



DIPLOMARBEIT

Güterstraßenbahnen als alternative Transportmittel für den innerstädtischen Güterverkehr?

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades

einer Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung

VON

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

E2805

Fachbereich Verkehrssystemplanung

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

VON

Monika Wanjek

0625073

Märzstraße 148/ 26, 1140 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 an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten
Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbständig ausgeführt habe und
alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur genannt
habe.

10.11.2011

Danksagung

Während des Studiums und der Erarbeitung der vorliegenden Diplomarbeit

haben mich viele Personen begleitet und unterstützt.

Dafür möchte ich mich ganz herzlich bedanken.

Ganz besonderen Danke gilt dabei:

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

für die Unterstützung und hilfreichen Anregungen bei der Erstellung dieser Arbeit

und meinen beiden Prüfern

Ao.Univ.Prof. Ing.Kons. Dipl.-Ing. Dr. Andreas Voigt

O. Univ.-Prof. Dr. iur. Franz Zehetner,

dass sie sich die Zeit für die Betreuung meiner Arbeit genommen haben und mit hilfreichen Anmerkungen zur Seite standen.

Sowie all jenen, die mir für die Recherche meiner Arbeit mit Rat und Tat zur Seite standen:

Androsch Patrick (Mitarbeiter der Wiener Linien), Fochler Vera (Generalsekretärin bei RTCA), Kerkhoff Christof (Mitarbeiter des Fachbereichs Wirtschaftsingenieurwesen, FH Gelsenkirchen), Newesely Gerald (Product Manager von Bombardier)

sowie allen Anderen, die hier zwar nicht namentlich genannt wurden, mich aber immer unterstützt haben und mir damit sowohl bei der Erarbeitung meiner Diplomarbeit, als auch bei der Absolvierung meines Studiums sehr geholfen haben.

Herzlichsten Dank!

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Abstract	6
Einleitung	8
1. Aufgabenstellung und Methodik	9
2. Begriffsbestimmungen und rechtliche Vorgaben	10
TEIL I. ERFAHRUNGEN MIT GÜTERSTRAßENBAHNEN	13
3. Geschichte der Güterstraßenbahn	13
4. Güterstraßenbahnen in Anwendung	19
4.1. Amsterdam	19
4.1.1. Entstehungsgeschichte des Projekts	19
4.1.2. Betriebsführung	20
4.1.3. Fahrzeugkonzept	23
4.2. Dresden	25
4.2.1. Entstehungsgeschichte des Projekts	25
4.2.2. Betriebsführung	25
4.2.3. Fahrzeugkonzept	29
4.3. Wien	31
4.3.1. Entstehungsgeschichte des Projekts	31
4.3.2. Untersuchte Einsatzgebiete	31
4.3.3. Fahrzeugkonzept	34
4.4. Zürich	35
4.4.1. Entstehungsgeschichte des Projekts	35
4.4.2. Betriebsführung	36
4.4.3. Fahrzeugkonzept	38
4.5. Erkenntnisse der Fallbeispiel-Analyse	39
TEIL II. HARTE UND WEICHE FAKTOREN FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG EINER GÜTERSTRAßENBAHNEN	46
5. Harte Faktoren nach ihren Akteuren	47
5.1. Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik	47
5.1.1. Die Beibehaltung der Attraktivität im Öffentlichen Personennahverkehr	47
5.1.2. Die Bevorzugung des Öffentlichen Personennahverkehrs in der Vergabe von Trassen	47
5.1.3. Die Einhaltung von Nachtruhezeiten	47
5.1.4. Der Nichtausbau überlasteter Straßeninfrastrukturen	48
5.2. Faktoren der Netz-/Verkehrsbetreiber	48
5.2.1. Der Abschluss langfristiger Transportverträge mit dem Verkehrsunternehmen	48
5.2.2. Eine effiziente Nutzung der städtischen Straßenbahninfrastruktur	48
5.2.3. Eine Straßenbahninfrastruktur mit Kapazitätsreserven	49
5.2.4. Die Vereinbarkeit des Betriebskonzepts mit dem Öffentlichen Personennahverkehr	49
5.2.5. Die Kompatibilität mit dem Betriebsleitsystem	50

5.2.6.	Die Einhaltung betrieblich bedingter Nachtruhezeiten _____	51
5.2.7.	Die Einhaltung betrieblich bedingter Sicherheitsabstände _____	51
5.2.8.	Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Spurweiten _____	52
5.2.9.	Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Weichen _____	52
5.2.10.	Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich zu verwendender Bremsysteme _____	53
5.2.11.	Die netzbedingte Limitierung der Streckengeschwindigkeiten _____	54
5.2.12.	Die Einhaltung netzbedingter Lichtraumeinschränkungen _____	54
5.2.13.	Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeugbreite _____	55
5.2.14.	Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeuglänge _____	55
5.2.15.	Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeughöhe _____	56
5.2.16.	Die netzbedingte Limitierung der Achsenzahl _____	56
5.2.17.	Die netzbedingte Limitierung der maximalen Zuladung _____	56
5.1.	Faktoren der Verlagerer _____	56
5.1.1.	Ein qualitativ gut ausgebautes städtisches Straßenbahnnetz _____	56
5.1.2.	Die optimale Ausnutzung des Verkehrsmittels und dessen Bruttoladerraums _____	57
5.1.3.	Die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend transportierten Ladegüterarten _____	57
5.1.4.	Die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend verwendeten Ladungsträger _____	59
5.1.5.	Ein langfristig gesichertes Transportaufkommen auf konstanten Relationen _____	63
5.1.6.	Gemeinsames Auftreten von großen Gütermengen und großen Transportentfernungen _____	63
5.1.7.	Eine kurze/angemessene Zeitdauer bis zur Amortisation der Investitionskosten für potentielle Kunden _____	63
5.1.8.	Die Ausarbeitung von Zustellstrategien im Falle einer Netzstörung _____	64
5.1.9.	Die Abstimmung des einzusetzenden Fahrzeugtyps auf die gegebenen Anforderungen durch Ladegut und Ladungsträger _____	64
5.2.	Zusammenfassung der harten Faktoren nach ihren Akteuren _____	65
6.	Weiche Faktoren nach ihren Akteuren _____	66
6.1.	Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik _____	66
6.1.1.	Die weitgehende Ausschaltung von möglichen Nutzungskonflikten _____	66
6.1.2.	Die Beibehaltung der räumlichen Qualität im öffentlichen Raum _____	66
6.1.3.	Akzeptanz des Verkehrsmittels Güterstraßenbahn _____	67
6.1.4.	Die Reduzierung städtischer Emissionen _____	67
6.1.5.	Eine räumliche Nähe der städtischen Straßenbahninfrastruktur zu emissionssensiblen Nutzungen _____	68
6.1.6.	Das Verhängen eines (zeitlich beschränkten) Fahrverbotes für LKW in Teilen der Stadt _____	68
6.1.7.	Die Bevorzugung des Straßenbahnverkehrsmittels in der StVO _____	68
6.2.	Faktoren der Netz-/Verkehrsbetreiber _____	69
6.2.1.	Eine räumliche Nähe der Quell- und Zielorte im Güterverkehr zur städtischen Straßenbahninfrastruktur _____	69
6.2.2.	Die Verfügbarkeit nur geringer Zeitfenster in einem gut ausgelasteten Straßenbahnnetz _____	69
6.2.3.	Eine geringe Netzdichte in der Straßenbahninfrastruktur _____	70
6.2.4.	Die Beeinflussung der Infrastrukturauslastung durch Verkehrslichtsignalanlagen _____	70
6.2.5.	Ein hoher Anteil an eigenständigen Gleiskörpern im Netz der Straßenbahninfrastruktur _____	70
6.2.6.	Die Ansprüche des Netzbetreibers auf Be- und Entladungsvorgänge entlang der Transportstrecke _____	71
6.2.7.	Die Möglichkeit Abstellgleise im öffentlichen Raum zu errichten/ zu nutzen _____	71
6.2.8.	Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Gleisarten _____	71

6.3. Faktoren der Verlager	73
6.3.1. Eine räumlich günstige Lage zu Einrichtungen potentieller Bezugsquellen bzw. Lieferanten	73
6.3.2. Veränderung von Verlageransprüchen aufgrund von Marktgegebenheiten	74
6.3.3. Die Vermeidung von Leerfahrten	74
6.3.4. Die mehrmals tägliche Belieferung von einzelnen Adressaten	74
6.3.5. Die Verfügbarkeit eines großen Fassungsvermögens	75
6.3.6. Ein stabiles, kontinuierliches und paariges Transportaufkommen	75
6.3.7. Eine vorrausschauende Fahrplan- und Routengestaltung	76
6.3.8. Die Nutzung von Imagevorteilen durch die Vermarktung als umweltfreundliches Güterverkehrsmittel	76
6.3.9. Die Möglichkeit des Einsatzes von Straßenbahnfahrzeugen mit geringfügigen Änderungen	77
6.3.10. Die Möglichkeit des Einsatzes von Fahrzeugen unterschiedlicher Längen als Beitrag zur optimalen Auslastung	77
6.3.11. Die Möglichkeit einer raschen Durchführung von Be- und Entladungsvorgängen	77
6.3.12. Ein relativ geringer organisatorischer Aufwand für die Planung der Transportleistungen	78
6.3.13. Die Möglichkeit von Kostenvorteilen für potentielle Kunden	78
6.3.14. Die Möglichkeit des Einsatzes im intermodalen Verkehr	78
6.3.15. Der Einsatz von Zweirichtungszügen	80
6.3.16. Die Möglichkeit von Spezialaufbauten/ -containern	80
6.3.17. Die Verfügbarkeit von Transportinformationen	80
6.3.18. Eine einfache Be- und Entladung	80
6.3.19. Die Mitführung eines hydraulischen Be- und Entladesystems	81
6.3.20. Der Einsatz von Straßenbahnfahrzeugen auf unterschiedlichen Gleissystemen	81
6.4. Zusammenfassung der weichen Faktoren nach ihren Akteuren	81
7. Schlussfolgerung und Ausblick	84
Abkürzungsverzeichnis	86
Quellenverzeichnis	87
Abbildungsverzeichnis	90
Tabellenverzeichnis	90

Zusammenfassung

Die Idee des Transportes von Gütern auf Straßenbahnen ist im Grunde durch die Entstehungsgeschichte der Eisen- und Straßenbahnen begründet. So waren die Vorreiter der Eisen- und Straßenbahnen von Pferden gezogene und auf Schienen geführte Fahrzeuge, die zum Transport von Rohstoffen, wie Eisenerz und Kohle dienten. Im Laufe der Geschichte entwickelten sich daraus im Eisenbahnen und Straßenbahnen in den Städten. Mit dem Aufkommen des Kraftfahrzeuges wurden vor allem die Straßenbahnen kaum mehr für den Transport von Gütern eingesetzt, sondern waren ab dann vor allem ein Personenverkehrsmittel.

Im Teil I dieser Arbeit wurden Güterstraßenbahn-Projekte des 20. und 21. Jahrhunderts analytisch betrachtet um in weiterer Folge die wesentlichen Komponenten einer Güterstraßenbahn identifizieren zu können. Die Untersuchung dieser Erfahrungsberichte diente vor allem dazu, Planungs- und Umsetzungsproblematiken besser zu verstehen und damit jene Zusammenhänge einordnen zu können, die für den Erfolg oder Misserfolg einer Güterstraßenbahn stehen. So zeigte sich anhand der CarGoTram in Dresden, dass sich die wohl einfachste Form der Transportleistung, der direkte Verkehr, vor allem für die Beschaffungs- oder Produktionslogistik besonders gut eignet. Anhand des Beispiels der CargoTram in Zürich zeigt sich des weiteren die Einsatzmöglichkeit der Güterstraßenbahn für den städtischen Entsorgungsdienst. Das Projekt CityCargo in Amsterdam beschäftigte sich mit der wohl schwierigsten logistischen Aufgabe für eine Güterstraßenbahn, der Distribution. Die Schwierigkeit dieser Aufgabe ist vor allem durch die geringe Netzdichte des Verkehrsträgers „Schiene“, der Spurgebundenheit, der innerstädtischen Adressaten und der Verteilungsaufgabe der Distribution begründet. Des weiteren konnte das Forschungsprojekt der GüterBim in Wien das Spektrum von Einsatzmöglichkeiten einer Güterstraßenbahn aufzeigen, identifizierte damit Potentiale im Bereich der Abfallentsorgung sowie der betriebsinternen Verkehre der Wiener Linien und zeigt die Anforderungen im Wirtschaftsverkehr auf. Durch die Erfahrungen mit Güterstraßenbahnen zeigt sich das breite Spektrum der möglichen Einsatzgebiete einer Güterstraßenbahn zur Erfüllung der unterschiedlichsten logistischen Aufgaben. Es wird somit deutlich, dass eine pauschalierte Aussage über die Eignung der Güterstraßenbahn für den innerstädtischen Güterverkehr nicht sinnvollerweise getroffen werden kann. Vielmehr muss man sich die Frage stellen, für welche logistischen Aufgaben und unter welchen Bedingungen eine Güterstraßenbahn besonders gut geeignet ist.

Im Teil II wurden Faktoren herausgearbeitet, die für die Implementierung von Güterstraßenbahnen wichtig erscheinen. Dabei wurde nach harten und weichen Faktoren unterschieden, wobei harte Faktoren die Grundvoraussetzungen darstellen und somit einsatzgebiet- und aufgabenübergreifende Wirkung haben. Des weiteren erschien es wichtig diese Faktoren nach ihren Akteuren zu gliedern, um aufzeigen zu können, in welchem Maße der Erfolg einer Güterstraßenbahn von den unterschiedlichen Akteuren beeinflusst werden kann. Im Laufe der Erarbeitung stellte sich heraus, dass man die Betriebsführung nach zwei Arten von Verkehren, den direkten und gebrochenen Verkehren unterscheiden kann. Die direkten Verkehre zwischen verladern stellen dabei die einfachste Form der Transportdurchführung mittels Güterstraßenbahn dar. Des weiteren eignen sich Güterstraßenbahnen besonders gut um große Gütermengen zu transportieren. So sind vor allem sporadische Transporte von zeitflexiblen Gütern für den Transport mittels Güterstraßenbahn besonders gut geeignet. Für regelmäßige Transporte wird jedoch ein fahrplanmäßiger Betrieb vorgeschlagen, da somit eine Behinderung des ÖPNV ausgeschlossen werden kann. Sollte eine

Güterstraßenbahn für den Transport zeitsensibler Güter vorgesehen sein, so wäre dafür, vor allem aufgrund der Spurbundenheit der Straßenbahnfahrzeuge, ebenfalls ein fahrplanmäßiger Betrieb vorzuschlagen. Um im Falle einer Netzstörung dennoch einen zuverlässigen Transport zu gewährleisten, könnten bereits im Vorfeld Ausweichstrecken eingeplant und der Einsatz von Zweirichtungszügen angedacht werden.

Für den Einsatz einer Güterstraßenbahn für gebrochene Verkehre sind deutlich mehr Faktoren zu berücksichtigen. Vor allem die Konzepte für Be- und Entladungsvorgänge im öffentlichen Raum sind besonders anspruchsvoll, da hierbei gilt eine Beeinträchtigung der räumlichen Qualität oder andere Verkehrsteilnehmer zu verhindern. Des Weiteren sind die Be- und Entladungsvorgänge auf die Ladegüter/ Ladungsträger abzustimmen, um eine möglichst rasche Durchführung der Be- und Entladung zu ermöglichen. Es zeigt sich daher das breite Spektrum an möglichen aufgabengebieten und der dafür relevanten Faktoren.

Grundsätzlich ist jedoch anzumerken, dass letztendlich die Eignung der Güterstraßenbahn von einer Vielzahl von Faktoren abhängt und jeder Einzelfall zu prüfen ist. Eine vollständige Ablöse des innerstädtischen LKW-Verkehrs kann die Güterstraßenbahn jedoch nicht leisten. Sie kann lediglich ein ergänzendes Verkehrsmittel darstellen, um Teilbereiche der logistischen Aufgaben, die zurzeit mittels LKW durchgeführt werden, zu übernehmen. Im Sinne der Elektro-Mobilität, die in erster Linie eine Verbesserung der Umweltbedingungen zum Ziel hat, können daher neben den Elektro-LKWs auch Güterstraßenbahnen für die dafür geeigneten Gütertransporte, eingesetzt werden. Der Vorteil des Einsatzes von Straßenbahnfahrzeugen für den innerstädtischen Güterverkehr liegt dabei nicht nur in dem geringen Ausstoß von Emissionen. Neben der Reduzierung des LKW-Aufkommens, das durch das hohe Fassungsvermögen möglich wird, kann auch eine Entlastung der Straßeninfrastruktur erzielt werden. Güterstraßenbahnen könnten daher in Zukunft, vor allem in Kombination mit Elektro-LKWs, eine zukunftsfähige und emissionsarme Strategie für den innerstädtischen Güterverkehr darstellen.

Abstract

The origin of the idea that a tram can be used for the carriage of goods is due to the history of the railway. So the precursor of the railway, which is a rail vehicle pulled by horses, was used to carriage coal and iron ore. Due the invention of the motor vehicle the urban horse tramway has been replaced by motor vehicles and since then they were used for the public transport. Just at the time of the First and Second World War the cargo trams were back in use, which was cause by the lack of motor vehicles. Nowadays the increasing transport volume and the ecological burden combined with the increasing needs and demands of the society makes alternative transportation systems more interesting.

So the first step was to study existing Cargo Tram Projects from the 20th and 21st century. Due them relevant components of a cargo tram and the sets of problems could be identified. So illustrates the CarGoTram in Dresden the simplest form of transportation for VWs procurement logistic. The task of the CarGoTram is to transport producer goods from the logistic centre, which lies west of downtown, to the car factory, which lies east of downtown. Because producer goods are needed for the production, the procurement logistic has to be punctual. So this example shows that it is possible to use a cargo tram for the procurement logistic of an industry, as long as you coordinate the timetables of the public and the good transport. Furthermore the CargoTram in Zurich illustrates the possibility of using a cargo tram for a cities waste management. Facilitating is the direct trade of the CargoTram, which is also organized according to a schedule for the good transport. So the CargoTram transports waste from one of ten stops in the City of Zurich to the unloading tracks on the edge of the city. This example shows that due the construction of storage sidings cargo trams can encourage the conventionally waste management. Another example is the Project CityCargo in Amsterdam, which works on the most difficult form of transportation for a cargo tram, the distribution. The biggest problems are the low network density, the rail-guiding, the urban recipients and the task of distribution. But the Project CityCargo shows that due a useful operational concept, which plan that the cargo tram makes the main transportation and the last mile can be done by Small Lorries, cargo trams also can be suitable for the tasks of distribution logistic. The last but not least cargo tram project, which was a part of this study, is the GüterBim in Vienna. This research project identified application possibilities and potentials of cargo trams for waste management, internal transportations of the company: "Wiener Linien" and requirements for economic trade.

In the second step, this study tried to identify all hard and soft factors, which are important to elaborate an operational concept for cargo trams. By "hard factors", this study means the basic requirements, which are relevant for a cross-functional and cross-task viewing. Furthermore the hard and soft factors were subdivided according to those stakeholders, who are able to influence the success or failure of a cargo tram. Within this thesis, it became clear, that the operation management can be divided into two types of good transport, the direct and subdivided trades. Assuming that the infrastructure allows it, direct trades are easy to organize and pointing to success. On the contrary subdivided transports are more difficult to organize, because of their need to load and unload goods along the transportation route. Just subdivided transportations have an easing factor, internal storage sidings. For the case of distributional logistics subdivided transportations are more difficult, because the loading and unloading has to take place at public space and the loading agent probably has to build storage siding. Another problem due the need of a loading and unloading procedure is the time pressure, which is noticeable stricter than the time pressure for loading and unloading at

internal storage sidings. Furthermore for the loading and unloading at public spaces there is a limited potential to use loading equipment. So this illustrates that for the distributional logistics the conditions are aggravating. Regarding to the fourth logistic task, the disposal logistic by use of cargo trams, there are far better conditions noticeable. So the cargo tram is well suited for some sub-segments of the disposal logistic, like disposal transports for companies, transports from or to disposal sites, waste treatment facilities, waste incineration plants and composting plants. Primary requirement for all these application possibilities is a proper connectivity to the tram, underground or railway network.

Principally the application possibilities for cargo trams and their potentials depends on a wide range of factors, so all individual cases has to be proven. To replace light vehicles or Lorries the cargo tram is not suitable enough. It just can be able to get important as a supplementary urban transportation system for goods at some sub-segments of the logistic tasks in cities. According to the concept of electromobility, which aims to improve the environmental conditions, electric-trucks and cargo tram are suitable good transportations. In doing so, the advantages of cargo trams are due to low emissions, the large capacities and thus the possibility to reduce the number of vehicles using the roads. So the combination of cargo trams and electric-trucks can be a suitable strategy for a sustainable concept of an urban good transport system.

Einleitung

Die Idee Güter auf Straßenbahnschienen zu transportieren existiert schon seit über 100 Jahren und ist in der Entstehungsgeschichte von Eisenbahnen und Straßenbahnen begründet. Dennoch hat sich, seit der Verbreitung des Lastkraftwagens, dieses Konzept nur in Einzelfällen durchgesetzt.

