Hofgastein Haltestelle - Austria - Abzw Hg 1	0.21	Austria - Ledenitzen - Austria - Winkl im Rosent.	3.51
Austria - Abzw Hg 1 - Austria - Angertal	2.82	Austria - Winkl im Rosent. - Austria - Rosenbach	3.10
Austria - Angertal - Austria - Abzw Al 1	2.27	Austria - Rosenbach - Austria - Staatsgrenze nächst Rosenbach	5.84
Austria - Abzw Al 1 - Austria - Bad Gastein	2.42	Slovenia - JESENICE MEJA - Slovenia - JESENICE	7.06
Austria - Bad Gastein - Austria - Böckstein	4.10	Slovenia - JESENICE - Slovenia - SLOVENSKI JAVORNIK	2.80
Austria - Böckstein - Austria - Mallnitz-Hintertal (in Ma)	9.16	Slovenia - SLOVENSKI JAVORNIK - Slovenia - ZIROVNICA	6.10
Austria - Mallnitz-Hintertal (in Ma) - Austria - Mallnitz-Nord (in Ma)	1.76	Slovenia - ZIROVNICA - Slovenia - LESCE BLED	3.99
Austria - Mallnitz-Nord (in Ma) - Austria - Mallnitz-Oberveßlach (in Ma)	0.82	Slovenia - LESCE BLED - Slovenia - PODNART	12.02
Austria - Mallnitz-Oberveßlach (in Ma) - Austria - Üst Ma 2	5.81	Slovenia - PODNART - Slovenia - KRANJ	10.79
Austria - Üst Ma 2 - Austria - Oberfalkenstein	4.08	Slovenia - KRANJ - Slovenia - SKOFJA LOKA	8.78
Austria - Oberfalkenstein - Austria - Penk	2.60	Slovenia - SKOFJA LOKA - Slovenia - MEDVODE	7.57
Austria - Penk - Austria - Kolbnitz	6.37	Slovenia - MEDVODE - Slovenia - LJUBLJANA VIZMARJE	6.10
Austria - Kolbnitz - Austria - Üst Kl 2	4.33	Slovenia - LJUBLJANA VIZMARJE - Slovenia - LJUBLJANA SSKA	4.76
Austria - Üst Kl 2 - Austria - Mühldorf-Möllbrücke	0.24	Slovenia - LJUBLJANA SSKA - Slovenia - LJUBLJANA	1.40
Austria - Mühldorf-Möllbrücke - Austria - Pusarnitz (in Uz)	3.42	Slovenia - LJUBLJANA - Slovenia - BREZOVICA	7.91
Austria - Pusarnitz (in Uz) - Austria - Pusarnitz-Süd (in Uz)	1.22	Slovenia - BREZOVICA - Slovenia - PRESERJE	6.89
Austria - Pusarnitz-Süd (in Uz) - Austria - Abzw Str 40701 (in Uz)	0.39	Slovenia - PRESERJE - Slovenia - BOROVNICA	5.85
Austria - Abzw Str 40701 (in Uz) - Austria - Spittal-Millstättersee	6.50	Slovenia - BOROVNICA - Slovenia - VERD	11.24
Austria - Spittal-Millstättersee - Austria - Rothenhorn	8.42	Slovenia - VERD - Slovenia - LOGATEC	9.31
Austria - Rothenhorn - Austria - AB (Awanst)	3.66	Slovenia - LOGATEC - Slovenia - RAKEK	14.10
Austria - AB (Awanst) - Austria - Ferndorf	1.05	Slovenia - RAKEK - Slovenia - POSTOJNA	11.60



Slovenia - POSTOJNA - Slovenia - PRESTRANEK	6.45	Italy - AURISINA - Italy - BIVIO D AUR.SC.ESTR.VIADOTTO	2.09
Slovenia - PRESTRANEK - Slovenia - PIVKA	6.38	Italy - BIVIO D AUR.SC.ESTR.VIADOTTO - Italy - BIVIO D AURISINA	0.75
Slovenia - PIVKA - Slovenia - GORNJE LEZECE	12.01	Italy - BIVIO D AURISINA - Italy - BIVIO D AUR.SC.ESTR.GALLERIA	0.81
Slovenia - GORNJE LEZECE - Slovenia - DIVACA	11.91	Italy - BIVIO D AUR.SC.ESTR.GALLERIA - Italy - GRIGNANO	5.42
Slovenia - DIVACA - Slovenia - SEZANA	9.63	Italy - GRIGNANO - Italy - MIRAMARE	1.23
Slovenia - SEZANA - Slovenia - SEZANA MEJA	3.30	Italy - MIRAMARE - Italy - TRIESTE C.LE GR.SC. BARCOLA	4.76
Italy - VILLA OPICINA - Italy - PROSECCO	4.39	Italy - TRIESTE C.LE GR.SC. BARCOLA - Italy - TRIESTE C.LE GR. SCAMBI GRETTA	0.84
Italy - PROSECCO - Italy - AURISINA	7.73	Italy - TRIESTE C.LE GR. SCAMBI GRETTA - Italy - TRIESTE CENTRALE	1.42

Abbildung 48: genauer Verlauf der Strecke von Salzburg Hbf nach Trieste Centrale<sup>407</sup>

### 5.4.1 Route durch Slowenien

Abbildung 49: Route durch Slowenien<sup>408</sup>

<sup>407</sup> vgl. Support CIS, (support.cis@rne.eu), (17.02.2016), CIS results, E mail an Ramprecht, P., (e0926123@student.tuwien.ac.at)

<sup>408</sup> bezüglich Karte vgl. [http://en.slo-zeleznice.si/en/passengers/slovenia/timetable/network\\_map](http://en.slo-zeleznice.si/en/passengers/slovenia/timetable/network_map)