Bereits heute kämpfen viele Städte mit den hohen Belastungen, die sich durch das steigende Verkehrsaufkommen ergeben. Häufig zeigen sich Hauptverkehrsachsen der Städte durch Verkehrsstaus völlig überlastet, wodurch wie allgemein bekannt auch ein volkswirtschaftlicher Schaden durch Zeitverlust entsteht. Dies betrifft nicht nur das Aufkommen im Personenverkehr, den man vielerorts versucht, mit attraktiven Angeboten im Umweltverbund zu reduzieren, sondern auch den Wirtschafts- und Güterverkehr. Häufig nehmen der Wirtschafts- und Güterverkehr einen durchaus großen Anteil am gesamten städtischen Verkehrsaufkommen ein. Dies ist vor allem dadurch begründet, dass Städte Orte sind, an denen das soziale und das wirtschaftliche Leben stattfindet. Es zeigt sich also, dass aus unserer Gesellschaft ein gewisses Maß an Verkehrsaufkommen nicht mehr weg zu denken ist. So ist beispielsweise der innerstädtische Güterverkehr aufgrund der steigenden Anforderungen an die Versorgung mit Gütern unerlässlich für das Funktionieren einer Stadt. Neben der Überlastung der städtischen Straßeninfrastruktur stellen sich aber auch die negativen Umweltauswirkungen des Verkehrs als Problem dar. So belasten vor allem konventionell betriebene Fahrzeuge durch ihren Schadstoffausstoß die Umwelt und die Bevölkerung. Die Verbesserung der Umweltbedingungen ist heute zu Tage ein erklärtes Ziel vieler Städte und gewinnt immer mehr an Bedeutung. Dies zeigt deutlich die Notwendigkeit für alternative Lösungen im innerstädtischen Güterverkehr. So werden vor allem Projekte zur E-Mobility immer öfters diskutiert und Elektromotoren als alternative Antriebe vorgeschlagen. Es stellt sich daher die Frage, warum Straßenbahnen, die durch Elektromotoren betrieben werden und sich bereits seit langem als alternative Verkehrsmittel im innerstädtischen Personenverkehr bewähren, nicht auch für den innerstädtischen Güterverkehr eingesetzt werden.

Diese Arbeit soll versuchen die Eignung von Güterstraßenbahnen als alternatives Transportmittel für den innerstädtischen Güterverkehr zu untersuchen. Es sollen die wesentlichen Komponenten einer Güterstraßenbahn und die harten und weichen Faktoren, die für einen funktionierenden Betrieb ausschlaggebend sind, identifiziert und dessen Alternativfähigkeit eingeschätzt werden. Die besondere Herausforderung dabei besteht vor allem darin, dass das Konzept der Güterstraßenbahn zwar aus der Sicht vieler Disziplinen der Wissenschaft und Wirtschaft beleuchtet wurde, diese aber keinen in sich konsistenten Überblick bieten. Es sollte daher eine interdisziplinäre Arbeit entstehen, die die wesentlichen Merkmale und Voraussetzungen für den Einsatz von Güterstraßenbahnen in Städten darstellt.

1. Aufgabenstellung und Methodik

Das Güterverkehrsaufkommen steigt von Jahr zu Jahr und ist bedingt durch eine Vielzahl von Faktoren. So tragen unter anderem die Verringerung der Fertigungstiefe, die Reduktion der Sendungsgrößen, der Bedeutungszuwachs der Just-in-time-Fertigung und die Globalisierung einen wesentlichen Teil zum steigenden Güterverkehrsaufkommen bei.

Der steigende Warenverkehr, der oft auch als Ausdruck des steigenden Wohlstandes angesehen wird, hat jedoch vor allem im innerstädtischen Lebensraum negative Auswirkungen. So verzeichnen Großstädte schon seit längerem eine chronische Überlastung der Straßeninfrastruktur, wodurch auch alternative Verkehrsmittel für den innerstädtischen Güterverkehr an Bedeutung gewinnen können. Des Weiteren rücken negative Umweltauswirkungen des steigenden Verkehrsaufkommens immer mehr in den Mittelpunkt der Diskussion und Stimmen nach alternativen Lösungen, wie der E-Mobilität, werden lauter. Die Verlagerung des Güterverkehrsaufkommens von der Straße auf die Schiene stellt daher einen Lösungsansatz dar, der beides kann, nämlich die Straßeninfrastruktur der Städte entlasten und die Umweltbedingungen in den Städten verbessern. Im Rahmen dieser Arbeit soll daher versucht werden zu klären, durch welche Faktoren ein erfolgreicher Betrieb einer Güterstraßenbahn künftig als alternatives Güterverkehrsmittel ermöglicht werden kann.

- (1) Um die Eignung von Güterstraßenbahnen für den innerstädtischen Güterverkehr abschätzen zu können bedarf es der Identifizierung wesentlicher Komponenten von Güterstraßenbahnen. Es werden daher neben der Entstehungsgeschichte der Straßenbahnen auch Projekte untersucht, die im 20. und 21. Jahrhundert bereits zur Anwendung kamen. Die analytische Betrachtung dieser Projekte kann Planungs- und Umsetzungsproblematiken aufzeigen und stellt daher als Erfahrungsberichte eine wesentliche Quelle dieser Arbeit dar.
- (2) Des Weiteren wird ein Gedankenmodell erarbeitet, das die vielfältigen Komponenten, die sich im Rahmen der Projektanalyse ergeben, zusammenfasst und überschaubar darstellt. Aufgrund der Komplexität der Thematik und der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten wird sich das Gedankenmodell: „Komponenten der Güterstraßenbahn“ in erster Linie auf die untersuchten Projekte stützen. Dieses Gedankenmodell soll also nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben.
- (3) Kernstück der Arbeit soll eine Sammlung von harten und weichen Faktoren sein, die für die Umsetzung einer Güterstraßenbahn wesentlich sind. Dabei soll diese Arbeit jedoch über die zuvor thematisierten Güterstraßenbahn-Projekte hinausgehend versuchen einen Katalog zu erarbeiten, der sich vor allem mit den Aspekten eines nachhaltigen innerstädtischen Gütertransports beschäftigt. Für die Erarbeitung dieser Rahmenbedingungen sollen in erster Linie Expertengespräche und Fachliteratur der unterschiedlichen Disziplinen dienen. Es wird vor allem darauf geachtet, dass neben dem raumplanerischen Gesichtspunkt auch logistische, technische und rechtliche Aspekte der Güterstraßenbahn betrachtet werden.
- (4) Als Ziel dieser Arbeit soll versucht werden die Frage nach der Zukunftsfähigkeit der Güterstraßenbahn als Alternative zum LKW zu beantworten, wobei hier vor allem der fachübergreifende Blickpunkt im Vordergrund stehen soll.

2. Begriffsbestimmungen und rechtliche Vorgaben

Begriff: Güterstraßenbahn

Als **Straßenbahn** wird im § 5 des Eisenbahn-Gesetz (EisbG) des Jahres 1957, i.d. Fassung vom 01.09.2011, (BGBl. Nr. 60/1957) eine „... *straßenabhängige oder straßenunabhängige Schienenbahn*..“ bezeichnet, „...*die für den öffentlichen Verkehr innerhalb eines Ortes bestimmt ist.*“ Des weiteren gelten bestimmte Eisenbahnen als Straßenbahnen, „...*wenn sie infolge ihrer baulichen oder betrieblichen Einrichtungen oder nach der Art des auf ihnen abzuwickelnden Verkehrs im Wesentlichen den Ortsstraßenbahnen entsprechen.*“

Im Sinne der Straßenbahnverordnung (StrabVO) aus dem Jahr 1999, i.d. Fassung vom 03.03.2000, (BGBl. I Nr. 166/1999) erfolgt im §2 die Unterscheidung der straßenabhängigen und straßenunabhängigen Bahnen wie folgt: Als straßenabhängige werden Bahnen bezeichnet, „... *die zumindest teilweise den Verkehrsraum öffentlicher Straßen benützen und sich mit ihren baulichen und betrieblichen Einrichtungen sowie in ihrer Betriebsweise der Eigenart des Straßenverkehrs anpassen, ...*“, während als straßenunabhängige Bahnen jene bezeichnet werden, „... *die ausschließlich auf einem eigenen Bahnkörper verkehren, wie Hoch- und Untergrundbahnen, Schwebebahnen oder ähnliche Bahnen besonderer Bauart.*“

Da die **Güterstraßenbahn** in den gesetzlichen Grundlagen nicht eigens definiert wird, wurde an dieser Stelle auf die Definition eines Kollegen zurückgegriffen, der hierfür die Definition der Straßenbahn aus der StrabVO zu Grunde gelegt hat und diese wie folgt erweiterte: „*Als Güterstraßenbahn werden Schienenfahrzeuge verstanden, die die Beförderung von Gütern hauptsächlich auf Schienenwegen der Straßenbahn, wie sie in der Straßenbahnverordnung 1999 (StrabVO, BGBl. II Nr. 76/2000) §2 lit. 1a definiert ist, durchgeführt.*“¹

Rechtliche Vorgaben

Der Güterstraßenbahn liegt also weder in den österreichischen Rechtsgrundlagen, noch in den europäischen Bestimmungen eine klare Definition vor. Es wird daher sowohl in den europäischen, als auch in den nationalen Regelungen nicht ausdrücklich Bezug auf die Güterstraßenbahn genommen. Das bedeutet, dass hierfür all jene Bestimmungen berücksichtigt werden müssen, die sich auf Eisenbahnen und Straßenbahnen beziehen und möglicherweise Auswirkungen auf die Implementierung und den Betrieb einer Güterstraßenbahn haben können.

Richtlinien der EU

Im ersten Schritt werden die Richtlinien der Europäischen Union angeführt, da diese hinsichtlich ihrer Zielsetzung verbindlich sind und damit von den Mitgliedsstaaten im nationalen Recht umgesetzt werden müssen. Als möglicherweise themenrelevante europäische Regelungen wurde daher unter anderem die **Richtlinien 91/440/EWG - Entwicklung der Eisenbahnunternehmen der Gemeinschaft** vom 29.Juli 1991 (ABl. L237 vom 24.8.1991, S.25) identifiziert, die sich mit der Trennung von Betrieb

¹ Wurz, O.(2006), Seite 11

der Infrastruktur und der Erbringung der Verkehrsleistung auseinandersetzt. Aus dem Anwendungsbereich dieser Richtlinie kann allerdings keine direkte Wirkung auf die Implementierung oder den Betrieb einer Güterstraßenbahn abgeleitet werden, da hier Eisenbahnleistungen, die sich vor allem auf den Stadt-, Vorort- oder Regionalverkehr beschränken, ausgenommen sind. Dennoch sollte an dieser Stelle auch diese Richtlinie kurz erwähnt werden, da sie sich mit der Politik der Verkehrsleistungen in der Europäischen Union auseinandersetzt und daher eventuell künftig an Relevanz gewinnen könnte.

Hingegen können die Bestimmungen der *Richtlinie 2001/14/EG – Zuweisung von Fahrwegkapazitäten der Eisenbahn, die Erhebung von Entgelten für die Nutzung von Eisenbahninfrastruktur und die Sicherheitsbescheinigung* vom 26. Februar 2001 (ABl. L 75 vom 15.3.2001, S. 29) sowie die Regelungen der *Richtlinie 2004/49/EG – über Eisenbahnsicherheit in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 95/18/EG und der Richtlinie 2001/14/EG* vom 29. April 2004 (ABl. L 164 vom 30. April 2004) direkten Einfluss auf die Implementierung oder den Betrieb einer Güterstraßenbahn haben, da es den Mitgliedsstaaten überlassen ist diese aus dem Anwendungsbereich der Richtlinie auszuschließen.

Die *Richtlinie 2001/14/EG* beschäftigt sich vor allem mit der Berechnung von Wegeentgelten sowie der Zuweisung von Fahrwegkapazitäten, wodurch sie für die Wettbewerbsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit der Erbringung von Verkehrsleistungen von großer Bedeutung ist.

Die *Richtlinie 2004/49/EG* stellt den ersten Schritt zur Regulierung des Europäischen Eisenbahnverkehrsmarktes dar und öffnet diesen für den grenzüberschreitenden Schienengüterverkehr. Da hinsichtlich der Sicherheitsbestimmungen jedoch große Unterschiede bestehen kann das reibungslose Funktionieren des Eisenbahnverkehrs in der Gemeinschaft beeinträchtigt werden. Diesem Problem widmen sich die Bestimmungen dieser Richtlinie. Wesentlich für die Güterstraßenbahn ist hierbei, dass aufgrund des Subsidiaritätsprinzips und da Straßenbahnen in vielen Mitgliedsstaaten den kommunalen oder regionalen Sicherheitsvorschriften unterliegen, steht es frei die Straßenbahnen aus dem Anwendungsbereich der Richtlinie auszuschließen. Im Allgemeinen sind Straßenbahnnetze einer Stadt nicht mit jenen einer anderen Stadt oder gar eines anderen Mitgliedstaat verbunden, dennoch sind auch solche Fälle nicht völlig auszuschließen, wie das Beispiel Basel zeigt. Um in diesen Fällen einen flüssigen Zugverkehr zu unterhalten ist die Interoperabilität technischer Spezifikationen wichtig, die in der Richtlinie 2001/16/EG – *Interoperabilität des konventionellen Eisenbahnsystems* geregelt ist.

Nationale Regelungen

Im zweiten Schritt sind die nationalen Bestimmungen anzuführen, in denen neben den Regelungen des österreichischen EisbG 1957, i.d. Fassung vom 01.09.2011 (BGBl. Nr. 60/1957) und der StrabVO 1999, i.d. Fassung vom 03. 03. 2000 (BGBl. I Nr. 166/1999) auch die Regelungen der Straßenverkehrsordnung (StVO) 1960, i.d. Fassung vom 03.09.2011 (BGBl. Nr. 159/1960) zu berücksichtigen sind.

So regelt das *Eisenbahn-Gesetz (EisbG)* die Bestimmungen zur Verkehrsgenehmigung, den Zugang zur Schieneninfrastruktur und das Infrastruktur- und Fahrzeugregister. Für die Güterstraßenbahnen spielen Verkehrsgenehmigungen keine Rolle, da diese nur für die Erbringung von Verkehrsleistungen auf Haupt- oder Nebenbahnen erforderlich sind. Allerdings ist die Einholung einer Konzession für die Erbringung einer Verkehrsleistung auf Straßenbahnen und nicht vernetzten Nebenbahnen

erforderlich. Des Weiteren sind im EisbG die Pflichten des Eisenbahnunternehmens angeführt sowie die Regelungen der Europäischen Union hinsichtlich des Zuganges zur Schieneninfrastruktur umgesetzt.

Weitere relevante Regelungen sind in der [Straßenverkehrsordnung \(StVO\)](#) zu finden, da diese den Straßenverkehr an sich regelt und damit durch die gemeinsam genutzten Verkehrsflächen auch Bezug auf die Straßenbahnen nimmt. So werden Schienenfahrzeuge im §28 der StVO im 3. Abschnitt als „Bevorzugte Straßenbenützer“ definiert und anderen Verkehrsteilnehmern gegenüber Vorrang genießen. So haben Straßenbahnen beispielsweise auch von links kommend Vorrang, das Befahren von Fußgängerzonen ist ihnen erlaubt und andere Verkehrsteilnehmer müssen einem herannahenden Schienenfahrzeug Platz machen.

Den größten Einfluss allerdings nimmt die [Straßenbahnverordnung \(StrabVO\)](#) auf den Betrieb einer Güterstraßenbahn, auch wenn diese den Gütertransport mit Straßenbahnen nur am Rande regelt. So unterscheidet die StrabVO grundsätzlich zwischen Personenfahrzeugen und Dienstfahrzeuge. Dabei werden unter Dienstfahrzeugen all jene Fahrzeuge verstanden, *“... die nicht der Beförderung von Fahrgästen dienen.”*² Das bedeutet, dass für eine Güterstraßenbahn sowohl alle allgemeinen Regelungen zum Betrieb einer Straßenbahn gelten, als auch jene, die sich speziell auf Dienstfahrzeuge beziehen. Des Weiteren werden hier auch Anforderungen an die Betriebsanlagen selbst festgehalten, wie Bahnkörper, Fahrleistungsanlagen oder Bahnbauwerke. Ein Beispiel dafür ist der §30, der Mindestanforderungen für die Qualität, den Komfort und die bauliche Ausführung der Haltestellen vorgibt. Sowie der § 15 Abs. 5, der die Streckenführung auf eigenen Bahnkörpern verlangt, solange dies die jeweilige Straßenraumnutzung und die städtebaulichen Rahmenbedingungen zulassen. Aber auch andere Aspekte sind in der StrabVO festgehalten, so auch die Erlaubnis des Straßenbahnunternehmens auch anderen Schienenfahrzeugen, die nicht dieser Verordnung unterliegen, die Benutzung der Betriebsanlagen zu gestatten, wobei die Sicherheit und Ordnung nicht beeinträchtigt werden darf.

² StrabVO 1999, i.d.F. vom 03.03.2000, §2 Abs.9

TEIL I. ERFAHRUNGEN MIT GÜTERSTRAßENBAHNEN

Der Teil I. Erfahrungen mit Güterstraßenbahnen soll die Entstehungsgeschichte der Eisenbahnen und Straßenbahnen im Allgemeinen, sowie die Verwendung der Straßenbahn für den Gütertransport im Speziellen skizzieren. Mit Hilfe einer analytischen Betrachtung von Güterstraßenbahnen in Anwendung können dann, deren wesentliche Komponenten herausgefiltert werden, wodurch in weiterer Folge ein wichtiger Beitrag zur Identifizierung relevanter Faktoren für die Implementierung einer Güterstraßenbahn geleistet werden kann.

3. Geschichte der Güterstraßenbahn

Die Überlegung, Güter auf Straßenbahngleisen zu transportieren ist keine Erfindung des 21. Jahrhunderts, sondern fängt an mit der Entstehungsgeschichte der Straßen- sowie Eisenbahnen.

Aus archäologischen Funden lässt sich vermuten, dass bereits die alten Griechen und Römer die Urform der Straßenbahngleise erfunden hatten. So fand man mehrfach steinerne Schienen, die den Griechen aber auch den Römern zuzuordnen waren. Der große Unterschied hierbei war jedoch, dass jene Spurrillensteine der Griechen über keine einheitliche Spurweite verfügten, wodurch das Befahren dieser Strecken sich schwierig gestaltet haben muss. Jene Funde, die den alten Römern zuzuordnen waren, verfügten jedoch über einheitliche Spurweiten, wodurch man die Römer als Erfinder des Konzeptes einer Straßenbahn ansehen könnte.³

Die Entstehungsgeschichte der heutigen Eisen- und Straßenbahnen begann jedoch weitaus später mit der Einführung der Pferdebahn. Eine der ersten Pferdebahnstrecken in Europa stellen die Rauendahler Schiebewege dar, die 1787 in Hattingen im Ruhrgebiet betrieben wurde. Der Rauendahler Schiebeweg diente zum Transport der, aus der Bergwerksmündung ans Tag gebrachten, Steinkohle zur Verladestelle an der Ruhr. Anfangs fuhren die von Pferden gezogenen Wagen auf Gleisen aus Holzbohlen, die der großen Last jedoch nicht gewachsen waren und oft erneuert werden mussten. 1794 entschied man daher die Gleise aus Holzbohlen durch Gleise aus Gusseisen auszutauschen um die häufigen Arbeiten an den Gleisen zu reduzieren.⁴ Aus diesen Transporten entwickelte sich dann die Eisen- und die Straßenbahn, wodurch sie deren Anfänge kennzeichnen. Die nachstehende Abbildung 1 zeigt ein Bild eines Fahrzeuges, wie Sie damals bei den Rauendahler Schiebewegen eingesetzt wurden.

³Sambs,Steczowicz (2009), S.12

⁴uni-protokolle, letzter Zugriff: 01.04.

Abbildung 1: Ein Fahrzeug des Rauhendahler Schiebeweges



Quelle: Wikipedia^a, letzter Zugriff: 29.10.2011

Vorerst wurden die meisten Pferdebahnen in Europa für den Lastenverkehr eingesetzt, wie die 1827 in Österreich und Tschechien verkehrende Pferdebahn zwischen Gmunden und Budweis, die dazu diente Salz aus den oberösterreichischen Salzkammergut nach Böhmen zu transportieren.⁵ Aber auch in Deutschland wurde 1830 eine Pferdebahn eingesetzt um Kohle von der Miene Nierenhof zur Verladestelle in Hinsbeck zu transportieren.⁶ Diese Beispiele zeigen, dass die Anfänge der Pferdebahn mit dem Güterverkehr außerhalb der Städte begonnen haben und sie daher als Vorläufer der Eisenbahn angesehen werden können.

Da in der Literatur häufig unterschiedliche Beispiele für die erste Pferdestraßenbahn angegeben werden, kann hier keine gesicherte Angabe dazu gegeben werden. Bekannt ist jedoch, dass die erste Pferdestraßenbahn in den Vereinigten Staaten eingeführt wurde.

Eine der ersten Pferdestraßenbahn in Europa ging 1839 in Frankreich in Betrieb. Sie diente dazu Personen sowie Güter zwischen den damaligen großen Industriestädten Montbrison und Montrond-les-Bains zu transportieren. Da die Strecke jedoch weniger Einnahmen einbrachte, als erwartet wurde, wurde sie bereits 1848 wieder stillgelegt.⁷

⁵ Wikipedia^b, letzter Zugriff: 29.10.2011

⁶ Sams,Steczowicz (2009), S.13

⁷ Wikipedia^c, letzter Zugriff: 06.04.2011

Die erste Pferdebahn Wiens, deren Eröffnung in der Abbildung 2 zu sehen ist, hatte jedoch eher Belustigungscharakter und war dementsprechend nur 1,5 km lang und verkehrte zwischen dem Augarten und dem Colosseum, das im Bereich des heutigen Nordwestbahnhofes stand. Die Pferdebahn bestand aus zwei Wagen, die von einem Pferd auf Holzgleisen gezogen wurde.