## 5.4.2 Route durch Österreich

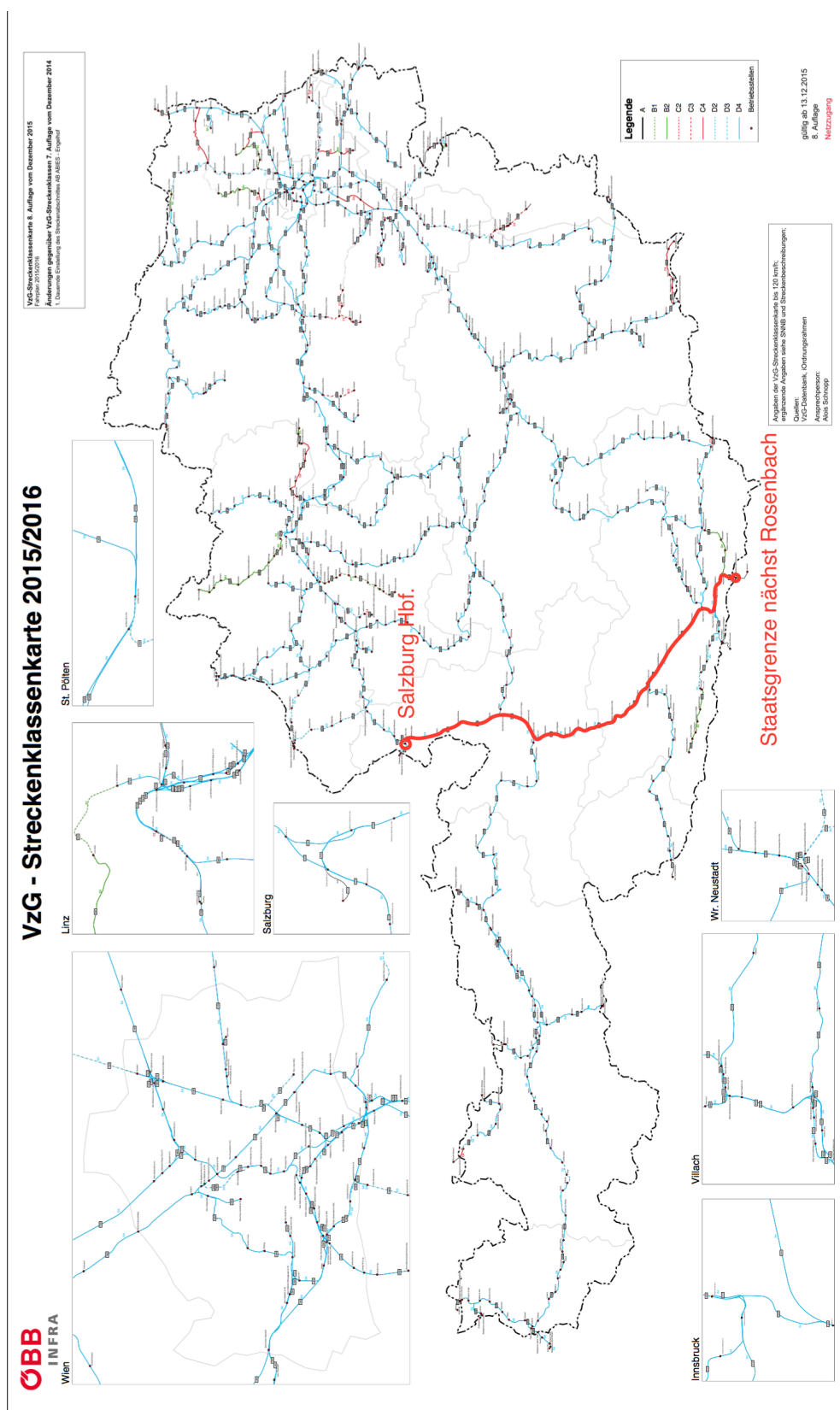


Abbildung 50: Route durch Österreich<sup>409</sup>

<sup>409</sup> bezüglich Karte vgl.

[http://www.oebb.at/infrastruktur/\\_\\_\\_resources/llShowDocSec.jsp?nodeId=56401984](http://www.oebb.at/infrastruktur/___resources/llShowDocSec.jsp?nodeId=56401984)



### 5.4.3 Route durch Deutschland

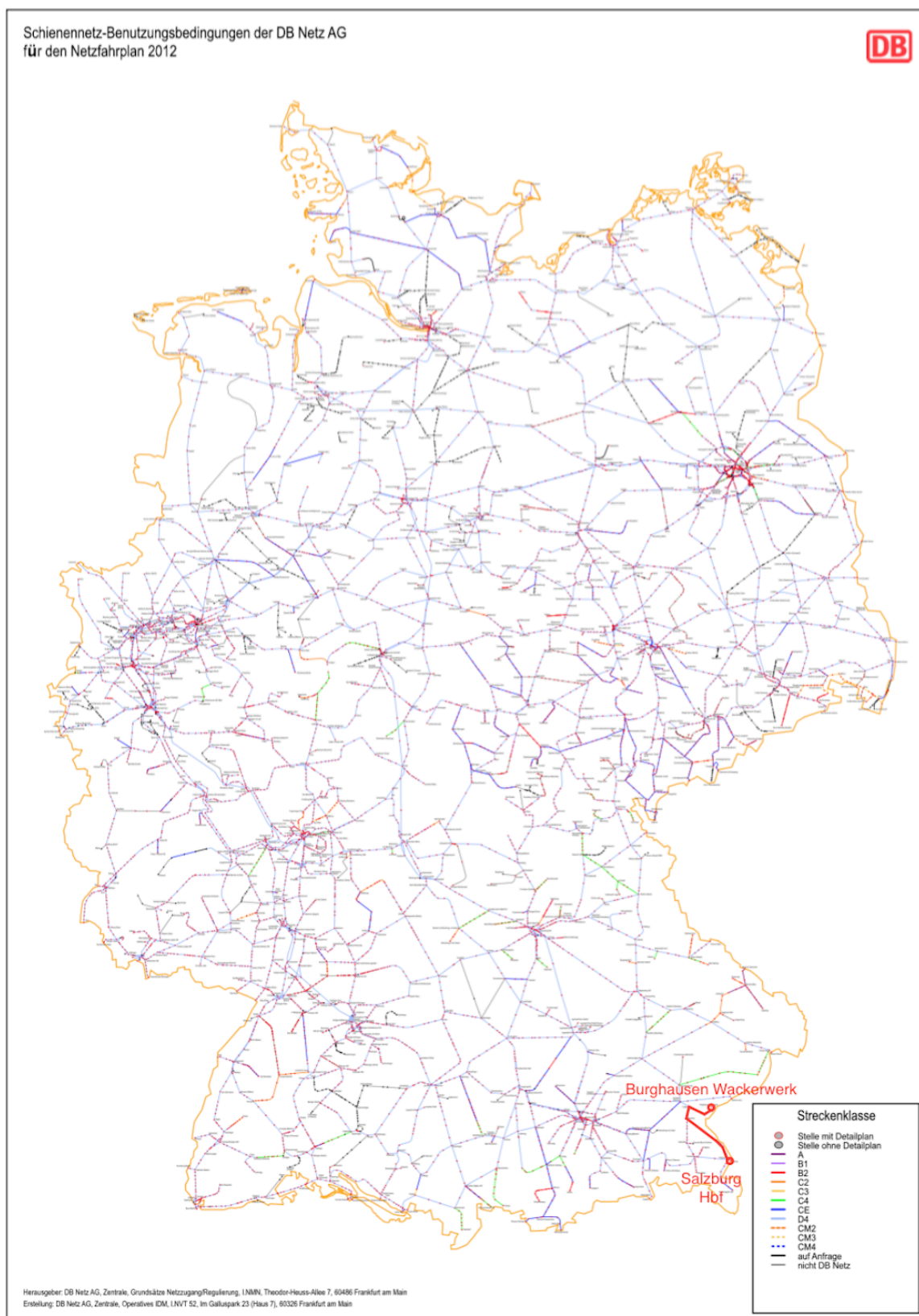


Abbildung 51: Route durch Deutschland<sup>410</sup>

<sup>410</sup> bezüglich Karte vgl.

[http://www.fvme.de/technischesbuerau/achsmeterlast/karte2012\\_streckenklasse.pdf](http://www.fvme.de/technischesbuerau/achsmeterlast/karte2012_streckenklasse.pdf)

## 5.5 Datenblatt „Berechnung“ des Fallbeispiels

Berechnung					
<b>Angaben</b>					
Strecke	Transport	Leerfahrtenanteil: 100%	Be- und Entladung	Gesamt:	Zug
Länge:	509,0 km	509,0 km	0,0 km	1.018,0 km	Zuglänge:
Einsatzdauer:	10,0 h	10,0 h	2,0 h	22,0 h	Zuggewicht leer:
Tagessätze:	0,8 d	0,8 d	0,2 d	2,0 d	Zuggewicht beladen:
					548,1 m
					559,5 t
					1.571,0 t
<b>Kosten</b>					
<b>Triebfahrzeugskosten</b>		<b>Güterwagenkosten</b>		<b>Betriebspersonalkosten</b>	
zeitabhängige Kosten	Triebfahrzeug	Anzahl: 1	Güterwagen	Fahrer	€ 1.034,99
zeitabhängige AfA	€ 64.988,65	€ 64.988,65	€ 0,00	Rangierbegleiter	€ 0,00
Leasingkosten	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	Wagenmeister	€ 18,16
(Mietkosten/Tag)	€ 0,00	€ 0,00	€ 20,00	<b>Gesamt</b>	<b>€ 1.053,15</b>
Zinsen Umlaufvermögen	€ 51.057,50	€ 51.057,50	€ 0,00		
Zinsen Anlagevermögen	€ 67.500,00	€ 67.500,00	€ 0,00	<b>Energiekosten</b>	
Steuern	€ 0,00	€ 0,00	€ 0,00	Transport	€ 1.747,69
Versicherungen	€ 10.000,00	€ 10.000,00	€ 0,00	Zuschläge	€ 0,00
sonstige Fixkosten	€ 600,00	€ 600,00	€ 0,00	Messung	€ 6,43
<b>Fixkosten/Jahr</b>	<b>€ 194.146,15</b>	<b>€ 194.146,15</b>		Leerfahrt	€ 808,08
<b>Tagessatz</b>	<b>€ 693,38</b>	<b>€ 693,38</b>		<b>Gesamt</b>	<b>€ 2.562,20</b>
leistungsabhängige K.					
leistungsabhängige AfA	€ 64.988,65	€ 64.988,65	€ 0,00	<b>Infrastrukturnutzungskosten</b>	
Reperatur- und Wartung	€ 181.305,00	€ 181.305,00	€ 1.200,00	Transport	€ 1.256,08
<b>variable Kosten/Jahr</b>	<b>€ 246.293,65</b>	<b>€ 246.293,65</b>		Anlagen	€ 50,00
Kilometersatz	€ 1,45	€ 1,45		Leerfahrt	€ 1.024,84
<b>Gesamt</b>	<b>€ 2.861,62</b>	<b>€ 2.861,62</b>		<b>Gesamt:</b>	<b>€ 2.330,92</b>
<b>Summe Einzelkosten</b>		<b>€ 10.564,20</b>	<b>Overheadkosten</b>		
			allgemeine Verwaltung	€ 1.248,69	<b>Gesamtkosten</b>
			Wagnis	€ 211,28	fixe Kosten
			<b>Gesamt</b>	<b>€ 1.459,97</b>	variable Kosten
					€ 8.124,28

## 5.6 Fragebogen zur Expertenbefragung

**Expertengespräch mit DI Osman Erol, Geschäftsführer der Rail Cargo Logistics - Environmental Services GmbH**

### **Fallbeispiel: Ganzzug Containertransport Rohsilicium**

von: Terminal Burghausen  
nach: Hafenterminal Triest

Die Angaben beziehen sich auf den Artikel „Keine halben Sachen“ unter:  
<http://blog.oebb.at/mediacenter/keine-halben-sachen/>

#### **Fragen:**

1. Welche Länge haben die Company-Train Ganzzüge?/ Welche Länge haben Ganzzüge ca. im Durchschnitt?
2. Welche Maximalzuglänge darf auf dieser Strecke nicht überschritten werden?/  
Welche Maximalzuglänge darf im Allgemeinen nicht überschritten werden?
3. Welche Triebfahrzeuge werden auf dieser Strecke eingesetzt?/ Welche Triebfahrzeuge werden am häufigsten von der Rail Cargo für den Ganzzugtransport eingesetzt?
4. Technische Daten zu dem Triebfahrzeug aus Frage 3:
  - a. Stundenleistung
  - b. Rekuperationsbremsen vorhanden?
  - c. Welchen Vertrag zur Stromabrechnung?
  - d. Strommessgerät angemietet oder eigenes?
  - e. Gewicht
  - f. Achsenzahl
  - g. Länge
5. Unternehmensspezifische Daten bezüglich Triebfahrzeug:
  - a. Triebfahrzeug gekauft oder geleast?
  - b. Kaufpreis bzw. Leasingkosten?
  - c. Restwert am Ende der Nutzung
  - d. Nutzungsdauer
  - e. Durchschnittliche Jahresleistung eines derartigen Triebfahrzeugs in km
  - f. Durchschnittlicher Tagesumsatz eines Triebfahrzeugs
  - g. Steuern pro Jahr
  - h. Versicherungen pro Jahr
  - i. Kosten für Kommunikation pro Jahr
  - j. Kosten für Reparaturen, Wartung und Pflege