Abbildung 2: Eröffnung der ersten Wiener Pferdestraßenbahn 1840



Quelle: Sambs, Steczowicz (2009), S.14

Sie wurde am 3. Mai 1840 eröffnet und bereits am 29. Juni 1842 wieder still gelegt.⁸ Dennoch war die Brigittenauer Eisenbahn, wie sie damals genannt wurde, der Startschuss für die Entwicklung des umfangreichen Straßenbahnnetzes Wiens.

⁸ Marincig, H. (1995), S.5

Abbildung 3: Zweispänner Sommerwagen vor dem ehem. Rothschild Spital auf dem Währinger Gürtel



Quelle: H., Marincig (1995), S.23

Als 1857 die Schleifung der Wiener Stadtmauer von Kaiser Franz Josef I beschlossen wurde, beantragte 1863 die Baufirma "Schaeck, Jaquet & Comp." eine Konzession für ein Pferdebahnnetz. Vorerst waren 2 Linien geplant, das Netz weitete sich jedoch schnell aus. Wie in Wien kam die Pferdebahn auch in vielen anderen Städten Europas immer mehr zum Einsatz.

Die Verwendung von Zugtieren fand jedoch sein Ende als die Dampflokomotive erfunden wurde. Die ersten Strecken, die auf den Betrieb mit Dampflokomotiven umgestellt wurden, waren vor allem Eisenbahnstrecken. So wurde 1835 die erste Eisenbahnstrecke im Ruhrgebiet eröffnet.⁹ Im städtischen Bereich wurden zwar immer wieder Initiativen gestartet um auf Dampflokomotiven umzustellen, dennoch hielten sich die Pferdebahnen doch recht lange in Städten. Dies liegt vor allem daran, dass viele Bewohner durch die noch nicht ausgereifte Technik der Dampflokomotiven sich gestört fühlten. So gab es neben dem erhöhten Lärm, Probleme mit dem Säuregeruch und Probleme bei größeren Steigungen. Das Ende der Pferdebahn wurde erst 1881 eingeläutet, als in Berlin-Lichterfelde die erste elektrisch betriebene Straßenbahn in Betrieb genommen wurde. Nach und nach wurden auch in Wien die Pferdebahnen von den elektrischen Straßenbahnen abgelöst. Als 1897 die erste elektrische Straßenbahn Wiens in Betrieb ging, folgte eine rasche Elektrifizierung der Straßenbahnstrecken. Am 26. Juni 1903 folgte schlussendlich die letzte Fahrt der Pferdebahn in Wien.¹⁰

⁹ Wikipedia^c, letzter Zugriff: 06.04.2011

¹⁰ Marincig, H. (1995), S.9-28

Da sich im Laufe der Geschichte der Straßenbahnen vor allem der Personenverkehr durchgesetzt hatte, waren Gütertransporte eher seltener. Lediglich in Kriegszeiten wurden die Straßenbahnen vermehrt für den Transport von Kriegsmaterialien, Lebensmittel und sogar Verletzten oder Toten verwendet. So wurden im ersten Weltkrieg in Wien Straßenbahnremisen zu Depots für Kriegsmaterial und Militärverpflegung umfunktioniert. Von diesen umfunktionierten Remisen aus schickte man Verpflegung und Materialien per Straßenbahn in die umliegenden Kasernen. Aber auch Lazarettzüge wurden eingesetzt um Verwundete von den Fernbahnhöfen zu den Wiener Spitälern zu transportieren. Die auch heute noch existierende Linie 71 wurde während des 1. Weltkrieges auch dazu genutzt Tote von den umliegenden Spitälern zu, Zentralfriedhof zu transportieren. Dies alles war vor allem deshalb möglich, weil Wien im 1. Weltkrieg von Zerstörung verschont blieb.

Abbildung 4: Beladung von Waggon der Wiener Straßenbahn mit Lebensmitteln



Quelle: Wiener Linien (2006)

Im zweiten Weltkrieg war durch die große Zerstörung durch Bombenangriffe diese Art des Einsatzes der Straßenbahnen nur bis zum 7. April 1945 denkbar, da an diesem Tag der Betrieb durch die starke Zerstörung eingestellt werden musste.¹¹ Die Straßenbahnen erfüllten aber auch in diesem Krieg eine wesentliche Rolle und wurden für den Abtransport von Bombenschutt und für den Transport von Baumaterialien für beispielsweise die Flak-Türme eingesetzt.¹²

¹¹ Marincig, H. (1995), S.51-75

¹² Sams, Steczowicz (2009), S.279

Abbildung 5: Beladung von Waggons der Wiener Straßenbahn mit Bauschutt



Quelle: Wiener Linien (2006)

Ein Blick auf die Geschichte der Eisen- und Straßenbahnen zeigt, wie umfangreich schon damals das Einsatzgebiet von Straßenbahnen war. Auch wenn damals schon der Fokus auf den Personenverkehr gelegt wurde, ist die Straßenbahn keineswegs ein reines Personenverkehrsmittel. Der Einsatz als Gütertransportmittel war damals sicherlich viel einfacher zu bewältigen als dies in der heutigen Zeit wäre. Die Rahmenbedingungen haben sich seither stark verändert und die Organisation des Straßenraums ist wesentlich komplexer geworden. Das große Kfz-Aufkommen, das heutige Problem des Platzmangels im Straßenraum, aber auch die stetig steigenden Ansprüche an den Gütertransport stellen nur eine kleine Auswahl der stark veränderten Rahmenbedingungen dar. Aber trotz all dieser Veränderungen gibt es auch heute noch Beispiele für den funktionierenden Gütertransport auf Straßenbahngleisen.

4. Güterstraßenbahnen in Anwendung

In Europa existieren zurzeit nur vereinzelt Konzepte, die die innerstädtische Straßenbahninfrastruktur nutzen, um Gütertransporte mittels Schienenfahrzeugen durchzuführen. Durch die eher seltene Anwendung von Güterstraßenbahnen sind die Anwendungsbereiche sowie die damit verbundenen Betriebskonzepte sehr unterschiedlich. Dies zeigen auch die vier wesentlichsten Güterstraßenbahn-Projekte Europas aus den letzten 15 Jahren, die an dieser Stelle vorgestellt werden sollen.

4.1. Amsterdam

Die Hafenstadt Amsterdam ist die Hauptstadt und mit 767.773 Einwohnern im Jahr 2010¹³ zugleich die bevölkerungsreichste Stadt der Niederlande. Die an der Mündung der Amstel gelegene Stadt ist durch viele Kanäle und Wassergraben geprägt. Ein bedeutender Kanal der Stadt ist der Nordseekanal, der der Stadt einen Zugang zur Nordsee verschafft.

Amsterdam hat eine lange Straßenbahngeschichte, da bereits 1875 die erste Pferdebahn eröffnet wurde.¹⁴ Die Stadt baute in weiterer Folge ihr Netz aus, wodurch sie auch heute von einer guten innerstädtischen Schieneninfrastruktur und einer Reihe von Rangiermöglichkeiten geprägt ist.

4.1.1. Entstehungsgeschichte des Projekts

In Amsterdam herrschte seit dem 20. Jahrhundert, wie in vielen anderen Großstädten, ein stetig wachsendes Verkehrsaufkommen, das vor allem der Infrastruktur zu schaffen machte. Die Zahl der Kleinlastkraftwagen stieg von 1980 bis 2002 von 220.000 Fahrzeugen auf 800.000 Fahrzeuge an.¹⁵ Dies ist auch bedingt dadurch, dass Vans immer häufiger zu den unterschiedlichsten Zwecken eingesetzt werden. So sind mittlerweile auch Haushalte Besitzer von Vans, da diese auch als Familienautos vermarktet werden. Wie in Amerika bereits seit Jahren Gang und Gebe, gewinnen nun auch in Europa große Autos immer mehr an Zuspruch bei Familien. Aber auch im Bereich der heavy good vehicles verzeichnete Amsterdam zwischen den Jahren 1980 bis 2002 einen Anstieg. So ist die Zahl der Lastkraftwagen und Busse in Amsterdam von 130.000 Fahrzeugen auf fast 190.000 Fahrzeuge gestiegen.¹⁶

Da in Amsterdam ein zeitlich beschränktes Fahrverbot für Lastkraftwagen eingeführt wurde, liegt die Vermutung nahe, dass diese Maßnahme als Reaktion auf das steigende Güterverkehrsaufkommen gedacht war. Das Fahrverbot für Lastkraftwagen in der Innenstadt gilt für den Zeitraum zwischen 07 und 11 Uhr und zwang die Spediteure eine neue Routenplanung für Transporte in die Innenstadt vorzunehmen. Als Folge dessen nahm vor allem die Belastung der Infrastruktur in den verbotsfreien Zeiten zu. Der Trend zu kleineren Sendungsgrößen verursachte in Verbindung mit dem Fahrverbot in

¹³ Gemeente Amsterdam, Dienst Onderzoek en Statistiek, letzter Zugriff: 26.04.2011

¹⁴ Wikipedia^d, letzter Zugriff: 26.04.2011

¹⁵ Environmental Data Compendium, letzter Zugriff: 26.04.2011

¹⁶ Environmental Data Compendium, letzter Zugriff: 26.04.2011

der Innenstadt zu einem Mehraufwand in der Routenplanung der Spediteure und machte damit auch die Preise für den Gütertransport pro Tonne teurer.¹⁷

Das niederländische Verkehrsunternehmen Connexion startete 2007 das Projekt CityCargo¹⁸, das sich vor allem mit dem Thema der City Logistik auseinandersetzte. Das Projekt CityCargo sollte versuchen die gute innerstädtische Straßenbahninfrastruktur zu nutzen um Gütertransporte mittels Schienenfahrzeugen vorzunehmen. Das Besondere an diesem Projekt war es, dass man vor allem versuchen wollte ein Betriebskonzept zu entwickeln, dass es erlaubt eine innerstädtische Warenverteilung zu gewährleisten. Dies ist vor allem deswegen so besonders, da Straßenbahnen aufgrund ihrer Streckengebundenheit sich eigentlich nicht für eine flächenhafte Versorgung eignen. Das CityCargo-Konzept musste sich daher eines weiteren Verkehrsmittels bedienen um diesem Ziel gerecht zu werden.

4.1.2. Betriebsführung

Im März 2007 startete das Verkehrsunternehmen Connexion den Testbetrieb mit zwei Güterstraßenbahnen, der nach Angaben von Connexion ein voller Erfolg war. Mit Ende 2008 war dann der Regelbetrieb geplant, der im endausbau mit 10 Straßenbahnen und 50 Triebwagen erfolgen sollte.¹⁹ Der Regelbetrieb wurde jedoch nie aufgenommen, da es an der Finanzierung des Betriebes scheiterte. Die Gemeinde Amsterdam beschloss, dass die Miete für die Benutzung der Infrastruktur von Connexion im Voraus zu bezahlen sei, wodurch das Projekt nicht finanzierbar war.²⁰

Das Betriebskonzept des Projektes CityCargo sieht vier Cross docks am Stadtrand vor, in denen die für die Innenstadt bestimmten, Güter und Waren für Gaststätten und Einzelhändler gesammelt und nach ihren Zielorten sortiert werden. Die gesammelten Güter und Waren werden dann auf die jeweiligen Güterstraßenbahnen verladen und zu einer der fünfzehn Abladeflächen innerhalb der Innenstadt transportiert.²¹ Aus der Abbildung 6 ist das Betriebskonzept der CityCargo Tram zu entnehmen, dessen Vorgänge hier nochmals graphisch dargestellt sind. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die Abbildung ohne Legende aus der Quelle entnommen wurde. Die Informationen für die Legende wurden der Quelle jedoch an andere Stelle entnommen und für die Abbildung 6 nachgetragen.

¹⁷ Vaanhold, Ch. (2007)

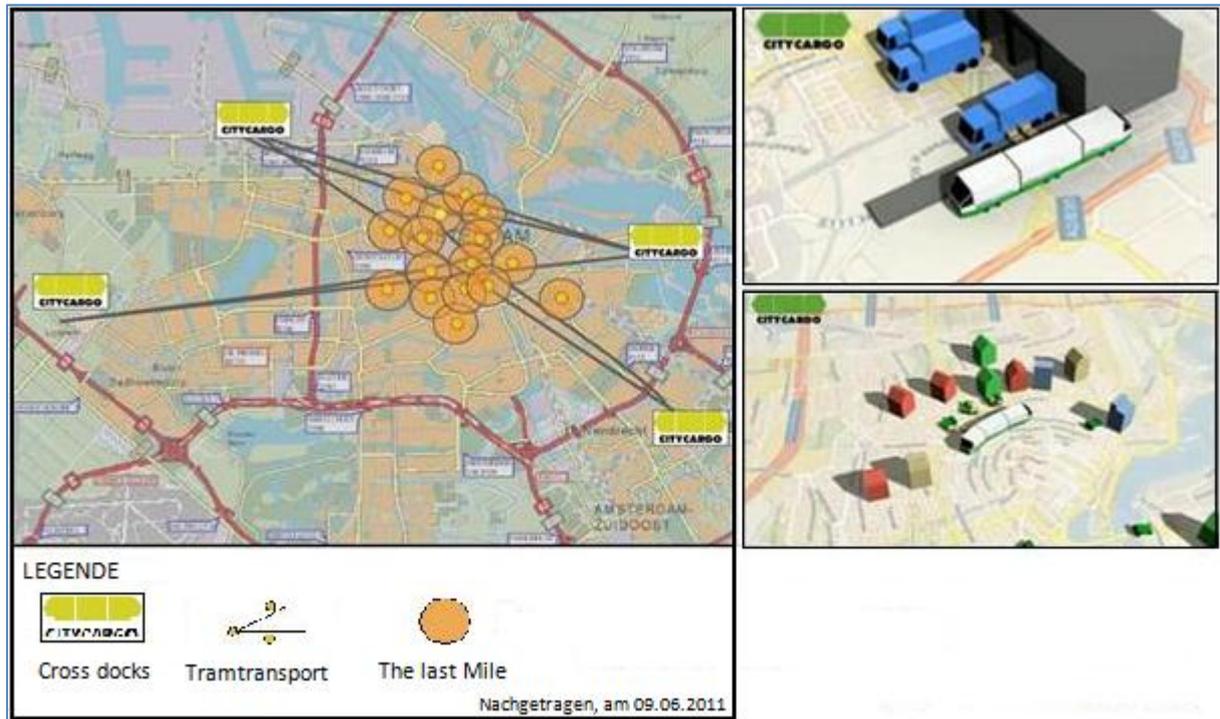
¹⁸ Wikipedia^e, letzter Zugriff: 20.04.2011

¹⁹ Wikipedia^e, letzter Zugriff: 20.04.2011

²⁰ Levitt, J. (2009)

²¹ Vaanhold, Ch. (2007)

Abbildung 6: Betriebskonzept der CityCargo Tram, Amsterdam



Quelle: Vaanhold, Ch. (2007)

So wird aus der linken Abbildung die Positionierung der Cross docks klar, die an strategischen Stellen liegen müssen. Cross docks sind durchaus gängige Anlagen um eine große Anzahl von Sendungen zu sammeln und für den Weitertransport zu sortieren. Dieser Art der Abwicklung von Sendungen wird nicht nur im Postdienst, sondern auch bei großen Konzernen, wie zum Beispiel Lebensmittelkonzernen vorgenommen.

Die Grafiken der Abbildung 6 zeigt die Anlieferung der Waren und Güter durch LKWs, sowie die Beladung der Güterstraßenbahn rechts im Bild. Dazu fahren die LKWs an vorgesehene Portale, die so konstruiert sind, dass ein Abladen des Transportgutes schnell und unkompliziert verlaufen kann. Die Beladung der Güterstraßenbahnen wird in dieser Abbildung durch ein Förderband dargestellt, welches zuvor mit den bereits sortierten und ausgewählten Gütern beladen wurde. Da die, für den Einsatz geplanten, Güterstraßenbahnen der CityCargo ein Fassungsvermögen von bis zu vier LKW-Ladungen²² besitzen und das Konzept auf einer Belieferung mehrerer Adressaten beruht sind schon bei der Beladung der Güterstraßenbahnen logistische Überlegungen wesentlich. Die Beladung muss daher eine bestimmte Reihung der Waren berücksichtigen um ein schnelles Abladen an den Abladeflächen in der Innenstadt zu gewährleisten. Des weiteren zeigt die Abbildung 6: Betriebskonzept der CityCargo Tram, Amsterdam, jene vorgesehene Stellen in der Innenstadt, an denen die Waren der Güterstraßenbahn auf Kleinlastkraftwagen umgeladen werden. In diesem Konzept sind dafür Elektrofahrzeuge vorgesehen, die die Güter und Waren bis zum Adressaten liefern. Es ist daher schon bei der Beladung zu berücksichtigen, welcher Klein-LKW welche Waren transportieren soll, da dadurch ein weiterer Sortierungsvorgang der Waren vermeidbar wird und somit Zeit eingespart werden kann. Weiters sind die Gegebenheiten an den Abladeflächen zu berücksichtigen, so ist es zu verhindern, dass Hilfsmittel für den Umladevorgang notwendig werden, da einerseits die Platzverhältnisse in Innenstädten oft sehr beschränkt sind und andererseits auch die Zeitspanne, die für einen solchen Umladevorgang akzeptabel erscheint meist sehr gering ist. Es ist

²² Vaanhold, Ch. (2007)

daher wesentlich, dass bei einem solchen Betriebskonzept die Behinderung des örtlichen Verkehrs nicht behindert wird. Dabei spielt vor allem der öffentliche Personenverkehr, der weiterhin auf den Straßenbahngleisen verkehrt, eine wesentliche Rolle. Es müssen daher entweder jene Zeitfenster genutzt werden, die sich durch den Fahrplan der Straßenbahnlinien ergeben, oder eigene Abstellgleise geschaffen werden, wodurch ein reibungsloser öffentlicher Personenverkehr ermöglicht werden kann.

Abbildung 7: Konzeption des Umladevorgangs der CityCargo Tram in der Innenstadt, Amsterdam



Quelle: Vaanhold, Ch. (2007)

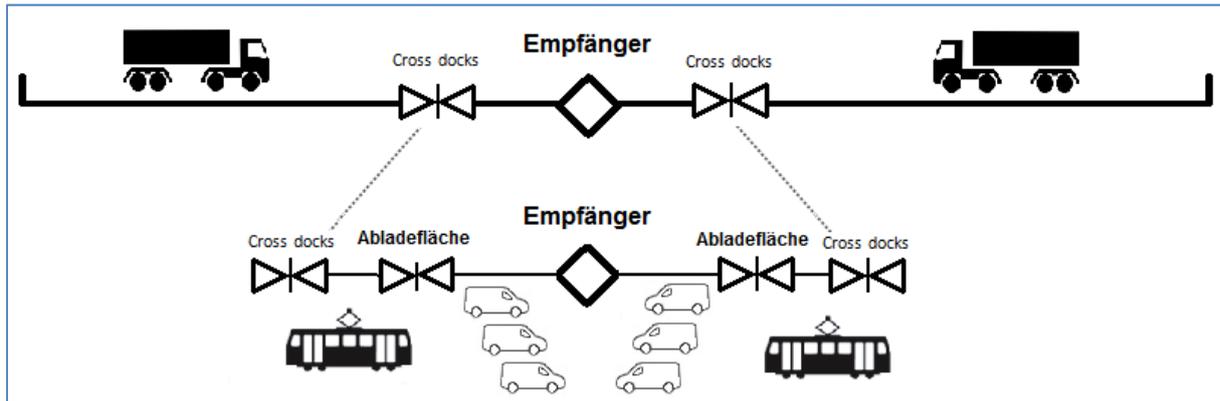
Wie die Abbildung 7 zeigt können die Wagen der CityCargo Tram seitlich Be- und Entladen werden, was beispielsweise durch Gardinen-Planen ermöglicht werden kann. Ein weiterer wesentlicher Faktor für die Gewährleistung eines schnellen Umschlags ist die Abstimmung der Fahrzeughöhen aufeinander und ein Abladesystem, das weitere Hilfsmittel, wie Gabelstapler, unnötig macht. Da die Abstimmung der einzelnen Fahrzeuge bei dieser Art der Distribution besonders wichtig ist, könnte dies zu höheren Kosten in der Anschaffung führen. Weiters wäre auch die Flexibilität der einsetzbaren Fahrzeuge wesentlich geringer als dies bei dem üblichen Distributionsverkehr mittels LKWs der Fall ist.

Das Betriebskonzept der CityCargo Tram beruht vor allem auf die Nutzung bestehender, zur Zeit unausgelasteter Straßenbahninfrastruktur der Stadt Amsterdam.²³ Dies würde nicht nur das LKW-Verkehrsaufkommen auf den innerstädtischen Straßen reduzieren, sondern hätte auch einen wirtschaftlich positiven Effekt auf die Infrastrukturerhaltungskosten. Weiters wären positive Effekte auf die Transportkosten je Einheit zu erwarten, da durch den Einsatz einer Güterstraßenbahn im Gegensatz zum Einsatz von LKWs eine größere Menge in derselben Zeit transportiert werden kann. Das Verkehrsunternehmen Connexxion rechnet damit, dass bei einem angenommenen Preis von 8,39€ pro Rollcontainer Einsparungen von 1,65€ pro Rollcontainer möglich wären.²⁴

²³ Driessen, A. (2008)

²⁴ Vaanhold, Ch. (2007)

Abbildung 8: Transportkette des CityCargo Betriebskonzepts, Amsterdam



Quelle: eigene Darstellung; Quelle Icons: www.google.at

Die Abbildung 8 zeigt die Transportkette und somit auch den Transportweg, den die Waren und Güter zurücklegen, um zum Empfänger zu gelangen. Wesentlich bei dieser Transportkette sind die Cross docks, die am Stadtrand einzurichten wären. Die Distribution innerhalb der Stadt würde dann über die CityCargo Tram zur Abladefläche in der Innenstadt verlaufen und von dort aus mittels Elektrokleinlastkraftwagen zum Empfänger führen. Die wesentlich größeren Transportmengen, die dabei vom Güterverteilzentrum aus in die Innenstadt geliefert werden können, sind vor allem in Hinblick auf Verkehrsaufkommen, Energieaufwand sowie Emissionsausstoß ein Vorteil.