- 
6. Wie viele Triebfahrzeuge sind für die Traktion eines voll beladenen Ganzzuges nötig? (Reicht auf dieser speziellen Strecke ein Triebfahrzeug aus Frage 3?)
  7. Welche Güterwagen kommen für den Containertransport von 20 und 40 Fuß meistens zum Einsatz?
  8. Unternehmensspezifische Daten bezüglich Güterwagen:
    - a. Güterwagen gemietet, gekauft oder geleased?
    - b. Kaufpreis/ Leasingkosten/ Mietkosten pro Tag?
    - c. Restwert am Ende der Nutzung
    - d. Nutzungsdauer
    - e. Durchschnittliche Jahresleistung eines derartigen Güterwagens in km
    - f. Steuern pro Jahr
    - g. Versicherungen pro Jahr
    - h. Kosten für Reparaturen, Wartung und Pflege
  9. Spezielle Informationen zur Strecke Burghausen nach Triest (z.B. Streckenlänge, Fahrzeiten, Wartezeiten, Be- und Entladezeiten).
  10. Kosten des Lokführers
    - a. Jahresbruttolohn
    - b. Wie viele Fahrer kommen ca. auf wie viele Triebfahrzeuge?
    - c. Sozialaufwendungen in %
    - d. Spesen pro Tag?
    - e. Sonstige jährliche Kosten wie Weiterbildungen etc.
  11. Kosten Wagenmeister
    - a. Jahresbruttolohn
    - b. Sozialaufwendungen
    - c. Weitere Kosten pro Jahr?
  12. Ungefähres Verhältnis der Einzelkosten (Herstellungskosten) zu Gemeinkosten (Verwaltungskosten) bei der Rail Cargo Austria.

## 6 Literaturverzeichnis

### 6.1 Verwendete Literatur

Ammoser, H.: Glossar Verkehrswesen und Verkehrswissenschaften, Definitionen und Erläuterungen zu den Begriffen des Transport- und Nachrichtenwesens, Technische Universität Dresden- Institut für Wirtschaft und Verkehr, Dresden, 2006

Arnold, D. u. a.: Handbuch Logistik, 3. Auflage, Springer, Heidelberg, 2008

Bahnstrom 2015- Preisblatt für Jahresverträge der ÖBB Infra, ÖBB Infrastruktur AG (20.10.2014)

Barwig, U.; Hartmann, H.: Kosten- und Leistungsrechnung in der Spedition- Grundlagen und praktische Anwendungen, Oldenbourg Verlag, München, (2012) 2014

Becker, W.; Lutz, S.: Gabler kompakt Lexikon- Modernes Rechnungswesen, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2007

Bericht des Rechnungshofes- ÖBB- Produktionsgesellschaft mbH- Einsatzplanung der Lokreihe 1014, Bundeministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2014

Bericht des Rechnungshofes- Triebfahrzeugdisposition und Triebfahrzeugbeschaffung der ÖBB Unternehmensgruppe in Österreich, Bundeministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2015

Bretzke, W.-R.; Barakawi, K.: Nachhaltige Logistik- Antworten auf eine globale Herausforderung, 2. Auflage, Springer Verlag, München, 2012

Clausen, U.; Geiger, C.: Verkehrs- und Transportlogistik, 2. Auflage, Springer Verlag, Dortmund, 2013, (zit. 2013a)

Clausen, U.; Thaller, C.: Wirtschaftsverkehr 2013- Datenerfassung und verkehrsträgerübergreifende Modellierung des Güterverkehrs als Entscheidungsgrundlage für die Verkehrspolitik, Springer Verlag, Dortmund, 2013, (zit. 2013b)

Core Network Corridors- Progress Report of the European Coordinators , European Commission, Brüssel, 2014

Czenskowksy, T.; Poussa, J.; Segelken, U.: Prozessorientierte Kostenrechnung in der Logistik, in: Krp- Kostenpraxis, 2 (2002), S.75ff

Datenblatt ES64U4, Mehrsystem-Hochleistungslokomotiven-Plattform, Siemens AG, Erlangen

Dorsch, M.: Verkehrswissenschaft- Eine Einführung, 2. Auflage, M&S Verlag, Plauen, 2014

EU transport in figures- Statistical Pocketbook 2014, Publications Office of the European Union, Belgien, 2014

Filipovic, Z.: Elektrische Bahnen- Grundlagen, Triebfahrzeuge, Stromversorgung, 4. Auflage, Springer, Heidelberg, (1967) 2005

Fischer, R.: Projekt „Überlange Güterzüge“ bei der DB Netz AG aus Sicht der EBA, in: Der Eisenbahn Ingenieur, 7 (2012), S.12ff

Friedl, B.: Kostenrechnung- Grundlagen, Teilrechnungen und Systeme der Kostenrechnung, 2. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, 2010

Fürnkranz, G.: Eisenbahnregulierung 2008- Tätigkeitsbericht, Schienen Control GmbH, Wien, 2009

Gerhardt, N. u.a.: Bahnstrom Regenerativ - Analyse und Konzepte zur Erhöhung des Anteils der Regenerativen Energie des Bahnstroms, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, Kassel, 2011

Griga, M.: Kosten- und Leistungsrechnung für Dummies, 1. Auflage, WILEY-VCH Verlag, Weinheim, 2010

Gronalt, M. u.a.: Handbuch Intermodaler Verkehr- Kombinierte Verkehr: Schiene-Straße- Binnenwasserstraße, Bohmann Druck und Verlag, Wien, 2010

Gudehus, T.: Logistik- Grundlagen, Strategien, Anwendungen, 3. Auflage, Springer, Heidelberg, 2005

Gudehus, T.: Logistik 1- Grundlagen, Verfahren und Strategien, Studienausgabe der 4. aktualisierten Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2012

Haberer, B.: Die Europäischen Eisenbahnpakete- Inhalte und Umsetzung der Europäischen Gesetzgebung, Verband der Bahnindustrie in Deutschland, Berlin, 2013

Hagenlocher, S.; Wittenbrink, P.: Analyse staatlich induzierter Kostensteigerungen im Schienengüterverkehr am Beispiel von ausgewählten Relationen, hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung mbH, Karlsruhe, 2015

Handbook on the Regulation concerning a European rail network for competitive freight (Regulation EC 913/2010) , Brüssel, 2011