4.1.3. Fahrzeugkonzept

Ein besonderes Augenmerk ist auf das Fahrzeugkonzept der CityCargo Tram zu legen, da nur durch ein auf das Einsatzgebiet abgestimmtes Fahrzeug ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Die als CityCargo Tram eingesetzten Straßenbahnfahrzeuge sind als Zweirichtungszüge ausgeführt, damit diese auch ohne großen Rangierflächen wenden können. Dies ist vor allem in innerstädtischen Einsatzgebieten wesentlich, da hier die Platzverhältnisse oft sehr beschränkt sind und der Bau von Rangiermöglichkeiten kostenintensiv ist.

Die Innenausstattung der Fahrzeuge muss vor allem auf das Transportgut abgestimmt werden, um eine effiziente Beladung zu ermöglichen. Da das Konzept der CityCargo Tram vor allem auf den Transport von Gütern und Waren für den Einzelhandel und Gaststätten beruht, wurde in diesem Fall die Innenausstattung eines LKWs zum Vorbild genommen. Die Fahrzeuge sind in erster Linie auf den Transport von palettierten Waren oder andere Transportbehälter ausgerichtet. In diesem Projekt hat man daher eigene Transportcontainer entworfen, die den Anforderungen der Transportgüter entsprechen.

Abbildung 9: Beladung der CityCargo Tram mit einem speziellen Container, Amsterdam



Quelle: Vaanhold, Ch. (2007)

Die Abbildung 9 zeigt den speziell für die CityCargo Tram entworfenen Container, der die jeweiligen Güter und Waren enthält, die zum Empfänger zu transportieren sind. Wie man sieht, ist dieser Container genau an die Maße der CityCargo Tram angepasst und wird mit einem Gabelstapler verladen. Beim Transport für Güter und Waren des Einzelhandels und Gaststätten ist vor allem auch mit dem Transport von verderblichen Gütern wie Milch und Käseprodukte zu rechnen, die nur in Kühlcontainern transportiert werden können.

Da leider keine technischen Daten über die Fahrzeuge sowie die Transportcontainer des Projektes vorlagen, können hierzu keine genauen Angaben gemacht werden. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die übliche Breite einer Straßenbahn, wie die des Typs E₁ von Bombardier, mit einer Breite von 2.200mm²⁵ nicht optimal für den Transport von palettierte Güter ist. Das liegt vor allem daran, dass die üblicherweise verwendeten Euro-Paletten mit einer Abmessung von 800x1.200mm²⁶ keine optimale Nutzung des Innenraumes erlauben. An diesem Beispiel zeigt sich die Wichtigkeit der Abstimmung des Fahrzeuges mit den zu befördernden Transportgütern. Es wird daher angenommen, dass im Falle der CityCargo Tram entweder eine breitere Fahrzeugvariante verwendet wurde oder durch die Verwendung der speziellen Container die Beladungsform für schmalere Fahrzeuge optimiert werden konnte.

²⁵ fanpage-der-wiener-linien^a, letzter Zugriff: 28.04.2011

²⁶ Wikipedia^t, letzter Zugriff: 28.04.2011

4.2. Dresden

Die im Süden von Ostdeutschland gelegene Stadt Dresden ist die Landeshauptstadt des Freistaates Sachsen. Dresden hat sich zu einem prosperierenden Wirtschaftsraum entwickelt und ist heute wie damals um ein modernes Verkehrsmanagement bemüht.

Die Straßenbahngeschichte der Stadt beginnt schon 1896, als ein Unternehmer versuchte, eine Konzession für den Bau und Betrieb einer Pferdebahn zu erlangen. Als die erste Pferdebahn 1872 dann eröffnet wird, hat die Geschichte der Straßenbahnen in Dresden endgültig begonnen.²⁷

4.2.1. Entstehungsgeschichte des Projekts

Der in Dresden ansässige VW-Konzern hatte 1997/98 die Vision, ihre Kunden am Entstehungsprozess ihres Autos teilhaben zu lassen und suchte daher ein innerstädtisches Areal um eine VW-Manufaktur zu errichten. Der Konzernführung war es wichtig, ein Areal mit städtebaulichen und kulturellen Ambiente zu finden. Dies war von Bedeutung, da ihre "Gläserne Manufaktur", wie das neue Werk heißen sollte, als Botschaft an ihre Kunden gerichtet war. Nach langem Suchen entschied sich der Konzern für einen Standort südöstlich der Innenstadt Dresdens, am Straßburger Platz. Ein Nachteil eines innerstädtischen Standortes für ein Automobilwerk waren die Platzverhältnisse, da das Areal nicht groß genug war um die notwendigen Lagerkapazitäten vorzuhalten. Daher benötigte man zu diesem Zwecke an anderer Stelle im Stadtgebiet ein Logistikzentrum, das für die Lagerung der benötigten Teile aufkommen konnte. Man entschied sich schlussendlich für das ehemalige Reichsbahnausbesserungswerk westlich der Innenstadt nahe dem Bahnhof Dresden-Friedrichstadt. Da der damalige Stadtrat von Dresden dem Projekt des Konzernes nur unter der Bedingung eines verträglichen Logistikkonzeptes zustimme, überlegte man im Konzern, wie ein erhöhtes LKW-Aufkommen in der Innenstadt vermieden werden konnte. Als Lösung für die Transportprobleme wurde dann vom VW-Konzern die Einrichtung der CarGoTram, eine Güterstraßenbahn, vorgeschlagen und die Stadt Dresden stimmte dem Projekt zu.²⁸

4.2.2. Betriebsführung

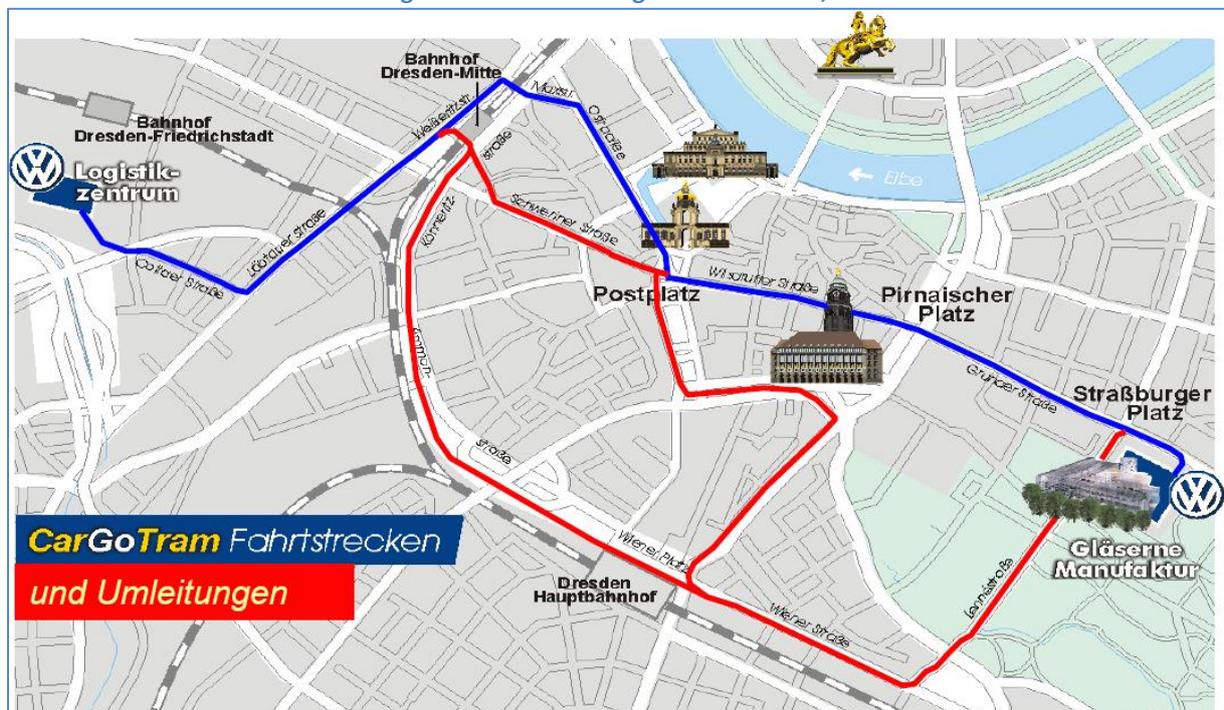
Das Areal der "Gläsernen Manufaktur" liegt etwa 4 km vom Logistikzentrum nahe des Bahnhofes Dresden-Friedrichstadt entfernt. Da zwischen den beiden Standorten die Dresdner Innenstadt liegt, ist das Gebiet besonders gut mit Straßenbahninfrastruktur ausgestattet. Grundvoraussetzung für das Funktionieren eines Güterstraßenbahnbetriebes waren hier jedoch Ausfädelungs- und Abstellgleise, die den Zugang zum Gleisnetz der städtischen Straßenbahnen ermöglichen. Ein von der Stadt auferlegtes Ausschlusskriterium für das Projekt der CarGoTram wäre ein Betriebskonzept gewesen, das zu einer Behinderung des öffentlichen Personenverkehrs geführt hätte. Es musste daher ein besonderes Augenmerk auf den gleichzeitigen und reibungslosen Ablauf des öffentlichen Personenverkehrs gelegt werden. Da die Streckenführung durch die Innenstadt verlief, musste weiters damit gerechnet werden, dass eventuell Störungen auf der Strecke auftreten könnten. Daher musste eine Ausweichstrecke festgelegt werden. Unter Störungen verstand man in diesem Falle

²⁷ Portal Straßenbahn Dresden, letzter Zugriff: 28.04.2011

²⁸ Müller-Ebenstein, F. (2000) S. 54-55

neben Unfällen und Baustellen auch Demonstrationen, die eine Sperre der Straßenzüge als auch Schienenstrecken nötig machen.²⁹

Abbildung 10: Streckenführung der CarGoTram, Dresden



Quelle: Kerkhoff, Ch. (2007)

Die Abbildung 10 zeigt neben der Streckenführung der CarGoTram, die hier blau dargestellt ist, auch die möglichen, hier rot dargestellten, Ausweichstrecken.

Wesentlich für die Streckenführung ist der Anschluss an das städtische Gleisnetz, der für das Logistikkzentrum in der Friedrichsstadt über die Cottaer Straße erfolgt.³⁰ Aber auch das Logistikkzentrum an sich benötigte einen Gleisanschluss an den Verschiebebahnhof Friedrichstadt der DB-AG.³¹ Am Straßburger Platz wurde von den Dresdner Verkehrsbetrieben (DVB) eine zweigleisige Einfahrt und ein 60m langes Aufstellgleis geschaffen, damit ein störungsfreies einfädeln der CarGoTram in den laufenden Personenverkehr ermöglicht werden konnte.³² Die alternative Route über den südwestlichen Stadtring ab Maxstraße über den Hauptbahnhof ist die südlichste Streckenführung, die in Abbildung 10 zu sehen ist.

Ein weiterer Punkt der dabei jedoch beachtet werden musste war die Unterquerung der DB AG-Strecke, die sich auf der Höhe des Haltepunktes Dresden-Mitte befindet. Auch hierfür wurde eine Alternative eingeplant, die über die Weißeritzstraße und Ostra Allee führt und auf der Abbildung als die zweite Ausweichroute durch die Innenstadt zu sehen ist.³³

Der wohl wichtigste Faktor für den Betrieb der CarGoTram ist die Eingliederung in den öffentlichen Personenverkehr der DVB. Die Möglichkeiten für den Betrieb werden nicht nur durch die Anforderungen des Fertigungsprozesses des VW-Werkes, sondern vor allem auch durch die in der

²⁹ Müller-Ebenstein, F. (2000) S. 55-57

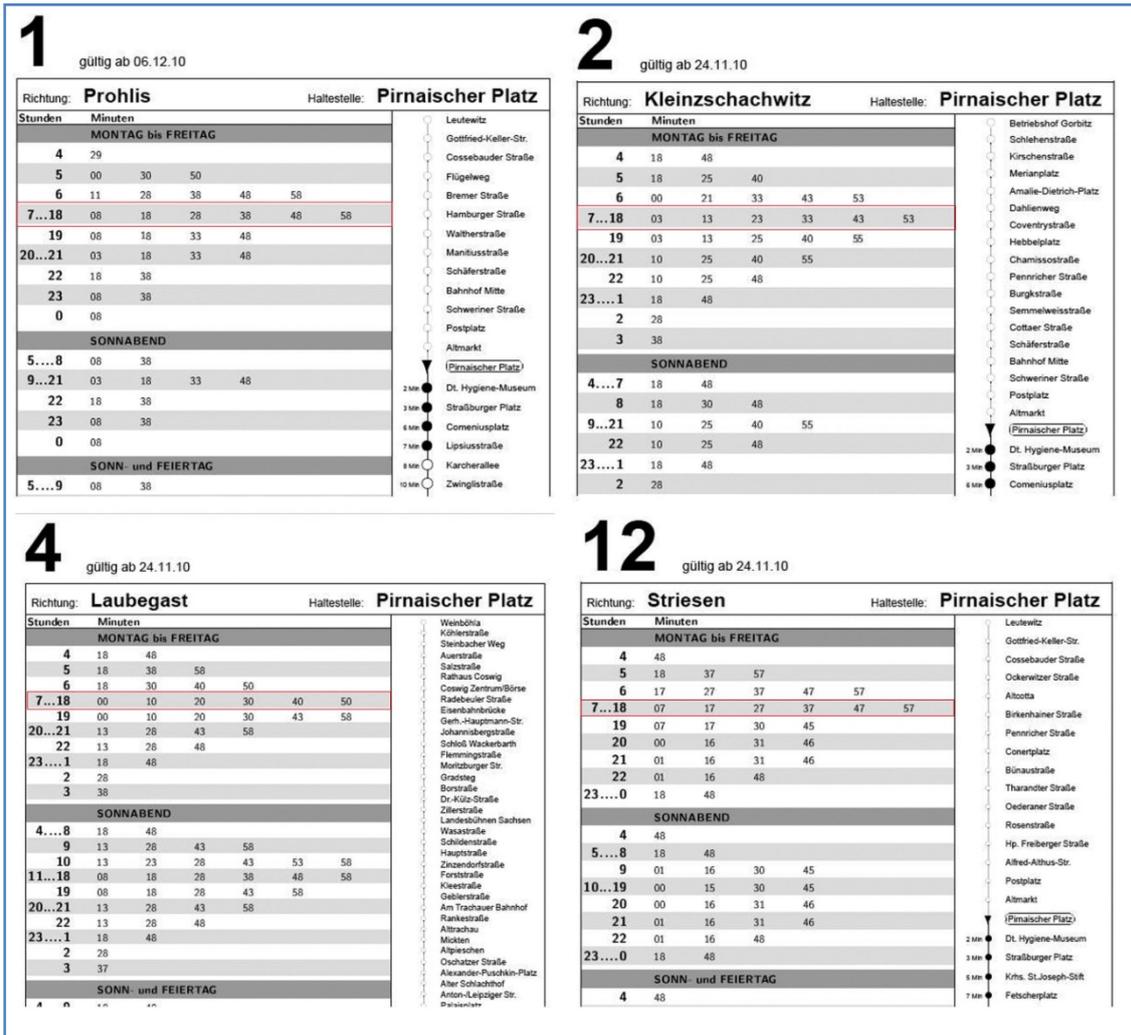
³⁰ Müller, Ch. (2000), S. 460

³¹ Weber, M., Lange, J. (2001), S. 127

³² Eisenbahn-Revue International (Ausgabe 1/2001) S.9

³³ Müller, Ch. (2000), S. 460

Abbildung 12: Fahrplan-Ausschnitte der Dresdner Verkehrsbetriebe



Quelle: Dresdner Verkehrsbetriebe AG, Fahrpläne gültig ab 24.11.2010

Die Abbildung 12 zeigt jeweils einen Ausschnitt der Fahrpläne der vier Linien, die an diesem Streckenabschnitt verkehren. Zu erkennen ist hier, wann diese Linien die Haltestelle Pirnaischer Platz erreichen sollten. Die roten Einrahmungen zeigen die Ankunftszeiten der kürzesten Intervalle. Wie aus den Fahrplänen abzulesen ist folgt die Linie 1 der Linie 12 mit einem Abstand von nur 1 Minute. Dies stellt das kürzeste Zeitfenster dar, welches im planmäßigen Personenverkehr an diesem Streckenabschnitt zu finden ist. Die größte Zeitlücke besteht zwischen der Linie 2 und der Linie 12, mit 4 Minuten.

4.2.3. Fahrzeugkonzept

Um die CarGoTram für den Transport von Fertigungsteilen für das VW-Werk nutzen zu können sind auch besondere Anforderungen an die Fahrzeuge notwendig. Aber auch andere Faktoren können dabei eine wesentliche Rolle spielen, wie etwa Vorgaben aufgrund der vorhandenen Infrastruktur.

Im Falle der CarGoTram in Dresden werden zwei fünfteilige Zweirichtungszüge herangezogen, die aus zwei Steuerwagen und drei Mittelwagen bestehen (siehe Abbildung 13) und eine Gesamtlänge von 59,4 m aufweisen. Die zwei Steuerwagen der CarGoTram an Kopf- und Fußende ermöglichen es dem Straßenbahnfahrzeug, an Ort und Stelle zu wenden, wodurch im Areal des Logistikzentrums und des VW-Werkes kein Drehen der Züge notwendig wird und bei Havarien gegebenenfalls mittels Rangierfahrten alternative Strecken im Straßenbahnnetz genutzt werden können. Die Züge der CarGoTram verfügen über 20 Achsen und sind mit Aluminiumaufbauten ausgestattet, die durch Schiebeplanen ein seitliches Be- und Entladen ermöglichen.³⁵

Abbildung 13: Fünfteiliger CarGoTram-Zug, Dresden



Quelle: Wikipedia^e, letzter Zugriff: 24.05.2011

Einem Artikel der Eisenbahn-Revue International, Ausgabe 1/2001 auf Seite 9, ist zu entnehmen, dass das Transportvolumen der CarGoTram 214m^3 entspricht und damit etwa der Ladekapazität von drei LKW gleich kommt. Des weiteren wird in diesem Artikel erwähnt, dass rund 65 LKW-Fahrten eingespart werden können. Bei einer täglichen Betriebsdauer von 21 Stunden und einem 40 minütigen Takt³⁶, der aus einer andere Quelle entnommen werden konnte, käme man rein rechnerisch jedoch auf täglich 31-32 Fahrzeuge der CarGoTram und damit auf ein Einsparungspotential von 93-96 LKW-Fahrten. Es wird daher vermutet, dass sich diese Differenz in der Zahl der eingesparten LKW-Fahrten aufgrund unterschiedlicher Annahmen in den Quellen ergeben.

Aufgrund der von VW vorgegeben Paletten- und Containergrößen sowie der durch das Dresdner Verkehrsnetz begrenzenden Faktoren wurden die Fahrzeuge der CarGoTram mit einer Breite von 2.200 mm und einer Höhe von 3.450 mm ausgeführt. Da mit Hilfe dieser Maße bereits genügend Bruttoladerraum verfügbar war, wurde auf die Ausführung als Niederflurgarnitur verzichtet und eine Kostenreduktion erzielt.³⁷

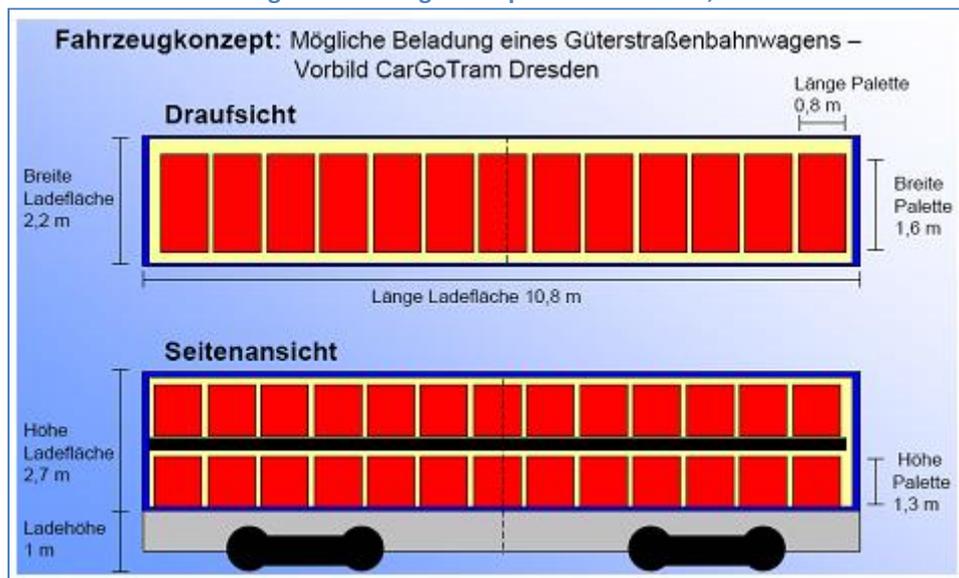
³⁵ Müller-Ebenstein, F. (2000), S. 57

³⁶ Müller-Ebenstein, F. (2000), S. 56

³⁷ Müller-Ebenstein, F. (2000), S. 57

Wie die Abbildung 14 zeigt, ist das Beladungskonzept der CarGoTram auf Paletten der Größe 0,8 m x 1,6 m ausgelegt.