- 
- Hechl, M.: Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030, in: Internationales Verkehrswesen, 6 (2013), S.64f.
- Hering, E.: Kostenrechnung und Kostenmanagement für Ingenieure, Springer Verlag, Wiesbaden, 2015
- Hölser, T.: Lorenz 1- Leitfaden für Spediteure und Logistiker in Ausbildung und Beruf, 23. Auflage, Deutscher Verkehrs Verlag, Hamburg, 2012
- Hösler, T.: Lorenz 2- Leitfaden für Spediteure und Logistiker in Ausbildung und Beruf, 19. Auflage, Deutscher Verkehrs Verlag, Hamburg, 2013
- Höppner, S.: Generische Beschreibung von Eisenbahnbetriebsprozessen, ETH Zürich, Zürich, 2015
- Horn, A.: Eisenbahn Handbuch, Holzhausen Verlag, Wien, 2012
- Horn, A.: Düstere Aussichten für den Schienengüterverkehr, in: Eisenbahn Österreich, 3 (2013a), S. 146f.
- Horn, A.: Seltsame Erfolgsbilanz der ÖBB im Güterverkehr, in: Eisenbahn Österreich, 7 (2013b), S.365
- Janic, M.: Advanced Transport Systems- Analysis, Modeling and Evaluation of Performances, Springer Verlag, London, 2014
- Janicki, J.: Systemwissenschaften Eisenbahn, Bahn Fachverlag, Berlin, 2011
- Janicki, J.; Reinhard, H.: Schienenfahrzeugtechnik, 2. Auflage, Bahn Fachverlag, Mainz, 2008
- Junker, K.: Ein gemeinsames Bahnsystem für Europa, in: ZEVrail, 6 (2010), S.8ff.
- Kille, C., Schmidt, N.: Wirtschaftliche Rahmenbedingungen des Güterverkehrs- Studie zum Vergleich der Verkehrsträger im Rahmen des Logistikprozesses in Deutschland, Fraunhofer IRB Verlag, Nürnberg, 2008
- Klug, F.: Logistikmanagement in der Automobilindustrie- Grundlagen der Logistik im Automobilbau, Springer Verlag, München, 2010
- Koch, K.-W.: Eisenbahnatlas Europa, Gera Mond Verlag, München, 2012
- Kostenentwicklung im Güterverkehr- Einsatz im Fernbereich- von Januar 2013 bis Januar 2014, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2014
- Kuhlmann, A.: Darstellung des Kombinierten Güterverkehrs, Konstruktion und Implementierung eines Optimierungsmodells für den Kombinierten Güterverkehr, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2013

Lang, A. u.a.: Längere Güterzüge: 385 m-Züge zwischen Hamburg und Dänemark, in: Der Eisenbahn Ingenieur, 7 (2012), S.6ff.

Large, R.: Logistikfremdvergabe, Logistikorganisation und das Berufsbild eines Logistikmanagers- Gedanken zum Strukturwandel der Logistik in Industrie- und Handelsunternehmen, in: Delfmann, W.; Wimmer, T.(Hrsg.): Strukturwandel in der Logistik- Wissenschaft und Praxis im Dialog, Hamburg, 2010, S.61f.

Meißner, H.-R.: Logistik- und Entwicklungsdienstleister in der Deutschen Automobilindustrie- neue Herausforderungen für die Gestaltung der Arbeitsbeziehungen, Otto Brenner Stiftung, Frankfurt, 2013

Neue TAURUS-Generation am Korridor X einsetzbar, ÖBB-Traktion GmbH, Wien, 2006

Neumann, L.; Scharfschwerdt, J.: Zukünftiger Trend des Schienenverkehrs in Deutschland und Europa, Hans Böckler Stiftung, Berlin 2010

Ostermann, N.: Güterverkehr fürchtet um Wettbewerbsfähigkeit, in: Eisenbahntechnische Rundschau, 3 (2012), S.6f.

Posset, M. u.a.: Intermodaler Verkehr Europa, Eigenverlag Logistikum der FH OÖ, Steyr, 2014

Preisblatt „Comfort“ der DB Energie GmbH, gültig ab 01.01.2016, Stand 05.10.2015

Preisblatt für Jahresverträge ÖBB Infrastruktur AG 2015, Stand 20.10.2014

Preisblatt UEF Eisenbahnverkehrsgesellschaft mbH- Strecke Amstetten- Gerstetten, Ettlingen, 2009

Schienenetz-Benutzungsbedingungen der DB Netz AG für den Netzfahrplan 2012, DB Netz AG Zentrale, Frankfurt, 2012

Seidelmann, C.: 40 Jahre Kombiniertes Verkehr Straße- Schiene in Europa- Vom Huckepackverkehr zum Intermodalen Transportsystem, UIRR, Frankfurt, 2010

Siegmann, J; Stühr, H.: Hat der Einzelwagenverkehr in Europa noch eine Chance?, in: Eisenbahntechnische Rundschau, 3 (2012), S.10ff.

Spielmann, M. u.a.: Energiebedarfs und Emissionsvergleich von LKW, Bahn und Schiff im Güterverkehr- Aktualisierung 2011, PE International, Leinfelden, 2011

Stölzle, W.: Güterverkehr kompakt, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2010



Suchanek, D.: Europäische Privatbahnen '10- Die Marktübersicht von Rail Business, TZ- Verlag & Print, Hamburg, 2009

Trassenpreissystem (TPS)- Liste der Entgelte der DB Netz AG 2016 für Zugtrassen, Zusatz- und Nebenleistungen, DB Netz AG, Frankfurt, Stand: 14.10.2014

UIC, Pressemitteilung Nr. 23/2012, Der internationale Eisenbahnverband (UIC) und die Internationale Energieagentur (IEA) veröffentlichen das erste Handbuch zum Thema „Energieverbrauch und CO2-Emissionen“ im weltweiten Bahnwesen

VCÖ-Forschungsinstitut: Globaler Güterverkehr- Herausforderung Europa, VCÖ, Wien, 2009

Vogt, U.: Allrounder im Güterverkehr, in: Privatbahn Magazin, 3 (2013), S.11ff.

Weber, J.: Logistikkostenrechnung- Kosten-, Leistungs- und Erlösinformationen zur erfolgsorientierten Steuerung der Logistik, 3. Auflage, Heidelberg, 2012

Wittenbrink, P.: Der WLV- Operateur kommt- Ein neues Geschäftsmodell könnte den Bahnspeditionen weitere Felder erschließen- und den Einzelwagenverkehr wieder auf die Erfolgsspur setzen, in: DVZ, 5 (2009), S. 10

Wittenbrink, P.: Green Logistics führt zu Kosten- und Wettbewerbsvorteilen, in: Internationales Verkehrswesen, 05 (2010), S.16ff.

Wittenbrink, P.: About the attractiveness of combined transport for shippers, in: PRIMA, 01 (2012a)

Wittenbrink, P.: Systemkostenvergleich Straße und Schiene im Güterverkehrsbereich- Eine systematische Betrachtung von Kostenstrukturen, in: Güterbahnen, 02 (2012b), S.14ff.

Wittenbrink, P.: Transportmanagement- Kostenoptimierung, Green Logistics und Herausforderungen an der Schnittstelle Rampe, 2. Auflage, Springer, Wiesbaden, (2011) 2014

Wittenbrink, P.: „WLV-Operateur“- neues Geschäftsmodell für Speditionen?, in: Rail Business, 11-12 (2012c), S.8f.

Wittenbrink, P.; Hagenlocher, S.: Kalkulation von Schienengüterverkehrs Leistungen, in: Privatbahn Magazin, 3 (2012d), S. 30f.

Wittenbrink, P.; Hagenlocher, S.; Heizmann B.: Analyse von Einzelwagenverkehr im Schienengüterverkehr- Den Wettbewerb spielen lassen, in: Internationale Transportzeitschrift, 13-14 (2013), S. 27f.

Zechner, U.: Eisenbahnregulierung 2009, Schienen-Control GmbH, Wien, 2010

## 6.2 Rechtsquellen

BuRa-ZugTV Agv MoVe, Arbeitgeber- und Wirtschaftsverband der Mobilitäts- und Verkehrsdienstleister, Berlin, 2015

Eisenbahnbau- und -betriebsverordnung - 398. Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie, mit der die Verordnung über den Bau und Betrieb von Eisenbahnen, 2008

Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung (EBO) , Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz, 1967/2015

EIBV-2005: Verordnung über den diskriminierungsfreien Zugang zur Eisenbahninfrastruktur und über die Grundsätze zur Erhebung von Entgelt für die Benutzung der Eisenbahninfrastruktur

Eisenbahninfrastruktur-Benutzungsverordnung – EIBV- Verordnung über den diskriminierungsfreien Zugang zur Eisenbahninfrastruktur und über die Grundsätze zur Erhebung von Entgelt für die Benutzung der Eisenbahninfrastruktur , 1957/2005

ISO 668:1995: Series 1 freight containers — Classification, dimensions and ratings, 1995/2005

Tarifvertrag für Lokomotivführer von Schienenverkehrsunternehmen des Agv MoVe, Arbeitgeber- und Wirtschaftsverband der Mobilitäts- und Verkehrsdienstleister, Berlin, 2015

Verordnung (EU) Nr. 1316/2013 zur Schaffung der Fazilität „Connecting Europe“, zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 913/2010 und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 680/2007 und (EG) Nr. 67/2010, Europäisches Parlament, Brüssel, 2013

Verordnung (EU) Nr. 913/2010 zur Schaffung eines europäischen Schienennetzes für einen wettbewerbsfähigen Güterverkehr, Europäisches Parlament, Brüssel, 2010

## 6.3 Internetquellen

Bares, M.: RailwayBox- Solution in Practice, ÖBB Infrastruktur AG, Wien, 2013  
 unter: [http://www.erness.eu/media/2281/W1%203.%20Michael%20Bares\\_%20RailwayBox\\_Solution%20in%20Practice.pdf](http://www.erness.eu/media/2281/W1%203.%20Michael%20Bares_%20RailwayBox_Solution%20in%20Practice.pdf)  
 (gelesen am: 15.01.2016)

Beförderungsleistung im Inland nach Verkehrsträgern und Güterabteilungen 2014,  
 unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Gueterverkehr/Tabellen/VerkehrstraegerGueterabteilungB.html#Start> (gelesen am: 19.11.2015)

Braun, M.: Keine halben Sachen (29.10.2015), unter:  
<http://blog.oebb.at/mediacenter/keine-halben-sachen/> (gelesen am: 22.02.2016)

Drewitz, M.; Rommerskirchen, S.: Euphorie weicht Ernüchterung (29.10.2012), unter:  
<http://www.dvz.de/rubriken/markt-konjunktur/single-view/nachricht/euphorie-weicht-ernuechterung.html> (gelesen am: 10.11.2015)

European Rail: Challenges Ahead- The Forth Rail Package (30.01.2013), unter:  
[http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-13-45\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-45_en.htm) (gelesen am: 11.11.2015)

Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Modal Split, unter:  
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/78671/modal-split-v10.html> (gelesen am: 05.12.2015)

Krummheuer, E.: Staatsbahnen auf dem Vormarsch (24.08.2011), unter:  
<http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/schienengueterverkehr-staatsbahnen-auf-dem-vormarsch/4526838.html> (gelesen am: 4.12.2015)

Railway transport - Goods transported, by group of goods, unter:  
<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do> (gelesen am: 19.11.2015)

UIC Streckenklassen- Erklärender Leitfaden, unter:  
[http://old.uic.org/IMG/pdf/explanation\\_guide\\_22\\_03\\_2012\\_fr\\_de\\_en.pdf](http://old.uic.org/IMG/pdf/explanation_guide_22_03_2012_fr_de_en.pdf) (gelesen am: 17.11.2015)

Universal Lexikon, Stichwort: Güterstruktureffekt, unter:  
[http://universal\\_lexikon.deacademic.com/246618/Güterstruktureffekt](http://universal_lexikon.deacademic.com/246618/Güterstruktureffekt) (gelesen am: 07.12.2015)

Zugverbindungen vom KombiTerminal Burghausen (2014), unter: <http://www.kt-burghausen.de/24-0-Zugverbindungen.html> (gelesen am: 22.02.2016)

## 6.4 Weiterführende Literatur

Buchholz, P.; Clausen U.: Große Netze der Logistik- Ergebnisse des Sonderforschungsbereich 559, Springer Verlag, Berlin, 2009

Engel, M.: Modal- Split- Veränderung im Güterverkehr- Analyse und Bewertung der Kosten- und Qualitätseffekte einer Verkehrsverlagerung Straße/Schiene, Deutscher Verkehrsverlag, Hamburg, 1996

Freystein, H.; Muncke M.; Schollmerier, P.: Handbuch Entwerfen von Bahnanlagen, 3. Auflage, DW Media Group, Hamburg, 2015

Graf, A.: Geschäftsmodelle im europäischen Automobilvertrieb- Herausforderung Multikanalmanagement, 1. Auflage, Wiesbaden, 2008

Gudehus, T.:Logistik 2- Netzwerke, Systeme und Lieferketten, Studienausgabe der 4. Auflage, Springer, Hamburg, 2010

Kabelka, E.: Sonderförderung für Schienengüterverkehrsleistungen, in: Schienenverkehr aktuell, 1 (2013), S.8

Prassas, E.; Roess, R.: Engineering Economics and Finance for Transportation Infrastructure, Springer- Verlag, Heidelberg, 2013