Abbildung 14: Beladungskonzept der CarGoTram, Dresden



Quelle: Kerkhoff, Ch. (2007)

Für das Beladungskonzept eines Fahrzeuges sind vor allem drei Punkte wesentlich:

- die Ausnutzung des Bruttoladeraumes,
- die maximal zulässige Zuladung und
- der verwendeten Ladungsträger.

Um eine optimale Nutzung des Transportmittels zu erzielen, muss in Zuge des Beladungskonzeptes versucht werden, diese drei Punkte aufeinander abzustimmen.

4.3. Wien

Die, heute im Osten Österreichs gelegene, Stadt Wien stellte zu Zeiten der Habsburger nicht nur die fünftgrößte Stadt der Welt dar, sondern sie war auch politisches wie kulturelles Zentrum des Heiligen Römischen Reichs.³⁸ Seit die erste Straßenbahn 1865 in Form einer Pferdebahn in Betrieb ging, entwickelte sich das Straßenbahnnetz der Stadt immer weiter und erreichte seinen Höhepunkt in der Zwischenkriegszeit.³⁹ Aber auch heute noch ist verfügt Wien über das fünftgrößte Straßenbahnnetz der Welt.⁴⁰

4.3.1. Entstehungsgeschichte des Projekts

Das Projekt „GüterBim - Güterbeförderung im Stadtgebiet auf bestehender Nahverkehrs-Schieneninfrastruktur“ in Wien ist ein Forschungsprojekt, das 2004 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie in Auftrag gegeben wurde. Das Ziel des Forschungsprojekts ist neben der Verlagerung des Gütertransportes vom LKW auf die Schiene, die intermodale, ökologische und nachhaltige Güterdistributionslogistik in Wien. Als Teil des F&E-Programms „I2-Intelligente Infrastruktur“ sollte das Forschungsprojekt ein modernes telematikgestütztes Güterbeförderungssystem für eine effiziente Nutzung der Infrastruktur schaffen. Des weiteren beschäftigte sich das umfangreiche Projekt mit Themen wie der Situationsanalyse bis hin zu Detailfragen wie dem Umgang mit Schnittstelle zu anderen Systemen. Projektpartner sind neben den beiden Wiener Verkehrsbetrieben Wiener Linien GmbH & Co KG und Wiener Lokalbahnen AG, TINA Vienna – Transport Strategies GmbH sowie Vienna Consult Verkehrsberatungsgesellschaft mbH.⁴¹

4.3.2. Untersuchte Einsatzgebiete

Das Projekt der *GüterBim* befasste sich mit unterschiedlichen Einsatzgebieten, die für einen Einsatz einer Güterstraßenbahn von Relevanz sein könnten.

Der **Betriebsinterne Güterverkehr** der Wiener Linien stellt eine Möglichkeit dar, Gütertransporte auf die Straßenbahninfrastruktur zu verlegen. Diese Art des Gütertransportes wurde schon früher von den Wiener Linien betrieben, bis sich das Unternehmen vor etwa 21 Jahren⁴² dazu entschied, diese Transporte auf die Straße zu verlegen.

Die Wiener Linien besaßen im Jahr 2009 ein Straßenbahnschienennetz mit einer Gesamtlinielänge von 214,9 km und einer Betriebslänge von rund 172,1 km⁴³ und weisen damit im weltweiten Vergleich das fünftgrößte Schienennetz⁴⁴ auf. Des weiteren verfügen die Wiener Linien über 4 Betriebsbahnhöfe und 6 Abstellanlagen sowie den ehemaligen Betriebsbahnhof Erdberg, der inzwischen jedoch als Straßenbahnmuseum genutzt wird.⁴⁵ Für den betriebsinternen Gütertransport sind diese Betriebsbahnhöfe wesentliche Stützpunkte, da alle Fahrzeuge der Wiener Linien einem

³⁸ Wikipedia^g, letzter Zugriff: 11.08.2011

³⁹ Wikipedia^h, letzter Zugriff: 11.08.2011

⁴⁰ Wiener Linien (2011)

⁴¹ Burmeister, J. (2006), S. 364

⁴² Burmeister, J. (2006), S.364

⁴³ Wikipediaⁱ, letzter Zugriff: 11.08.2011

⁴⁴ Wiener Linien (2011)

⁴⁵ Wikipedia^j, letzter Zugriff: 11.08.2011

Betriebsbahnhof zugeordnet sind und auch nur dort repariert werden. Das bedeutet, dass beispielsweise der Transport von Ersatzteilen ausgehend von der Hauptwerkstätte der Wiener Linien in Simmering an die einzelnen Betriebsbahnhöfe erfolgt. Umgekehrt wird aber auch Altmaterial von den einzelnen Betriebsbahnhöfen zur Aufbereitung oder Entsorgung an die Hauptwerkstätte geliefert.⁴⁶ Im Rahmen des Forschungsprojektes untersuchte man daher das Transportpotential zwischen den Betriebsbahnhöfen und der Hauptwerkstätte der Wiener Linien. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigte, dass es sich hierbei um ein etwa paariges LKW-Transportaufkommen von 1-2 Paletten täglich handelt. In einem Probetrieb, auch den Demonstrator -Betrieb genannt, versuchte man dann die Einsatztauglichkeit der *GüterBim* zu testen. In der ersten Phase des Demonstrators griff man auf den betriebsinternen Gütertransport zurück und beförderte Drehgestelle, Schüttgüter, wie beispielsweise Schotter, Sand, Split in einem Ausmaß von jährlich 17.800 t, aber auch Ersatzteile, wie beispielsweise Sitze, Achsen und Räder in einem Ausmaß von jährlich 1.200 t, von der Hauptwerkstätte in die Betriebsbahnhöfe. In den Betriebsbahnhöfen wurden dann die Güter von der Hauptwerkstätte abgeladen und Altmaterial auf die *GüterBim* aufgeladen und an die Hauptwerkstätte retourniert. Auf Basis dieses Projekts erfolgten dann ab Juli 2005 die innerbetrieblichen Verkehre der Wiener Linien erstmals wieder auf den Straßenbahnschienen.⁴⁷

Die **Abfallentsorgung** war ein weiteres Thema, mit dem sich das Forschungsprojekt der *GüterBim* befasste. Da Abfälle in einer Stadt in sehr großen Mengen anfallen und der wesentliche Vorteil der Güterstraßenbahn, im Vergleich zum LKW, vor allem im Fassungsvermögen liegt, sind Überlegungen bezüglich dieses möglichen Einsatzgebietes naheliegend.

Ein Augenmerk, bei den Überlegungen zu diesem möglichen Einsatzgebiet einer Güterstraßenbahn, galt dabei dem Vorbild der CargoTram in Zürich (siehe S. 35) und daher der Verlegung der Abfallsammelstellen an die Straßenbahnschienen. Durch die räumliche Nähe der Abfallsammelstellen zu den Straßenbahnschienen würde der mögliche Transport des Abfalls mittels Güterstraßenbahnen begünstigt werden. Da diese Sammelstellen jedoch im Moment mit Straßenbahnfahrzeugen meist nicht oder nur besonders schlecht erreichbar sind, stellt die Straßenbahn zurzeit für diese Transporte kein alternatives Verkehrsmittel dar. Des weiteren würde für den Transport von Abfällen mittels Straßenbahnfahrzeugen ein Ausbau im Schienennetz erforderlich werden, da beispielsweise Abfallanlagen oder Mistplätze am Stadtrand sowie die Verbrennungsanlagen, an die der Abfall geliefert werden soll, eines Gleisanschlusses bedürfen. Weitere Investitionen müssten zur Realisierung dieser Überlegung in die Umschlagtechnik sowie die eingesetzten Fahrzeuge fließen. Dem Forschungsteam des Projekts *GüterBim* zufolge, wäre diese Überlegung jedoch nicht nur mittelfristig realisierbar sondern auch sinnvoll, da dies eine Einsparung von 40-60 LKW-Fahrten täglich pro Sammelstelle bedeuten könnte.⁴⁸ Dennoch konnte keine Umsetzung des Abfallentsorgungskonzepts auf Straßenbahnschienen erreicht werden.

Des weiteren stellte das Projektteam der *GüterBim* Überlegungen zur Entsorgung von U-Bahnhöfen mit Hilfe einer Güterstraßenbahn an. Da für diese Überlegungen jedoch ein Übersetzen von Straßenbahngleisen auf U-Bahngleisen notwendig ist, plante das Forschungsteam universelle Radprofile ein.⁴⁹ Durch ein solches Radprofil kann es möglich werden, sowohl Vollbahngleise als auch

⁴⁶ Berndt, P.W. (2006), S. 49

⁴⁷ Fochler, V. (2010)

⁴⁸ Burmeister, J. (2006), S. 364

⁴⁹ Burmeister, J. (2006), S. 364

Straßenbahngleise zu befahren. (näheres dazu kann dem Kapitel 6.3.20 *Der Einsatz von Straßenbahnfahrzeugen auf unterschiedlichen Gleissystemen* auf Seite 81 entnommen werden.)

Als ein weiteres Einsatzgebiet wurde der **Abtransport von Bauschutt** angedacht. Vor allem in der Nachkriegszeit kamen immer wieder Straßenbahnfahrzeuge für diesen Zweck zur Anwendung. Im Rahmen des Projekts *GüterBim* wurden daher auch Überlegungen angestellt, die den Einsatz der *GüterBim* bei Baustellen vor allem von betriebseigenen Anlagen vorsehen könnten.⁵⁰ Dies würde sich schon allein aufgrund der Tatsache anbieten, dass gerade Betriebsanlagen der Wiener Linien besonders gut an das Gleisnetz der Straßenbahnen angeschlossen sind. Konkret wurden die Wiener Linien diesbezüglich vor allem bei den Planungen der Abbrucharbeiten an der Straßenbahnremise Breitensee im Jahr 2006.⁵¹ Die Umsetzung dieser Pläne fand jedoch nie statt.⁵²

Der **Wirtschaftsverkehr**, wie der Distributionsverkehr im Rahmen dieses Projektes genannt wurde, stellt das wohl lukrativste, aber auch schwierigste Einsatzgebiet einer Güterstraßenbahn dar. Die Schwierigkeit hierbei liegt vor allem darin begründet, dass die Spitzen- und Schwachlastzeiten für Transporte im Wirtschaftsverkehr einen ähnlichen Tages- und Wochenverlauf aufweisen wie der Öffentliche Personenverkehr. Das bedeutet, dass der Betrieb der Güterstraßenbahnen für diesen Zweck im Linienverkehr integriert werden müsste. Dennoch war die Bearbeitung dieser Überlegungen ein erklärtes Ziel der Wiener Linien, wodurch das Projekt *GüterBim-Telematik* gestartet wurde. Im Rahmen dieses Projekts stand die operative Vernetzung der Logistik-, Bestell- und Betriebsleitsysteme im Vordergrund. Das Projekt *GüterBim-Telematik* zeigte aber auch das rege Interesse der Wirtschaft an diesem Projekt, da nicht nur von Seiten der Lebensmittelketten sondern auch Drogerien und Fleischer-Betriebe ihr Interesse an dem Projekt bekunde wurde. Vor allem die Versorgung von Einzelhändlern stellt jedoch in diesem Zusammenhang eine besondere Schwierigkeit dar, da es sich hierbei um Betriebe handelt, die oft mehrmals täglich beliefert werden müssen. Wichtig wäre dabei einerseits die Verhinderung einer Beeinträchtigung des ÖPNV, eine Abstimmung des Be- und Entladungskonzept auf die Ladungsträger und die räumlichen Gegebenheiten und viele andere Faktoren. Dies zeigt jedoch schon sehr deutlich wie zahlreich die Möglichkeiten und Anforderungen im Wirtschaftsverkehr sind. Es ist daher auf jeden Fall notwendig bei solchen Überlegungen ein Vorhabensspezifisches Konzept zu entwickeln. Die Wichtigkeit dieses Themas wird aber auch deutlich durch den hohen Anteil des Wirtschaftsverkehrs am gesamten Güterverkehrsaufkommen.

Das, für diesen Teil des Projekts, übergeordnete Ziel der Wiener Linien war es ein modernes City-Logistik System zu entwickeln, das es erlaubt, per Mausklick Güter und Waren für den Transport in einer Güterstraßenbahn in Auftrag zu geben. Es soll also möglich sein mit Hilfe von Informatik und Telekommunikation festzustellen welche Umschlagzeiten an welchen Punkt der Wareneinstellung gegeben sind.⁵³

Als das Forschungsprojekt *GüterBim* im Juni 2007 endete wurde es jedoch still um die Anstrengungen, die im Bereich der *GüterBim* erwartet hätten werden können.

⁵⁰ Fochler, V. (2010)

⁵¹ Berndt, P.W. (2006), S. 50

⁵² Androsch, P. (2011)

⁵³ Berndt, P.W. (2006), S. 50

4.3.3. Fahrzeugkonzept

Im Falle des Projekts *GüterBim* entschied man sich dafür, Altfahrzeuge aus dem Bestand des Unternehmens umzubauen. Dies ist natürlich vor allem dadurch bedingt, dass es sich bei dem in diesem Projekt durchgeführten Betrieb um einen Probebetrieb handelt und die hohen Anschaffungskosten für ein Neufahrzeug daher in keiner Relation zum Zweck standen. Im Rahmen des Forschungsprojekts *GüterBim* in Wien kam für den Probebetrieb ein, wie in der Abbildung zu sehen ist, alter Hilfstriebwagen der Wiener Linien zum Einsatz, dessen Aufgabe es eigentlich ist Antriebswagen oder liegendebliebene Triebwagen zu ziehen.

Abbildung 15: GüterBim, Wien



Quelle: Transport (2005), S.7

Für den Güterwagen griffen die Wiener Linien auf einen vierachsigen Schienentransportwagen des Baujahrs 1984 zurück, der seit 1999 allerdings als Unkrautvertilgungsfahrzeug im Einsatz war. Die Umbauarbeiten in der Hauptwerkstätte in Simmering beschränkten sich auf ein Minimum, da für den Probebetrieb einige Kompromisse zu schließen waren. So konnte man aufgrund der Gesamtlänge des Güterwagens von 19 m, dem Drehzapfenabstand von 10,8 m und dem vorgegebenen Lichtraumprofil eine Breite von 1,5 m nicht überschreiten. Des Weiteren wurde die Federung des Fahrzeuges verstärkt, um einen Gütertransport mit einer maximalen Nutzlast von 13 t zu ermöglichen, und eine Plane befestigt, die den transportierten Gütern und Waren Schutz vor Wind und Wetter bieten soll.⁵⁴

⁵⁴ Burmeister, J. (2006), S. 364

Den Überlegungen eines Übersetzens der *GüterBim* auf das U-Bahnnetz geschuldet wurden die Fahrzeuge mit universellen Radprofilen ausgestattet. Diese Radprofile ermöglichen es somit nicht nur das Gleisnetz der Wiener Straßenbahnen, sondern auch jenes der U-Bahnen und mit Einschränkungen auch jenes der Vollbahnen zu befahren. Aber auch die Bremsanlage des Fahrzeuges musste adaptiert werden, so waren beispielsweise indirekte Druckluftbremsen für das Befahren von U-Bahn- und Vollbahn-Gleisen notwendig sowie der Einbau einer Magnetschienenbremse, die für eine besonders hohe Verzögerungsleistung notwendig ist.⁵⁵

4.4. Zürich

Die im Norden der Schweiz gelegene Stadt Zürich ist die größte Stadt des Landes und Hauptort des gleichnamigen Kantons. Die Geschichte der Straßenbahnen begann in Zürich im März des Jahres 1894 als gleich zwei Straßenbahnlinien einer privaten Gesellschaft in Betrieb gingen. Mit der Gründung des kommunalen Betriebes Städtische Straßenbahn Zürich wurden diese jedoch schon 5 Jahre später aufgekauft.⁵⁶

4.4.1. Entstehungsgeschichte des Projekts

Die Stadt Zürich überlegte bereits seit längerer Zeit ihr Straßenbahnnetz in der Agglomeration Zürich für den Gütertransport zu nutzen. Im April 2003 nahm der städtische Verkehrsbetrieb „Verkehrsbetriebe Zürich“ (VBZ) in Zusammenarbeit mit dem städtischen Entsorger „Entsorgung und Recycling Zürich“ (ERZ) dann die *Cargotram* in den Probetrieb. Vorerst boten die beiden städtischen Dienstabteilungen den Zürcher Fußgängern, Radfahrern und ÖV-Nutzern einmal monatlich die Möglichkeit kostenlos ihr brennbares Sperrgut und Altmetall an 4 innerstädtischen Haltestellen zu entsorgen. Dies soll unter anderem auch dazu beitragen, das illegal entsorgte Sperrgut zu reduzieren.⁵⁷ Im November 2003 wurde dem Projekt *Cargotram* dann der Innovationspreis Verkehr verliehen, der vom Verkehrsclub der Schweiz (VCS) und des Schweizerischen Eisenbahn- und Verkehrspersonal-Verband (SEV) im Zweijahres-Rhythmus an innovative Projekte im Bereich des Öffentlichen Personennahverkehrs verliehen wird. Seither wurde das Angebot der *Cargotram* nach und nach ausgebaut und ist heute an bereits 10 Haltestellen der Agglomeration verfügbar.⁵⁸ Heute können die Zürcher Sperrgut, Steingut, Großmetall und Flachglas mit einem maximalen Stückgewicht von 40 kg und einer maximalen Länge von 2,5 m⁵⁹ an diesen Haltestellen entsorgen.

⁵⁵ Burmeister, J. (2006), S. 365

⁵⁶ Wikipedia^k, letzter Zugriff: 18.08.2011

⁵⁷ Transport (2003), S.4

⁵⁸ proaktiva.ch, letzter Zugriff: 18.08.2011

⁵⁹ Verkehrsbetriebe Zürich, letzter Zugriff: 19.08.2011

4.4.2. Betriebsführung

Am Anfang des Projekts *Cargotram* richteten die städtischen Dienststellen VBZ und ERZ 4 Entsorgungsmöglichkeiten an den Haltestellen Wollishofen, Laubegg, Letzigrund und Tiefenbrunnen ein. Aufgrund des großen Erfolgs des Projekts richtete die Stadt Zürich nach und nach weitere 6 *Cargotram*-Haltestellen ein, wie die Abbildung 16 zeigt.

Abbildung 16: Haltestellen der Cargotram und deren zeitliche Entwicklung, Zürich



Quelle: Eigene Darstellung

Für die Entsorgung stehen einmal monatlich an den ausgewiesenen *Cargotram* Haltestellen Güterwagen bereit, die durch eine Öffnung in der Seitenwand des Wagens und durch eine mitgeführte Treppe beladen werden können, wie dies die Abbildung 17 zeigt.

Abbildung 17: Güterwagen der Cargotram, Zürich



Quelle: proaktiva.ch, letzter Zugriff: 18.08.2011

Die Güterwagen werden für die Entsorgung an 9 der 10 Haltestellen von 15:00 bis 19:00 Uhr aufgestellt, während an der Haltestelle Irchel der Entsorgungsdienst zwischen 11:30 und 15:30 Uhr zur Verfügung steht.⁶⁰ Aus den Satellitenbildern der Suchmaschine Google⁶¹, die laut Angaben des Anbieters aus dem Jahr 2011 stammen, geht hervor, dass an den Haltestellen der Abstellgleise vorhanden sind, wodurch eine Behinderung der Strecke ausgeschlossen werden kann. Nach der Beladung der *Cargotram*-Güterwagen werden diese von einem Triebwagen abgeholt und zum neu hergestellten Anschlussgleis an der Endhaltestelle Werdhölzli transportiert und der Sperrmüll abgeladen. Von dort aus wird der, an den Haltestellen gesammelte, Sperrmüll auf Lastkraftwagen umgeladen und zur Verwertung weiter in das Kerichtheizwerk Hagenholz außerhalb der Stadt transportiert.⁶²

Im Jahr 2006 entschied sich die Stadt aufgrund des großen Erfolgs der *Cargotram* ihr Angebot zu erweitern und eine *E-Tram* einzuführen. Wie bereits im Falle der *Cargotram* werden Güterwagen der *E-Tram* einmal monatlich an den Entsorgungshaltestellen abgestellt und bieten den Zürchern somit die Möglichkeit auch ihre elektrischen und elektronischen Geräte zu entsorgen. Die Entsorgungszeiten der *E-Tram* entsprechen jenen der *Cargotram* mit dem Unterschied, dass das Angebot der *E-Tram* 2 Wochen versetzt angeboten wird.⁶³ Die Entsorgungsbedingungen, Informationen zur Öffentlichen Anreise und die Bedienungszeiten der Cargo- und E-Tram können aber auch auf der Homepage des VBZ nachgelesen werden.

⁶⁰ Transport (2003), S. 4

⁶¹ Google Maps, letzter Zugriff: 08.11.2011

⁶² strasse und verkehr (2003, Nr. 6), S. 38

⁶³ Verkehrsbetriebe Zürich, letzter Zugriff: 19.08.2011

4.4.3. Fahrzeugkonzept

Da das Projekt Cargo- und E-Tram eine kostengünstige Alternative für den herkömmlichen innerstädtischen Mülltransport darstellen soll, spielt auch das Fahrzeugkonzept eine wichtige Rolle. Der VBZ hat sich daher dafür entschieden alte Schienenfahrzeuge für den Betrieb der Cargotram einzusetzen, wie die Abbildung 18 zeigt und griff für das Zugfahrzeug auf einen ehemaligen Personen-Motorwagen aus dem Jahre 1940 zurück, der seit 1981 als Schneeflug-Fahrzeug eingesetzt wurde. Aber auch für die Flachwagen der Cargotram entschied man sich alte Fahrzeuge heranzuziehen. So wurden die Flachwagen beispielsweise aus einem alten Untergestell eines zweiachsigen Dienstwagens oder aber auch aus Bestandteilen von alten (Personen-)Anhängern zusammengebaut.