Scheucher, R.: Wettbewerb im österreichischen Güterverkehrsmarkt- Konstellationen zwischen Straße und Schiene, Technische Universität Wien, Wien, 2014

Schild, H.: Visionäre Bahnprojekte- Die Schweiz im Aufbruch, AS Verlag, Zürich, 2013

Schwedes, O.: Verkehrspolitik- Eine interdisziplinäre Einführung, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2011

## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verkehrsleistung [Mrd. tkm] Güterverkehr der EU 28 von 1995- 2012 (eigene Darstellung) .....	10
Abbildung 2: Entwicklung des Modal Split der EU 28 von 1995 bis 2012 (eigene Darstellung) .....	12
Abbildung 3: Die ursprünglichen neun Güterverkehrskorridore .....	20
Abbildung 4: Bahnstromsysteme in Europa .....	22
Abbildung 5: Deutsches Lichtraumprofil für nationalen (links) und internationalen Verkehr (rechts) nach der Anl7 und Anl8 der EBO 1967/2015 .....	27
Abbildung 6: Anteile verschiedener Güterarten an der Transportleistung im deutschen SGV (eigene Darstellung) .....	34
Abbildung 7: Anschriften auf einem Güterwagen der Deutschen Bahn (eigene Darstellung) .....	38
Abbildung 8: Grundaufbau der Vollkostenrechnung .....	43
Abbildung 9: Kostenstellenhierarchie einer Spedition .....	57
Abbildung 10: Startbildschirm des Kostenmodells (eigene Darstellung) .....	73
Abbildung 11: Userform „Überprüfung der Daten“ (eigene Darstellung) .....	73
Abbildung 12: Arbeitsblatt "Zug" (eigene Darstellung) .....	74
Abbildung 13: Datenblatt "Lok" (eigene Darstellung) .....	76
Abbildung 14: Tabellenblatt "Lok1" (eigene Darstellung) .....	76
Abbildung 15: Userform "Finanzierungsform Triebfahrzeug" (eigene Darstellung) ...	78
Abbildung 16: Datenblatt "Wag1" (eigene Darstellung) .....	81
Abbildung 17: Userform "Triebfahrzeug wählen" (eigene Darstellung) .....	82
Abbildung 18": Userform "Container wählen" (eigene Darstellung) .....	83
Abbildung 19: Daten für 20 und 40 Fuß ISO Container auf dem Datenblatt „Daten“ (eigene Darstellung) .....	84
Abbildung 20: Datenblatt "Strecke" (eigene Darstellung) .....	84
Abbildung 21: Userform "Infrastrukturnutzungskosten festlegen" (eigene Darstellung) .....	85
Abbildung 22: Tabellenblatt "Energiekosten" (eigene Darstellung) .....	86
Abbildung 23: Datenblatt "Streckenangaben" (eigene Darstellung) .....	88
Abbildung 24: Tabellenblatt "Personal" (eigene Darstellung) .....	89
Abbildung 25: Datenblatt "Angaben" (eigene Darstellung) .....	91
Abbildung 26: Tabelle "Strecke" auf dem Tabellenblatt "Berechnung" (eigene Darstellung) .....	92
Abbildung 27: Tabellen "Triebfahrzeugkosten" und "Güterwagenkosten" auf dem Tabellenblatt "Berechnung" (eigene Darstellung) .....	93
Abbildung 28: Tabellen „Betriebspersonalkosten“, „Energiekosten“ und „Infrastrukturnutzungskosten“ (eigene Darstellung) .....	96

Abbildung 29: Tabelle "Einzelkosten" und Tabelle "Overheadkosten" auf dem Tabellenblatt „Berechnung“ (eigene Darstellung) .....	97
Abbildung 30: Tabelle "Gesamtkosten" am Tabellenblatt "Berechnung" (eigene Darstellung) .....	98
Abbildung 31: Routenverlauf von Kombiterminal Burghausen zu Hafenterminal Triest (eigene Darstellung) .....	99
Abbildung 32: Tabelle des Datenblattes "Taurus 1216" (eigene Darstellung) (*) ....	100
Abbildung 33: Tabelle des Datenblattes „2-Achsiger Flachwagen für den KV“ (eigene Darstellung) .....	103
Abbildung 34: Datenblatt "Zug" im Fallbeispiel (eigene Darstellung) .....	104
Abbildung 35: Die 4 kürzesten Strecken von Burghausen nach Triest bestimmt durch die DB Güterfahrplan HaCon Anwendung .....	105
Abbildung 36: Schritt 1 des Charging Information Systems der RNE.....	106
Abbildung 37: Schritt 2 des Charging Information Systems der RNE.....	106
Abbildung 38: Allgemeine Angaben im Schritt 3 des CIS für den beladenen Zug...	107
Abbildung 39: Spezielle Angaben im Schritt 3 des CIS für den beladenen Zug.....	107
Abbildung 40: Trassenpreis von Salzburg Hbf bis Trieste Centrale mit beladenem Zug.....	108
Abbildung 41: Grundpreistabelle und Trassenprodukttable der DB Netz AG .....	109
Abbildung 42: Trassenpreiskalkulation mit dem CIS für den Leerzug von Triest nach Salzburg.....	110
Abbildung 43: Datenblatt "Streckenangaben" im Fallbeispiel (eigene Darstellung) .....	111
Abbildung 44: Bahnstrompreise des Jahresvertrags der ÖBB Infra- Abrechnung auf Basis von Betriebsleistungen.....	112
Abbildung 45: Datenblatt "Personal" im Fallbeispiel (eigene Darstellung) .....	113
Abbildung 46: zusätzliche Angaben im Fallbeispiel (eigene Darstellung) .....	115
Abbildung 47: Links: Kostenstruktur des Fallbeispiels (eigene Darstellung); Rechts: beispielhafte Kostenstruktur von Schienengüterverkehren .....	117
Abbildung 48: genauer Verlauf der Strecke von Salzburg Hbf nach Trieste Centrale .....	126
Abbildung 49: Route durch Slowenien.....	126
Abbildung 50: Route durch Österreich.....	127
Abbildung 51: Route durch Deutschland .....	128