Abbildung 18: Recycelte Fahrzeuge für den Betrieb der Cargotram, Zürich



Quelle: Verkehrsbetriebe Zürich, letzter Zugriff: 19.08.2011

4.5. Erkenntnisse der Fallbeispiel-Analyse

Die Erkenntnisse aus der Fallbeispiel-Analyse zeigen, dass die vier Güterstraßenbahn-Projekte sich sowohl hinsichtlich ihres Einsatzgebietes sowie ihres angesprochenen Wirtschaftsegments, als auch hinsichtlich ihrer Transportgüter und Ladungsträger stark unterscheiden. So können Güterstraßenbahn eine Vielzahl an unterschiedlichen Gütern, wie Güter und Waren des Einzelhandels, Fertigungsteile für die produzierende Industrie und Sperrmüll für die städtische Entsorgung, transportieren. Des Weiteren kann durch die Fallbeispiele aufgezeigt werden, dass die unterschiedlichsten logistischen Aufgaben durch Güterstraßenbahnen wahrgenommen werden können. Dabei kann es sich von der Erfüllung der Beschaffungslogistik des Einzelhandels bis hin zur Mitwirkung in der Distributionslogistik handeln. Um die Bedeutung der logistischen Aufgaben auf eine mögliche Implementierung einer Güterstraßenbahn aufzuzeigen, sollen an dieser Stelle diese im Kontext der Durchführung mittels Güterstraßenbahn erläutert werden.

Beschaffungslogistik: Die Aufgabe der Beschaffungslogistik ist es, „alle zur Durchführung der geplanten betrieblichen Leistungsprozesse erforderlichen Einsatzgüter und Dienstleistungen verfügbar zu machen“.⁶⁴ Das bedeutet, dass es sich hierbei vor allem um jene Transporte handelt, die für die Produktion eines Betriebes wesentlich sind. Da die Beschaffungslogistik stark vom Produktionsprogramm des Betriebs, der Fertigungstiefe und der Lage der Bezugsquellen der Einsatzgüter sowie dem eigenen Betriebsstandort abhängig ist, ist auch die Eignung der Güterstraßenbahn als Transportmittel der benötigten Einsatzgüter unterschiedlich.

Die Vorteile der Güterstraßenbahn für die innerstädtische Beschaffungslogistik liegen vor allem in:

- dem großen Transportvolumen im Vergleich zum LKW,
- der stadtverträglichen Abwicklung des Güterverkehrs,
- der Möglichkeit eines Fahrplanes und somit der Einbindung der Transporte in den Produktionsablauf
- und eventuell auch die Nutzung der Güterstraßenbahn für die Auslieferung der produzierten Waren, wodurch auch ein paariges Transportaufkommen und damit ein besonders wirtschaftlicher Güterverkehr erzielt werden kann.

Die Nachteile der Güterstraßenbahn in diesem Aufgabenbereich der Logistik liegen bei einem innerstädtischen Standort hingegen in:

- der Notwendigkeit der Abstimmung des Güterstraßenbahn-Fahrplans mit den Fahrplänen des ÖPNV,
- der Streckengebundenheit der Güterstraßenbahn, wobei durch das Vorsehen von Alternativen Routen diese negativen Auswirkungen zu einem großen Teil verringert werden können,
- der begrenzten Flexibilität der Transporte, so sind vor allem just-in-time Transporte mittels Güterstraßenbahn aufgrund des vergleichsweise hohen Planungsaufwands zum LKW nicht konkurrenzfähig
- und die Notwendigkeit eines innerstädtischen Logistikzentrums, in dem die Einsatzgüter für den innerstädtischen Transport gesammelt werden müssen.

⁶⁴ Idhe, G. B. (1991), S. 197

Distributionslogistik: Die „Aufgabe der Distributionslogistik ist die art- und mengenmäßig, räumlich und zeitlich abgestimmte Bereitstellung der produzierten Güter derart, daß entweder vorgegebene Lieferzusagen eingehalten oder erwartete Nachfragen möglichst erfolgswirksam befriedigt werden können.“⁶⁵ Das bedeutet, dass es sich hierbei vor allem um die Auslieferung der Waren an die Kunden bzw. an die Zwischenhändler handelt. Diese logistische Aufgabe unterscheidet sich daher zu jener der Beschaffungslogistik in erster Linie durch die Verteilfunktion. Die Vorteile der Güterstraßenbahn im Bereich der Distributionslogistik sind:

- das hohe Transportvolumen vor allem bei hoher Konzentration von Handelsbetrieben/ Kunden,
- die Reduzierung der Anlieferungshäufigkeiten durch das größere Transportvolumen und somit auch die Inanspruchnahme des öffentlichen Raums
- und Möglichkeit der Reduzierung innerstädtischer LKW-Fahrten durch Verlagerung dieser Transporte von der Straße auf die Schiene, da Fahrten zum Zwecke dieser logistischen Aufgabe einen hohen Anteil am gesamten innerstädtischen Güterverkehr haben.

Aufgrund folgender Nachteile zeigt sich aber auch die eingeschränkte Eignung der Güterstraßenbahnen für die Distributionslogistik:

- Keine generelle Alternativlösung zur Verlagerung dieser Transporte von der Straße auf die Schiene, da dadurch LKWs zur Erfüllung dieser Aufgabe keinesfalls ersetzt werden können.
- Die Notwendigkeit von Cross docks am Stadtrand, die die Transportgüter sammeln und nach dessen Zielorte sortieren müssen.
- Die eingeschränkte zeitliche und räumliche Flexibilität, die vor allem bei Eilsendungen wichtig wäre.
- Die großen Transportmengen, wenn durch einen Zwischenfall der Transport nicht zeitgerecht durchgeführt werden konnte wäre bei einer Versendung der Güter durch mehrere LKW die Zahl der verspätet eintreffenden Güter geringer.
- Sowie die fehlende Möglichkeit der Verteilung von kleinen Sendegrößen innerhalb eines flächenhaften Zuliefergebietes durch die Güterstraßenbahn, wie das beispielsweise im KEP-Dienst der Fall wäre. Die Transportkette müsste durch ein weiteres Verkehrsmittel ergänzt werden, wie zB. durch Elektro-Kleinstfahrzeuge (siehe Betriebsführung CityCargo Amsterdam, Kapitel 4.2.2).

Produktionslogistik: Die Aufgabe der Produktionslogistik, ist die „art- und mengenmäßig, räumlich und zeitlich abgestimmte Versorgung der betrieblichen Bedarfsträger, ... mit den benötigten Einsatzgütern sowie deren Entsorgung“.⁶⁶ Das bedeutet, dass die Produktionslogistik sich auf die Steuerung und Kontrolle aller betrieblichen Güterbestände und –bewegungen konzentriert und damit zwischen der Beschaffungs- und Distributionslogistik steht. Die Vorteile einer solchen Transportlogistik in diesem Bereich der logistischen Aufgaben sind vor allem:

- die gemeinsame Nutzung eines Verkehrsträgers zum allerseitigen Vorteil,
- die Reduzierung der Transportzeiten
- und die Erhöhung der Flexibilität.

⁶⁵ Idhe, G. B. (1991), S. 225

⁶⁶ Idhe, G. B. (1991), S. 215

Zu den Nachteilen der Güterstraßenbahn in der Produktionslogistik zählen:

- das geringere Transportvolumen im Vergleich zur Eisenbahn
- und die höheren Infrastrukturkosten für Straßenbahnschienen im Vergleich zu jenen der Eisenbahn.

Entsorgungslogistik: Die Entsorgungslogistik hat die Aufgabe Gegenstände wie Leergüter, Reststoffe und Abfälle⁶⁷ zu jenen Anlagen zu befördern, in denen sie entweder recycelt, verbrannt oder deponiert werden. Das bedeutet, dass es sich hierbei vor allem um eine kommunale Aufgabe handelt, da die fachgerechte Entsorgung ganz besonders wesentlich ist für die Hygiene und den Umweltschutz. Für die Güterstraßenbahn bedeutet das, dass sie nicht in jedem Bereich der Entsorgungslogistik Fuß fassen kann. Lediglich die Entsorgung bestimmter Einrichtungen, wie beispielsweise Abfallsammelanlagen oder Mistplätze, die gut an das Straßenbahnnetz angeschlossen sind könnten ihre innerstädtischen Transporte auf eine Güterstraßenbahn verlagern. Die Vorteile der Güterstraßenbahn in diesem Bereich liegen vor allem in:

- der institutionellen Nähe von Verkehrsunternehmen im ÖPNV und der städtischen Dienststelle für Entsorgung,
- dem hohen Transportvolumen, das Güterstraßenbahnen im Vergleich zum LKW auszeichnet,
- und der Möglichkeit des Einsatzes der Güterstraßenbahn für den Transport von Mulden, wodurch der innerstädtische Schwerverkehr auf der Straße reduziert werden kann.

Die Nachteile für die Abwicklung von Teilen der Entsorgungslogistik mittels Güterstraßenbahnen zeigen sich hingegen in:

- der Nichteignung des Verkehrsmittels für den Sammelverkehre, der beispielsweise für den Abtransport von Hausmüll notwendig ist, da dieser nur durch LKWs erfolgen kann,
- und dem Erfordernis eines eher dichten Straßenbahnnetzes, um die innerstädtischen Transporte einer ausreichenden Anzahl an Einrichtungen verlagern zu können.

Bei näherer Betrachtung der Tabelle 1 wird ersichtlich, welche logistische Aufgabe in den einzelnen Fallbeispielen durch die Güterstraßenbahn erfüllt wurde. So baut das Konzept der CityCargo Tram in Amsterdam, auf die Durchführung von Distributionsverkehren auf. Um eine flächenhafte Distribution trotz der Spurbundenheit der Güterstraßenbahn zu bewältigen, bedient man sich in Amsterdam für die letzte Transportmeile eines weiteren Verkehrsmittels, dem Elektro-Klein-LKW.

Hingegen wird die Güterstraßenbahn in Dresden für die Beschaffungs- und Produktionslogistik des Automobilherstellers VW eingesetzt. Die Erfüllung dieser logistischen Aufgabe stellt die einfachste Form des Transportes dar, da es sich hierbei lediglich um eine Punkt-zu-Punkt Belieferung handelt. Dennoch sind, aufgrund der innerstädtischen Lage des Logistikzentrums und des Automobilwerks, ein fahrplanmäßiger Betrieb und eine ausführliche Routenplanung, die auch Ausweichstrecken berücksichtigt, notwendig, um eine Behinderung des ÖPNV ausschließen zu können.

Das Fallbeispiel der GüterBim in Wien unterscheidet sich zwar aufgrund seines Forschungscharakters ganz wesentlich von den sonst praktisch orientierten Güterstraßenbahnprojekten. Dennoch wurde

⁶⁷ Idhe, G. B. (1991), S. 251

auch hier ein Probetrieb durchgeführt, der in erster Linie im Bereich der Beschaffungs- und Produktionslogistik der Wiener Linien stattfand. So wurden innerbetriebliche Transporte, wie der Transport von Ersatzteilen, Altmaterial und ähnlichem durchgeführt.

Als Beispiel für eine Anwendung der Güterstraßenbahn im Bereich der Entsorgungslogistik, kann in erster Linie das Projekt Cargotram in Zürich dienen. Dieses Projekt unterscheidet sich vor allem hinsichtlich der Häufigkeit von Transportdurchführungen mittels Güterstraßenbahn ganz wesentlich von den anderen Fallbeispielen. So wird, in einem 4-wöchigen Turnus, den Zürchern die Möglichkeit geboten, kostenlos ihr brennbares Sperrgut, Steingut, Großmetall und Flachglas an 10 dafür ausgewählten innerstädtischen Haltestellen zu entsorgen.

Die in Folge dargestellte Tabelle 1 soll einen Überblick über die Komponenten der ausgewählten Güterstraßenbahn-Projekte geben um eine Vergleichsmöglichkeit der ausgewählten Fallbeispiele darzustellen. Um dies zu ermöglichen bietet die Tabelle 1 einerseits eine kurze Darstellung allgemeiner Projektinformationen, die aus einer kurzen Projektbeschreibung und der Darstellung projektrelevanter Daten, wie dem Start des Probe- bzw. Regelbetriebes, dem Projektstatus sowie allgemeine Informationen bezüglich der Finanzierung, besteht.

Des Weiteren beschäftigt sich die Tabelle 1 mit der Identifizierung wichtiger Komponenten für Güterstraßenbahnen, die aus der analytischen Betrachtung der Fallbeispiele hervorgehen. Dabei wird jedoch auch versucht die Komponenten der Güterstraßenbahnen nach den wichtigsten Akteuren zu gliedern. So wurden als Akteure im Rahmen eines Güterstraßenbahn-Projektes, die Politik, die Netz-/Verkehrsbetreiber und die Verloader angeführt.

Tabelle 2: Komponenten ausgewählter Güterstraßenbahn-Projekte, Stand 2011

Komponenten der GStrB		CityCargo Tram	CarGoTram	GüterBim	Cargotram
Stadt		Amsterdam	Dresden	Wien	Zürich
Allgemeine Projektinformationen	Projektbeschreibung / Transportzweck	Gütertransport von Cross docks außerhalb der Stadt zu innerstädtischen Abladeflächen per GStrB; letzte Meile der Güter zum Adressaten per Elektrokleinstwagen	Abwicklung betriebsinterner Verkehre vom Logistikzentrum des Konzerns zur Werkstätte	Forschungsprojekt des BMVIT zur Verlagerung des Gütertransportes auf die Schiene	Entsorgungsdienstleistung für die Zürcher Bevölkerung
	Probetrieb	03. 2007	03. 2001	07. 2005	04. 2003
	Regelbetrieb	Geplant: Ende 2008; Regelbetrieb gescheitert	In den Regelbetrieb übergegangen	Nicht in den Regelbetrieb übergegangen	In den Regelbetrieb übergegangen
	Projektstatus	Betrieb eingestellt	In Betrieb	Betrieb eingestellt	In Betrieb
	Finanzierung	Gescheitert durch hohe Infrastruktur-benutzungsgebühren	Durch den VW-Konzern	k.A.	Verkehrsbetrieb Zürich
Politik	Ziel des Projekts	Verringerung des innerstädtischen LKW-Aufkommens, Auslastung der vorhandenen Straßenbahninfrastruktur	Stadtverträgliches Logistikkonzept für die Belieferung eines innerstädtischen Fertigungswerks	intermodale, ökologische und nachhaltige Güterdistributionslogistik	Kostenlose Abfallentsorgung, Reduzierung des illegal entsorgten Sperrmülls
etzbetreiber	Betriebszeiten	k.A.	6 Tage die Woche, 21 Stunden täglich	Probetrieb: In Schwachlastzeiten	Entsorgungsmöglichkeit: alle 4 Wochen von 15:00-19:00 / 11:30 – 15:30
	Eingliederung in das ÖPNV-Netz	Schieneninfrastruktur im ÖPNV unausgelastet	Ja, nach Fahrplan geführte GStrB	Ja, in Schwachlastzeiten geführt	Ja, nur alle 4 Wochen geführt
	Zulässige Geschwindigkeit	k.A.	50 km/h	40 km/h	k.A.
	Max. zulässige Zuladung	k.A.	70 t	13 t	k.A.

Verlader	Betreiber	Connexion	Volkswagen	Wiener Linien	Verkehrsbetriebe Zürich und Entsorgung und Recycling Zürich
	Logistische Aufgabe	Distributionslogistik (flächige Verteilung mehrerer Adressaten)	Beschaffungs- und Produktionslogistik (Punkt-zu-Punkt-Betrieb)	Beschaffungs-, Distributions- und Produktionslogistik	Entsorgungs-/ Recyclinglogistik (mehrere Punkt-zu-Punkt-Betriebe)
	Modalität	Multimodaler Verkehr	Unimodaler Verkehr	Unimodaler (mehrgliedriger) Verkehr	Unimodaler Verkehr
	Angesprochenes Wirtschaftsegment	Einzelhandel, Lebensmittelketten, Post und Paketdienst	Produzierende Wirtschaft	Einzelhandel, städtische Dienststellen	Entsorgung
	Transportgüter	Güter jeder Art	Fertigungsteile für das VW-Werk	Güter jeder Art	Sperrgut, Altmetall, Flachglas, elektrische und elektronische Geräte
	Ladungsträger	Ladungsträger jeder Art, Spezial-Container	Paletten und Container	Ladungsträger jeder Art	Güterwagen, Recycling-Container
	Lademittel	Beladung: Gabelstapler, Entladung: ohne Lademittel	Be- und Entladung: Gabelstapler	Be- und Entladung: Gabelstapler	k.A.
	Fahrzeugtyp	2 neue Zweirichtungszüge	Neuer fünfteiliger Zweirichtungszug (2 Triebwagen und 3 Mittelwagen)	Triebwagen: Hilfstriebwagen; Güterwagen: Schienen-transportwagen 1984	Triebwagen: Personen-Motorwagen 1940; Güterwagen: alte Fahrzeuge untersch. Art
	Abmessungen (L x B x H) in mm	k.A.	60.000 x 2.200 x 3.450	19.000 x 1.500 x 3.250	k.A.
	Transportvolumen	k.A.	214 m ³	k.A.	k.A.
	Beladungskonzept	Über Schiebetüren beladbar	Beidseitig über Schiebeplanen beladbar	Beidseitig beladbar durch Plane	Über Öffnung an der Stirnwand beladbar
	Ladeflächen-gestaltung	Geschlossener Laderaum mit stabilen Stirnwänden und Dach	Geschlossener Laderaum mit stabilen Stirnwänden und Dach	Geschlossener Laderaum durch Anbringung einer Plane	Geschlossener Laderaum mit stabilen Stirnwänden und Dach

Quelle: Eigene Zusammenstellung

In jeweils 2 Fällen wird die Güterstraßenbahn einerseits durch ein privates Unternehmen, andererseits durch einen städtischen Verkehrsbetrieb initiiert und betrieben. Aber auch die Ansprüche der Netz-/Verkehrsbetreiber zeigten sich sowohl in Bezug auf betriebliche Faktoren, wie die Betriebszeiten, als auch in Bezug auf infrastrukturtechnische Faktoren, wie die maximal zulässige Zuladung, unterschiedlich.

Des Weiteren kann aus der Tabelle 1 der Verlager als sehr bedeutsamer Akteur für die Betriebsführung einer Güterstraßenbahn identifiziert werden. So liegt es an dem Verlager festzulegen welche logistische Aufgabe die Güterstraßenbahn künftig erfüllen, welches Wirtschaftssegment angesprochen werden und wie die Be- und Entladungsvorgänge ablaufen sollen. Hingegen definierten die Politik und Netz-/Verkehrsbetreiber in den Fallbeispielen den Rahmen, in dem der Verlager agieren kann. Dies zeigt sich vor allem durch die Festlegung des Netz-/Verkehrsbetreibers hinsichtlich der maximal zulässigen Geschwindigkeit und Zuladung, sowie in der Einschränkung der Fahrzeiten durch die Notwendigkeit der Eingliederung in den ÖPNV.

Unter all diesen Unterschieden ist jedoch auch eine Gemeinsamkeit der vier Güterstraßenbahn-Projekte zu finden. So verfolgen im Grunde alle vier Güterstraßenbahn-Projekten das Ziel eines innenstadtverträglichen und emissionsarmen Güterverkehrs.

TEIL II. HARTE UND WEICHE FAKTOREN FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG EINER GÜTERSTRAßENBAHNEN

Im Teil II. dieser Arbeit soll, auf Grundlage der Erfahrungen aus dem Teil I., versucht werden harte und weiche Faktoren für die Implementierung einer Güterstraßenbahn zu identifizieren. Dadurch soll es möglich werden jene Umstände aufzuzeigen, unter welchen eine Güterstraßenbahn als alternatives Güterverkehrsmittel im innerstädtischen Raum erfolgreich sein kann. Die Einteilung nach harten und weichen Faktoren ermöglicht eine Unterscheidung des Einflusses der Faktoren auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn. So werden all jene Faktoren, die aufgrund ihres großen Einflusses auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn als Grundvoraussetzung verstanden werden können, den harten Faktoren zugeordnet. Den weichen Faktoren werden hingegen alle anderen Faktoren zugeordnet. Da der Einfluss der weichen Faktoren auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn jedoch unterschiedlich hoch ist, war in Folge für diese Faktoren eine eigene Abschätzung des Einflusses vorzunehmen.

Des weiteren erfolgte eine Zuordnung der Faktoren zu einem der drei wichtigsten Akteure, die sich im Rahmen der analytischen Betrachtung der Fallbeispiele als relevant gezeigt hatten. Damit klar wird wie die Zuordnung der Faktoren zu einem Akteur erfolgte, ist es notwendig die hier verwendeten Akteursgruppen kurz zu definieren. So werden unter der Verkehrs- und Umweltpolitik all jene Akteure verstanden, die im Rahmen der Gesetzgebung oder durch politische Entscheidungsgewalt in der Lage sind Einfluss auf die Implementierung einer Güterstraßenbahn zu nehmen. Das bedeutet, dass es sich hierbei sowohl um Entscheidungsträger der Landes-, als auch der Stadtverwaltung handeln kann. Unter Netz- und Verkehrsbetreiber werden all jene Aufgabenträger verstanden, die für den Betrieb der städtischen Straßenbahninfrastruktur, als auch für den Betrieb des städtischen Personenverkehrs verantwortlich sind. Während unter den Verladern all jene Akteure verstanden werden, die entweder als Belader oder Ablader des Verkehrsmittels in Aktion treten und damit die Implementierung einer Güterstraßenbahn beeinflussen.

5. Harte Faktoren nach ihren Akteuren

Unter harte Faktoren für die Implementierung einer Güterstraßenbahnen werden jene Faktoren verstanden, die als generelle Grundvoraussetzung gehandelt werden können. Das bedeutet, dass darunter Ansprüche jener relevanten Akteure verstanden werden, die unabhängig vom Einsatzgebiet oder der logistischen Aufgabe der Güterstraßenbahn sind und damit aufgabenübergreifend Geltung besitzen.

5.1. Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik

Die harten Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik stellen jene Ansprüche dar, die von Seiten der Gesetzgeber oder Aufgabenträger gefordert werden. Der Fokus dieser Akteure liegt vorwiegend im Bereich der Wohlfahrt und des Umweltschutzes.

5.1.1. Die Beibehaltung der Attraktivität im Öffentlichen Personennahverkehr

Die Beibehaltung der Attraktivität im Öffentlichen Personenverkehr ist aus verkehrs- und umweltpolitischer Sicht eine sinnvolle und auch notwendige Anforderung für die Implementierung einer Güterstraßenbahn. Da gewisse Takte und eine bestimmte Bedienungsqualität vom öffentlichen Aufgabenträger beim Verkehrsunternehmen in Auftrag gegeben werden, hat auch die Politik ein sehr starkes Interesse daran, dass der ÖPNV nicht behindert wird. Diese Bestellung des ÖPNVs vom Aufgabenträger soll eine bestimmte Qualität sicher stellen, die bei einem wirtschaftlich orientierten Betrieb aufgrund der oftmals fehlenden Rentabilität des ÖPNVs nicht gegeben wäre und genießt daher auch in der Politik Vorrang. Die Güterstraßenbahn soll den Vorteil, den auch die Straßenbahnen besitzen, hinsichtlich ihrer geringen Emissionen und des großen Fassungsvermögens nutzen. Es macht allerdings keinen Sinn, sollte die Einführung einer Güterstraßenbahn zu einer Verringerung der Attraktivität im ÖPNV führen. Es wäre viel wichtiger eben nur jenes Potential, das aufgrund freier Kapazitäten im Netz besteht, zu nutzen, um einen Teil des Güterverkehrsaufkommens von der Straße auf die Straßenbahnschienen zu verlagern.

5.1.2. Die Bevorzugung des Öffentlichen Personennahverkehrs in der Vergabe von Trassen

Um die Attraktivität des ÖPNV beizubehalten oder sogar in bestimmten Gebieten auszuweiten, ist es wichtig von Seiten der Verkehrspolitik auch zu fordern, dass für die Vergabe von Trassen der ÖPNV dem Güterverkehr gegenüber Vorrang genießt. Dieser Anspruch ist vor allem hinsichtlich der Nutzung künftiger Strecken von Bedeutung, da nur so auch langfristig garantiert werden kann, dass die Attraktivität des Öffentlichen Personennahverkehrs auch im gesamten Stadtgebiet aufrecht erhalten werden kann.

5.1.3. Die Einhaltung von Nachtruhezeiten

Um solche Nutzungskonflikte aufgrund von nächtlichen Fahrten zu vermeiden, kann vor allem die Anordnung von Nachtruhezeiten helfen. Dies wäre eine politische Maßnahme, die einen großen Einfluss auf die Implementierung einer Güterstraßenbahn hat. Dies ist vor allem in dicht bebauten Wohngebieten wichtig, wo die nächtliche Ruhe nicht durch das Befahren der Straßenbahninfrastruktur oder durch Be- und Entladungsvorgänge gestört werden soll. So kann hierfür ein generelles Fahrverbot für Straßenbahnfahrzeuge verhängt oder Emissionsgrenzwerte festgelegt werden.

5.1.4. Der Nichtausbau überlasteter Straßeninfrastrukturen

Eine hohe Belastung der städtischen Straßeninfrastruktur in Verbindung mit der verkehrspolitischen Haltung, aufgrund dieser keinen Ausbau der Straßeninfrastruktur zu tätigen, kann als wichtiger Faktor für die Güterstraßenbahn angesehen werden. So würde dies dazu führen, dass aufgrund der längeren Transportzeiten im LKW-Güterverkehr, die Kosten pro Transporteinheit steigen. Erhöhte Kosten für den Transport mittels LKW würden in weiterer Folge zu einer erhöhten Attraktivität der Güterstraßenbahn führen, da diese üblicherweise in erster Linie mit den niedrigen Transportkosten beim LKW-Transport zu kämpfen hat. Es ist zwar anzumerken, dass es sich hierbei um einen sehr instabilen Faktor handelt, da eine Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Straßenbahnschienen eine Attraktivitätssteigerung der nunmehr nicht überlasteten Straße bedeuten kann. Dennoch ist dieser Faktor ein wichtiger, da dadurch alternative urbane Güterverkehrsträger gestärkt werden.

5.2. Faktoren der Netz-/Verkehrsbetreiber

Die Ansprüche, die die Netz-/Verkehrsbetreiber an die Implementierung einer Güterstraßenbahn stellen sind vor allem infrastrukturtechnischer Natur. Es handelt sich hier um Grundvoraussetzungen, da ohne die Einhaltung dieser Faktoren ein Befahren des Netzes entweder gar nicht oder nicht sicher genug von statten gehen kann.

5.2.1. Der Abschluss langfristiger Transportverträge mit dem Verkehrsunternehmen

Eine weitere Grundvoraussetzung ist die Vereinbarung eines langfristigen Transportvertrages, da, bedingt durch die hohen Investitionskosten für den Markteintritt in die Transportlogistik mittels Güterstraßenbahnen, nur auf langfristige Sicht eine Gewinnerwartung realistisch ist. Ein langfristiger Transportvertrag ist daher ganz wesentlich für die Einführung eines Güterstraßenbahn-Betriebes sein. Die Vertragsinhalte eines solchen Vertrages können je nach Logistikkonzept sehr unterschiedlich sein und sollen daher an dieser Stelle nicht thematisiert werden.

5.2.2. Eine effiziente Nutzung der städtischen Straßenbahninfrastruktur

Die Nutzung der vorhanden städtischen Schieneninfrastruktur ist die Grundvoraussetzung für eine sinnvolle Implementierung einer Güterstraßenbahn, da hierdurch wesentliche Vorteile für alle Akteure einer Güterstraßenbahn entstehen. So profitiert die Stadt vor allem von einer verbesserten Auslastung ihrer Infrastruktur und somit auch von einer effektiveren Nutzung der öffentlichen Investitionen.⁶⁸ Der Netzbetreiber profitiert durch die Möglichkeit der Einhebung von Infrastrukturmieten sowie die geringere Kostenbelastung durch die Wartung der Infrastruktur. Für den Verlader hingegen besteht der wesentliche Vorteil darin, dass diesem im Falle eines Ausbaus der Straßenbahninfrastruktur ein größeres Netz zur Verfügung steht, das er selbst jedoch nie hätte finanzieren können. Des weiteren würde durch einen solchen Netzausbau nicht der Güterverkehr sondern auch der Personenverkehr profitieren, wenn sich diese Abschnitte sinnvoll in das ÖPNV-Netz integrieren lassen.

⁶⁸ Drewitz, M. (2007), S. 24

5.2.3. Eine Straßenbahninfrastruktur mit Kapazitätsreserven

Eine Straßenbahninfrastruktur, die noch Kapazitätsreserven aufweist ist eine Grundvoraussetzung für die mögliche Implementierung einer Güterstraßenbahn, da nur so ein sinnvoller Betrieb einer Güterstraßenbahn möglich ist. Wie groß diese Kapazitätsreserven sein müssen, hängt jedoch stark von der geplanten Häufigkeit der Transporte ab. Im Falle von geringen Kapazitätsreserven der Straßenbahninfrastruktur im Planungsnullfall, also vor der Implementierung einer Güterstraßenbahn, sollte der Berücksichtigung künftiger Entwicklungen im Personenverkehrsaufkommen große Bedeutung zukommen, um späteren Engpässe im anwachsenden Personenverkehr vorbeugen zu können.

5.2.4. Die Vereinbarkeit des Betriebskonzeptes mit dem Öffentlichen Personennahverkehr

Die Vereinbarkeit des Betriebskonzeptes mit dem Öffentlichen Personennahverkehr als Grundvoraussetzung wurde bereits in Kapitel 5.1.1, unter *Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik*, auf Seite 47 erwähnt. Für den Netzbetreiber stellt sich hinsichtlich der Vereinbarkeit des Betriebskonzeptes mit dem ÖPNV vor allem die Frage der Betriebsführung. So kann man zwischen dem fahrplanmäßig geführten Betrieb und dem bedarfsorientierten Betrieb unterscheiden.

Der fahrplanmäßige Betrieb ist eine Möglichkeit, um zu gewährleisten, dass der ÖPNV durch den Betrieb der Güterstraßenbahn nicht beeinträchtigt wird. So können durch die Erstellung eines Fahrplanes Zeitfenstern optimal genutzt und Ausweichrouten im Falle von Netzstörungen berücksichtigt werden. Je nach der logistischen Aufgabe der Güterstraßenbahn können dabei unterschiedliche Anforderungen identifiziert werden. So kann es beispielsweise bei der Durchführung von Distributionsverkehren notwendig sein, an bestimmten Auslieferungspunkten die Infrastruktur durch Verladegleise zu ergänzen, um somit durch längere Be- und Entladevorgänge die Strecke nicht zu blockieren. Des Weiteren kann sich bei der Fahrplanabstimmung aber auch die Notwendigkeit einer Routenänderung ergeben, da beispielsweise die zuvor gewählte Strecke zur gewählten Zeit bereits sehr stark ausgelastet ist. Die Vorteile des fahrplanmäßigen Betriebes liegen vor allem in:

- der Gewährleistung den ÖPNV nicht zu behindern, dessen Nachweis beispielsweise vom Netzbetreiber oder auch seitens der Verkehrs- und Umweltpolitik gefordert werden kann,
- der organisatorischen Einfachheit des Betriebes, da schon im Voraus die Verfügbarkeit von Ausweichstrecken geprüft und somit sichergestellt werden kann
- in der Eignung dieses Betriebs vor allem für Punkt-zu-Punkt Verkehre.

Als Nachteile des fahrplanmäßigen Betriebes einer Güterstraßenbahn können folgende Punkte genannt werden:

- Die Einschränkungen für den Verloader, bezüglich der Durchführung eilbedürftiger oder spontan in Auftrag gegebener Transporte.
- Die Verfügbarkeit von, für den Verloader, attraktiver Takte.
- Sowie das Vorhandensein eines ausreichenden, stabilen und im besten Fall auch paarigen Transportaufkommens.

Der **bedarfsorientierte Betrieb**, der bei gut ausgelasteten Strecken nicht gewährleisten kann, dass der ÖPNV nicht behindert wird, wäre hingegen durch seine Flexibilität für den Verlager attraktiver. Vor allem für die anfänglichen Hürden bei der Einführung einer Güterstraßenbahn kann die Flexibilität ein wichtiger Faktor sein, damit die Wirtschaft diese Transportmöglichkeit in Anspruch nimmt. Bei einer steigenden Nachfrage kann diese Eigenschaft jedoch immer schwerer aufrecht zu erhalten bleiben. Die Vorteile des bedarfsorientierten Betriebes der Güterstraßenbahn ist daher:

- die Attraktivität durch ein zeitlich flexibles Angebot.

Als Nachteile können hingegen folgende Punkte genannt werden:

- Das Problem der Auslastung, da die Güterstraßenbahn ein großes Fassungsvermögen hat und dieses für einen wirtschaftlichen Betrieb ausgenutzt werden sollte.
- Das Bestehen von Mängeln bei der räumlichen Flexibilität aufgrund der Spurgebundenheit und der Abstimmung mit dem ÖPNV.
- Die Notwendigkeit komplexer Problemlösungen für die Planung von Logistikleistungen.

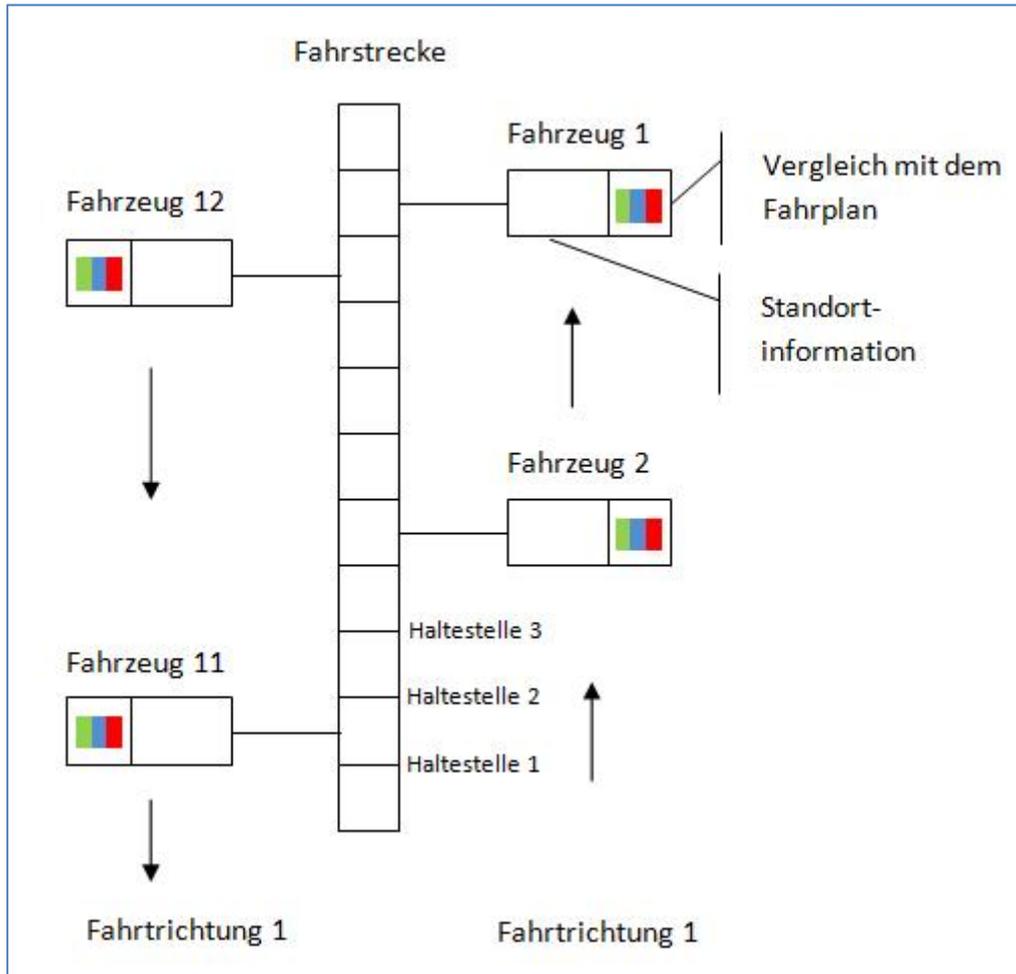
5.2.5. Die Kompatibilität mit dem Betriebsleitsystem

Eine weitere Grundvoraussetzung, die seitens des Netzbetreibers gestellt werden muss, ist die Kompatibilität einer im Güterverkehr eingesetzten Straßenbahn mit dem im Straßenbahnnetz verwendeten Betriebsleitsystem. Dies ist wichtig, um den Disponenten weiterhin die Möglichkeit zu geben, Störungen frühzeitig zu erkennen und diesen entgegen zu wirken. Das Betriebsleitsystem ist keine Sicherheitseinrichtung, sondern versucht nur einen fließenden Verkehrsablauf zu gewährleisten.

Um die Fahrzeuge auf der Strecke orten zu können, verfügen diese über einen Codierstecker, der im Fahrzeug angebracht wird und per Funk Informationen über seinen Standpunkt an die Betriebsleitzentrale schickt. In dieser werden alle Standorte der Fahrzeuge gesammelt, dargestellt und mit dem Fahrplan verglichen. Die Information darüber ob ein Fahrzeug im Fahrplan liegt oder verspätet/zu früh ist, wird dann farblich neben der Standortinformation dargestellt, wie dies die Abbildung 19 zeigt.⁶⁹ Damit dieses System auch weiterhin funktionieren kann, müssten auch mögliche Güterstraßenbahnfahrzeuge mit denselben Codiersteckern versehen sein, damit diese in der Betriebsleitzentrale geortet und überwacht werden können.

⁶⁹ Androsch, P. (2011)

Abbildung 19: Betriebsleitsystem – Beispielhafte Darstellung



Quelle: Eigene Darstellung, Information: Androsch, P. (2011)

So bedeutet eine grüne Markierung an der Standortinformation, dass das Fahrzeug im Fahrplan liegt. Eine blaue Markierung bedeutet, dass es sich hierbei um ein verspätetes Fahrzeug handelt, wohingegen eine rote Markierung ein Fahrzeug anzeigt, das zu früh unterwegs ist.⁷⁰

5.2.6. Die Einhaltung betrieblich bedingter Nachruhezeiten

Die Einhaltung betrieblich bedingter Nachruhezeiten stellt eine Grundvoraussetzung des Netzbetreibers dar, da nachts oftmals Wartungsarbeiten durchgeführt werden und die Betriebsleitzentrale nicht besetzt ist. Es kann daher das Befahren der Straßenbahninfrastruktur von Seiten des Netzbetreibers nicht gestattet werden, wodurch ein künftiges Betriebskonzept einer Güterstraßenbahn durch diesen Faktor wesentlich beeinflusst wird.

5.2.7. Die Einhaltung betrieblich bedingter Sicherheitsabstände

Die Einhaltung des betrieblich bedingten Sicherheitsabstandes zwischen den einzelnen Straßenbahnzügen ist ein weiterer Faktor, der seitens des Netzbetreibers eingefordert werden muss. Der Sicherheitsabstand ist vor allem durch das Bremsverhalten der Fahrzeuge bestimmt und muss daher, da für Straßenbahnen Fahren auf Sicht gilt, mindestens den Bremsweg des vorderen Schienenfahrzeuges betragen. Zum besseren Verständnis soll an dieser Stelle ein Beispiel angeführt werden.

⁷⁰ Androsch, P. (2011)

Beispiel – Berechnung des Bremsweges eines ULF:

Für die Berechnung des Bremsweges einer Straßenbahn kann eine Betriebsbremsverzögerung von $3,0 \text{ m/s}^2$ ⁷¹ angenommen werden, wie sie beispielsweise das Fabrikat ULF, der Firma Siemens, aufweist. Für eine Straßenbahn mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h und einer gleichmäßigen Verzögerung von 3 m/s^2 müsste man daher wie folgt vorgehen: $s = \frac{v^2}{2a}$

Somit würde sich mit der Umrechnung der Geschwindigkeit von km/h in m/s folgende Berechnung

$$\text{ergeben: } s = \frac{13,89^2 \frac{\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]}{\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]}}{2 \cdot 3} = 32,16 \text{ [m]}$$

Das bedeutet, dass der Bremsweg einer Straßenbahn des Fabrikats ULF einen Bremsweg bei einer Betriebsbremsung von 32 m aufweisen müsste. Da jedoch die Fahrgäste von Straßenbahnzügen kaum gesichert sind, sind Bremsmanöver immer eine Gefahr für die Sicherheit der Fahrgäste und daher sehr vorsichtig einzusetzen.

5.2.8. Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Spurweiten

Ein weiterer Anspruch des Netzbetreibers existiert hinsichtlich der vorhandenen Spurweiten, auf die das zum Einsatz kommende Fahrzeug abgestimmt werden muss. Da viele Städte unterschiedliche Spurweiten aufweisen, muss auch für Güterstraßenbahnfahrzeuge auf die Vorgaben des Netzbetreibers geachtet werden. Um Beispiele für die unterschiedlichen Spurweiten aufzuzeigen, können die Städte Dresden mit ihrer Spurweite von 1.450 mm⁷², Zürich mit ihrer Spurweite von 1.000 mm⁷³, sowie Wien⁷⁴ und Amsterdam mit ihrer Spurweite von 1.435 mm⁷⁵ angeführt werden.

5.2.9. Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Weichen

Weichen sind Einrichtungen, die es Schienenfahrzeugen ermöglichen, an einer Kreuzung zwischen zwei Fahrtrichtungen zu wählen. Daher sind Weichen auch ganz besondere Sicherheitsmerkmale einer Schieneninfrastruktur und müssen daher auch durch einen Ziviltechniker regelmäßig überprüft werden. Das bedeutet, dass Weiche auch einen wichtigen Kostenfaktor darstellen, da solche Prüfungen teuer sind. Bei Einsparungsmaßnahmen versuchen die Verkehrsunternehmen daher auch, wenn möglich, Weichen einzusparen. Die Ansprüche, die sich durch die vorhandenen Weichen in einem Netz ergeben können sind je nach Art der Weiche unterschiedlich und liegen in dessen Eigenschaften begründet.