## 8 Formelverzeichnis

Formel 1: Periodenabschreibung für die Abnutzung der Anlage oder des Betriebsmittels (*) .....	52
Formel 2: Durchschnittlich gebundenes Anlagevermögen .....	54
Formel 3: Durchschnittlich gebundenes Umlaufvermögen .....	54
Formel 4: Zinsbelastungen durch gebundenes Anlage- und Umlaufvermögen.....	55
Formel 5: Zuschlagsatz für eine Kostenstelle aus der Industriekostenrechnung .....	61
Formel 6: Prozentualer Zuschlagsatz (links) und Verrechnungssatz (rechts) .....	61
Formel 7: Berechnung der Stückkosten mit Hilfe der Divisionskalkulation .....	63
Formel 8: Achslast für Triebfahrzeug/Wagon .....	77
Formel 9: Berechnung des Wiederbeschaffungsneupreises .....	79
Formel 10: Kostensatz für Reparaturen, Wartung und Pflege .....	80

## 9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Länder: Bahnnetz ausgewählter Länder in Europa.....	17
Tabelle 2: Geographische Definition der Güterverkehrskorridore .....	19
Tabelle 3: Ausgewählte Spurweiten in Europa .....	21
Tabelle 4: Streckenklassen der Bahn nach der Europäischen Norm EN 15528 .....	28
Tabelle 5: ausgewählte Wagengattungen .....	36
Tabelle 6: Kennzahlen DB Schenker Rail Deutschland (Stand 2014).....	40
Tabelle 7: Kennzahlen PKP Cargo (Stand 2014/ * Stand 2007) .....	41
Tabelle 8: Kennzahlen FRET SNFC (Stand 2013/* Stand 2009) .....	41
Tabelle 9: Kennzahlen der Rail Cargo Austria (Stand 2014).....	41
Tabelle 10: Berechnung des Trassenpreises der deutschen Bahn AG.....	66
Tabelle 11: Berechnung des Anlagepreises der Deutschen Bahn AG .....	67
Tabelle 12: Verknüpfungen der Tabelle "Strecke" (eigene Darstellung) (*).....	92
Tabelle 13: Verknüpfungen der Tabellen "Triebfahrzeugkosten" und "Güterwagenkosten" (eigene Darstellung).....	94
Tabelle 14: Verknüpfungen Tabelle "Betriebspersonalkosten" (eigene Darstellung)	96
Tabelle 15: Verknüpfungen Tabelle "Energiekosten" (eigene Darstellung).....	96
Tabelle 16: Verknüpfungen Tabelle "Infrastrukturnutzungskosten" (eigene Darstellung) .....	96
Tabelle 17: Verknüpfungen der Tabelle „Eigenkosten“ (eigene Darstellung) .....	97
Tabelle 18: Verknüpfungen der Tabelle „Overheadkosten“ (eigene Darstellung) .....	97
Tabelle 19: Verknüpfungen der Tabelle "Gesamtkosten" (eigene Darstellung) .....	98
Tabelle 20: Streckenaufteilung der Strecke Burghausen nach Triest (eigene Darstellung) .....	108
Tabelle 21: Streckenkategorien der Strecke Burghausen Wackerwerk bis Salzburg Hbf (eigene Darstellung) (*) .....	109
Tabelle 22: Kostenbestandteile des Fallbeispiels (eigene Darstellung) .....	116



## 10 Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
=	Gleichstrom
§	Paragraph
%	Prozent
≈/~	Wechselstrom
Abs	Absatz
ACTS	Abroll-Container-System
AfA	Absetzung für Abnutzung
AG	Aktien Gesellschaft
Agv MoVe	Der Arbeitgeber- und Wirtschaftsverband der Mobilitäts- und Verkehrsdienstleister
Anl	Anlage
Art	Artikel
AT	Österreich
Austauschverf.	Austauschverfahren
BAB	Betriebsabrechnungsbogen
BE	Belgien
BG	Bulgarien
BLG	Bremer Lagerhaus Gesellschaft
bzgl.	bezüglich
BuRa-ZugTV	Bundesrahmentarifvertrag für das Zugpersonal
ca.	circa
CIS	Charging Information System
CZ	Tschechische Republik
DB	Deutsche Bahn
DE	Deutschland
Destatis	Statistische Bundesamt Deutschland
DK	Dänemark
DSLV	Der Deutsche Speditions- und Logistikverband
€	Euro
EBO	Eisenbahnbetriebsordnung
EIBV	Eisenbahninfrastruktur- Benutzungsverordnung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ERMTS	European Rail Traffic Management
ES	Spanien
etc.	et cetera

ETCS	European Train Control System
EU	Europäische Union
Eurostat	Statisches Amt der Europäischen Union
EV	Einzelwagenverkehr
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
evt.	eventuell
f	folgende Seite
ff	folgende Seiten
FR	Frankreich
Fr.	Freitag
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GSM-R	Global System for Mobile Communications– Rail(way)
GV	Ganzzugverkehr
Hbf	Hauptbahnhof
HU	Ungarn
Hrsg.	Herausgeber
Hz	Herz
ISO	International Organisation for Standardization
IT	Informationstechnik
IT	Italien
IV	Intermodaler Verkehr
k.A.	keine Angabe
Kennz.	Kennzeichnung
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
krp	Kostenrechnungspraxis
kV	Kilo Volt
KV	Kombinierter Verkehr
LCC	Life Circle Cost
LE	Leistungseinheiten
LIFT	Long Intermodal Freight Train
LKW	Last Kraft Wagen
LT	Litauen
LU	Luxemburg
m	Meter
mbH	mit beschränkter Haftung
Mio.	Millionen

Mo.	Montag
Mrd.	Milliarde
MWh	Megawattstunde
NL	Niederlande
nP	nicht personenbefördernd
Nr.	Nummer
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
PEK	Paneuropäische Korridore
PKP	Polnische Staatsbahnen
PKW	Personen Kraft Wagen
PL	Polen
PT	Portugal
RCA	Rail Cargo Austria Aktiengesellschaft
RENFE	Spanische Staatsbahn
RFI	Italienische Staatsbahn
RNE	Rail Net Europe
RO	Rumänien
RoLa	Rollende Landstraße
S.	Seite
Sa.	Samstag
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SE	Schweden
SGV	Schienengüterverkehr
SI	Slowenien
SJ	Schwedische Staatsbahn
SK	Slowakei
SNFC	Französische Staatsbahn
So.	Sonntag
Sozialvers.	Sozialversicherung
t	Tonne
TEMA	Traktions-Energie-Messung und –Abrechnung
TEN	Transeuropäisches Netz
TEN-V	Transeuropäische Verkehrsinfrastruktur
u.	und
u.a.	unter anderem
UdSSR	Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken
UEF	Union der Europäischen Föderalisten
UIC	International Union of Railways
VBA	Visual Basics for Application

---

ZE	Zeiteinheiten
VEL	Versatile, Efficient and Longer Wagon for European Transport
vgl.	vergleiche
zit.	zitiert
Zus	Zusatz