Grundsätzlich kann man 3 Arten von Weichen unterscheiden. Die älteste dieser Weichenarten ist die **Stellhebelweiche**, die noch händisch betätigt werden musste, wenn eine Straßenbahn abbiegen wollte. Wichtig ist bei dieser Weichenart, dass ein Mitarbeiter abgestellt werden muss um diese zu stellen. Dies ist notwendig, da der Stellhebel der Weiche so lange festgehalten werden muss, bis das Fahrzeug die Kreuzung verlassen hat. Würde es zu einer frühzeitigen Lösung der Weichenstellung kommen, würde dies zu einer Entgleisung des Fahrzeuges führen. Da der Netzbetreiber für die Sicherheit der netzabhängigen Einrichtungen verantwortlich ist, existiert diese Art der Weichen heute kaum noch. So wurde beispielsweise in Wien vor etwa 5-6 Jahren eine der letzten dieser

⁷¹ fanpage-der-wiener-linien^a, letzter Zugriff: 24.05.2011

⁷² Newesely, G. (2011)

⁷³ Wikipedia^l, letzter Zugriff: 14.10.2011

⁷⁴ Newesely, G. (2011)

⁷⁵ Wikipedia^m, letzter Zugriff: 14.10.2011

Weichen am Urban Loritz-Platz entfernt⁷⁶. Eine andere Art ist die *Gelenkzungen Weiche*, die auch heute noch in der städtischen Infrastruktur verbaut sind. Da diese Weiche jedoch aufgrund ihres Gelenkes immer wieder Probleme machte, wird auch diese bei Neubauten heute kaum mehr eingesetzt.⁷⁷ Die *Federzungen Weiche* ist die, in Wien, am häufigsten vertretene Weiche. Wie die Gelenkzungen Weiche wird auch die Federzungen Weiche elektronisch durch eine Erkennung des mitgeführten Codiersteckers automatisch gestellt. Sollte aufgrund einer Behinderung die übliche Fahrtroute jedoch nicht gefahren werden können, so kann die Weiche auch vom Straßenbahnfahrer per Knopfdruck im Wagen gestellt werden. Im Falle eines Totalausfalls dieser elektronischen Hilfen besteht aber auch bei diesen Weichen weiterhin die Möglichkeit, diese händisch zu stellen.⁷⁸ Des Weiteren werden die Weichen auch automatisch verriegelt, solange das Schienenfahrzeug sich in der Kreuzung befindet. Dies wird auch durch optische Signale an einer auf der Oberleitung angebrachte Anlage kommuniziert.⁷⁹ Es zeigt sich daher, dass aufgrund der Federzungenweiche der Netzbetreiber den Anspruch stellen muss, dass auch Güterstraßenbahnen mit den, im ÖPNV verwendeten, Codiersteckern ausgestattet sein müssen.

5.2.10. Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich zu verwendender Bremssysteme

Straßenbahnfahrzeugen verfügen üblicherweise nicht nur über eine Betriebs-, Halte- und Handbremse, sondern auch über unterstützende Bremseinrichtungen, wie die Schienenbremse und den Einsatz von Sand. Da es auch für die zu verwendenden Bremssysteme Vorgaben vom Netzbetreiber geben kann, sollen an dieser Stelle kurz die üblicherweise verwendeten Bremssysteme erläutert werden.

Die Betriebsbremse ist jene Bremse, die die Straßenbahnen bei ihren Fahrten verwenden um anzubremsen und an Haltestellen stehen zu bleiben. Dabei verwenden die alten sowie neuen Garnituren eine sogenannte Generatorische Bremse. Das bedeutet, dass mittels Stromzufuhr Bremswiderstände eingespeist werden und die Radsätze der Straßenbahn damit verzögern.⁸⁰

Die Haltebremse ist jene Bremseinrichtung, die die Straßenbahn im stehenden Zustand hält, wenn diese beispielsweise auf einer abfallenden Fahrbahn halten muss. Ohne diese Bremse würde die Straßenbahn die Steigung hinab rollen. Für die Haltebremse werden einerseits Solenoidbremsen und/ oder Federspeicherbremsen eingesetzt. Die Solenoidbremse besteht aus einem Eisenkern, der von einer Spule umwickelt ist. Wird durch diese Spule Strom geschickt, so wird der Eisenkern angezogen und die Bremswirkung setzt ein. Die Funktionsweise der Federspeicherbremse ist durch eine elektronisch angezogene Feder gekennzeichnet. Wird der Strom aus der angezogenen Feder genommen, lässt diese aus und die Bremswirkung setzt ein.⁸¹

In den alten Straßenbahngarnituren findet man beide Bremseinrichtungen, die gemeinsam die Haltebremse darstellen. Lediglich in den neueren Fahrzeugen, wie den ULF wird die Solenoidbremse nicht mehr eingesetzt.⁸²

Die Handbremse ist eine rein mechanische Bremse, die mit Hilfe einer Kette die Bremsbacken an die Radsätze drückt, wodurch die Straßenbahn ebenfalls verzögert.

⁷⁶ Androsch, P. (2011)

⁷⁷ Androsch, P. (2011)

⁷⁸ Androsch, P. (2011)

⁷⁹ Androsch, P. (2011)

⁸⁰ Androsch, P. (2011)

⁸¹ Androsch, P. (2011)

⁸² Androsch, P. (2011)

Die Schienenbremse ist eine weitere Bremsenrichtung der Straßenbahn, die allerdings entweder nur unterstützend in einem Bremsmanöver oder für eine Notbremsung eingesetzt wird. Die Schienenbremse ist eine elektromagnetische Bremse, die aus einem Elektromagneten besteht, der, wenn er mit Strom versorgt wird, die Schienen unterhalb der Straßenbahn anzieht. Dadurch keine eine besonders starke Verzögerung der Straßenbahn erreicht werden, die jedoch für die ungesicherten Fahrgäste eine Gefahr darstellt und dessen volle Wirkung daher nur im Notfall eingesetzt werden soll. Neue Fahrzeuge, wie der ULF verfügen des weiteren über einen Computer, der im Falle eines Gleitens der Räder automatisch die Schienenbremse zusätzlich einschaltet um die Straßenbahn zu verzögern.⁸³

Eine weitere Einrichtung, die für die Straßenbahn früher von großer Bedeutung war, aber auch heute immer noch eingesetzt wird, stellt **der Sand** dar. Sand wird bei Straßenbahnen vor allem dazu verwendet, wenn der Schienenzustand eine weitere Reibungsquelle erfordert um die Straßenbahn zu verzögern. Dies kann einerseits im Herbst, aber auch bei vereisten Schienen der Fall sein.⁸⁴

5.2.11. Die netzbedingte Limitierung der Streckengeschwindigkeiten

Eine weitere Grundvoraussetzung ist das Einhalten von Streckengeschwindigkeiten, da es hierbei entweder um die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer oder aber auch um den Schutz der Anrainer geht. Da durch das Befahren der Straßenbahngleise Erschütterungen entstehen, wurden im Schieneneroberbau Gleisbandplatten an der Außenseite der Schienen angebracht. Dadurch werden die Erschütterungen der Schienen nicht mehr auf den Oberbau der Straßeninfrastruktur übertragen, da so kein direkter Kontakt mehr zwischen Schiene und Fahrbahn besteht. Dennoch gibt es Stellen, vor allem an Kreuzungen, die diesbezüglich eine Schwachstelle darstellen. Um an diesen Streckenabschnitten starke Erschütterungen zu vermeiden kann eine Geschwindigkeitsbeschränkung helfen.⁸⁵

5.2.12. Die Einhaltung netzbedingter Lichtraumeinschränkungen

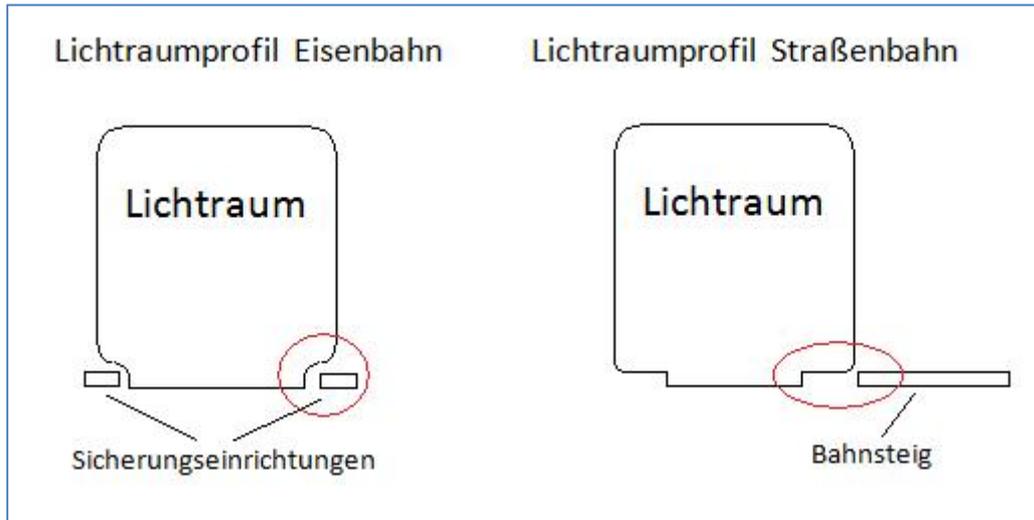
Die Einhaltung des vom Netz vorgegebenen Lichtraums ist eine Grundvoraussetzung und nicht nur für die Abmessungen der eingesetzten Fahrzeuge, sondern auch für die Beladung der Güterstraßenbahn von Bedeutung. Die Ansprüche an das Lichtraumprofil werden durch eine Reihe von Faktoren bestimmt, wie dem Gleisabstand der Fahrrichtungen, dem seitlichen Gleisabstand zu Licht-, oder Strommasten, parkenden Fahrzeugen, Bahnsteigen und anderen baulichen Einrichtungen sowie Höhenbeschränkungen durch Unterführungen oder Tunnel. Weitere Einrichtungen oder Hindernisse, die das Lichtraumprofil definieren, können beispielsweise Sicherheitseinrichtungen im Netz der Vollbahnen sein, die bei einem Befahren dieses Gleissystems zu beachten wären. Eine schematische Darstellung der Auswirkungen solcher seitlich angeordneter Sicherheitseinrichtungen auf das Lichtraumprofil zeigt die Abbildung 20.

⁸³ Androsch, P. (2011)

⁸⁴ Androsch, P. (2011)

⁸⁵ Androsch, P. (2011)

Abbildung 20: Lichtraumprofil – Gegenüberstellung Anforderungen Eisen- und Straßenbahn



Quelle: Eigene Darstellung; Information: Newesely, G. (2011)

So verdeutlicht der Vergleich der beiden Darstellung in Abbildung 20, die unterschiedlichen Anforderung des Lichtraums aufgrund unterschiedlicher Bahnsysteme. Die örtlichen Gegebenheiten sind jedoch meist sehr unterschiedlich, wodurch den Ansprüchen der Netzbetreiber diesbezüglich große Bedeutung zukommt.

5.2.13. Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeugbreite

Weitere Einschränkungen sind hinsichtlich der Fahrzeugbreiten zu erwarten, die einerseits durch die städtische Straßenbahninfrastruktur und andererseits durch Parameter der Fahrzeugkonstruktion beeinflusst wird. Hinsichtlich der städtischen Straßenbahninfrastruktur können Faktoren, wie der kleinste im Netz vorhandene Kurvenradius, die Gleisabstände zur Gegenfahrtrichtung, Masten und andere bauliche Einrichtungen genannt werden. Für die Faktoren, die im Rahmen der Fahrzeugkonstruktion Einfluss auf die Fahrzeugbreite/auf die Hüllkurve nehmen, können die Anzahl der Achsen, die Abstände der Drehgestelle und Bauteile des Fahrzeuges, wie die Außenspiegel, Blinker usw. genannt werden. Es ist daher darauf zu achten, dass die eingesetzten Fahrzeuge jene Maße, die seitens des Netzbetreibers vorausgesetzt werden, nicht überschreiten.

5.2.14. Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeuglänge

Hinsichtlich der Fahrzeuglängen sind Straßenbahnfahrzeuge grundsätzlich als flexibel zu bewerten. Da jedoch auch hier Einschränkungen aufgrund der räumlichen Gegebenheiten existieren, muss auch dieser Faktor als Grundvoraussetzung für das Befahren der Straßenbahninfrastruktur genannt werden. So sind vor allem die räumlichen Gegebenheiten bei Kreuzungen zu beachten, da ein Straßenbahnfahrzeug aufgrund seiner Länge nicht in Kreuzungsbereiche kragen soll. Ein weiterer Faktor könnte durch Bahnsteiglängen ausgemacht werden, vor allem dann, wenn es sich dabei um ein Betriebskonzept handelt, das Be- und Entladungsvorgänge der Güterstraßenbahn entlang der Transportstrecke vorsieht. Des weiteren können aber auch geringe Achszahlen bei sehr langen Fahrzeugen dazu führen, dass diese sehr stark auskragen und somit eine Abstimmung mit dem Lichtraumprofil notwendig wird.⁸⁶ Es zeigt sich daher, dass auch hinsichtlich der Fahrzeuglänge die Güterstraßenbahnen aufgrund der städtischen Infrastruktur an ihre Grenzen stoßen.

⁸⁶ Androsch, P. (2011)

5.2.15. Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeughöhe

Die Einhaltung der netzbedingten Limitierung der Fahrzeughöhe ist eine weitere Grundvoraussetzung, die vor allem durch die Oberleitungshöhen in einem Straßenbahnnetz definiert wird. Aus Sicherheitsgründen müssen Oberleitungen einen bestimmten Abstand zu dem darunter fahrenden Fahrzeug aufweisen, wodurch die Fahrzeughöhen beschränkt sind.

5.2.16. Die netzbedingte Limitierung der Achsenzahl

Ein weiterer harter Faktor des Netzbetreibers stellt die netzbedingte Limitierung der Anzahl der Achsen dar. Da die Anzahl der Achsen sowie deren Abstände zueinander einen wesentlichen Einfluss auf die Hüllkurve haben, kann die Straßenbahninfrastruktur limitierend auf diese wirken. Um dies zu verdeutlichen soll folgendes Beispiel dienen:

Das Straßenbahnfabrikat der Firma Siemens Ultra Low Floor, kurz genannt ULF, ist mit einer Breite von 2.400 mm ein bereits sehr breites Fabrikat. Um den ULF mit einer Breite von bis zu 2.450 mm oder 2.500 mm auszustatten, könnten kürzere Wagenkästen angedacht werden. Da dies jedoch die Hüllkurve des Fahrzeuges beeinflusst muss hier eine Abstimmung vorgenommen werden. Bei neueren Straßenbahninfrastrukturen, die bereits darauf achten, dass das Lichtraumprofil großzügiger ausfällt können daher größere Fahrzeugbreiten und somit auch mehr Achsen vorgesehen werden.⁸⁷

5.2.17. Die netzbedingte Limitierung der maximalen Zuladung

Des Weiteren wird auch die maximale Zuladung, die sich aus der Anzahl der Achsen und der maximalen Achslast ergibt, von der städtischen Infrastruktur bestimmt. Wie bereits im Kapitel 5.2.13 zuvor erwähnt, ist die Anzahl der Achslast durch die Hüllkurve begrenzt und muss daher in Abstimmung mit der Fahrzeugbreite festgelegt werden. Die maximale Achslast hingegen ist abhängig von der Qualität der Straßenbahngleise und den Schwachstellen des Straßenbahnnetzes, wie beispielsweise Brücken. Generell kann behauptet werden, dass ältere Straßenbahnnetze eine maximale Achslast von 8,5-10 t erlauben, wohingegen neuere Straßenbahngleise bereits bis zu 12 t ermöglichen. Das bedeutet, die maximale Zuladung ergibt sich aus der Summe aller Achsen multipliziert mit dessen maximaler Achslast. So dürfte beispielsweise der ULF mit seinen 6 Achsen⁸⁸ und einer maximalen Achslast von 12 t eine maximale Zuladung von 72 t aufweisen.

5.1. Faktoren der Verlader

Unter den harten Faktoren der Verlader werden alle nachfolgenden Grundvoraussetzungen verstanden, die für alle logistischen Aufgaben bzw. Einsatzgebiete der Güterstraßenbahnen gelten.

5.1.1. Ein qualitativ gut ausgebautes städtisches Straßenbahnnetz

Die Qualität sowie der Ausbaugrad eines städtischen Straßenbahnnetzes sind Grundvoraussetzungen für die Implementierung einer Güterstraßenbahn, da nur so den Ansprüchen der Verlader und den Anforderungen des Güterverkehrs an dessen Verkehrsträger Rechnung getragen werden kann. Wichtig sind für den Güterverkehr vor allem die Faktoren: Netzdichte, Tragfähigkeit und Leistungsfähigkeit. Dies zeigt recht eindringlich, dass es sich hierbei auch um die Stellung wechselseitiger Ansprüche handelt.

⁸⁷ Newesely, G. (2011)

⁸⁸ fanpage-der-wiener-linien^b, letzter Zugriff: 14.10.2011

5.1.2. Die optimale Ausnutzung des Verkehrsmittels und dessen Bruttoladeraums

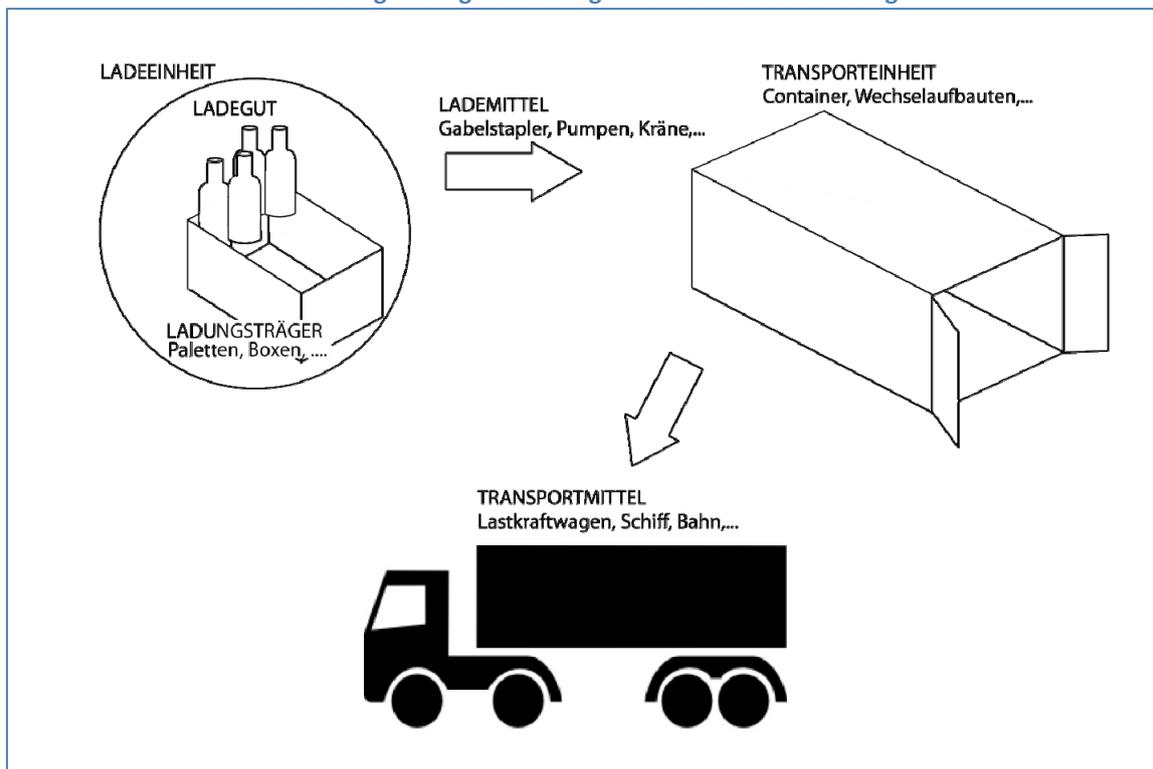
Eine Grundvoraussetzung des Verladers stellt die optimale Auslastung des Verkehrsmittels und dessen Laderaum da. Dies ist wichtig, da so die größtmögliche Menge mit der kleinstmöglichen Anzahl an Fahrten bzw. dem kleinstmöglichen Aufwand transportiert werden kann. Da für eine optimale Ausnutzung die Anforderungen an das Fahrzeug aufgrund der unterschiedlichen Gutarten oder Ladungsträger sehr unterschiedlich ausfallen können, muss hier eine Abstimmung vorgenommen werden, sofern dies, aufgrund eines hohen Aufkommens an unterschiedlichsten Gutarten oder Ladungsträger, auch möglich ist.

5.1.3. Die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend transportierten Ladegüterarten

Soll die Güterstraßenbahn vorwiegend eine bestimmte Gutart transportieren, so hat dies eine positive Auswirkung auf die Möglichkeit, das Beladungskonzept auf diese Gutart abzustimmen. In diesem Fall ist die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend transportierten Gutarten eine Grundvoraussetzung um die Güterstraßenbahn sinnvoll zu betreiben. Es gibt eine Vielzahl von Gütern und Waren, die unterschiedliche Anforderungen an ihren Ladungsträger oder ihr Transportmittel stellen. Aus diesem Grund sind die unterschiedlichen Güterverkehrsmittel auch unterschiedlich gut für den Transport verschiedener Gutarten geeignet. Um dies zu verdeutlichen sollen in Folge die Anforderungen unterschiedlicher Gutarten auf das Beladungskonzept dargestellt werden.

Zuvor erscheint es jedoch wichtig folgende, in der Abbildung 21 dargestellte, logistische Begrifflichkeiten anzuführen, um dessen Bedeutung klarzustellen. Die hier thematisierten Gutarten entsprechen dem Ladegut, das sowohl Anforderungen an seinen Ladungsträger als auch an das Verkehrsmittel selbst stellt.

Abbildung 21: Logistische Begrifflichkeiten der Beladung



Quelle: Eigene Darstellung; Quelle Icon: www.goolge.at

Es ist hierbei jedoch anzumerken, dass Ladegüter meist mit Hilfe von Ladungsträgern befördert werden, deren Anforderungen im Kapitel 5.1.4 thematisiert werden. Das bedeutet, dass vor allem die Kombination aus Ladegut und Ladungsträger maßgeblich ist. Dennoch soll der Einfachheit halber, die Einteilung nach Anforderungen durch Ladegüter und Ladungsträger erfolgen.

Um die Eigenschaften der Ladegüter nach ihrer Art aufzuzeigen, sollen die wichtigsten Gutarten in Folge kurz erläutert werden.

Massengüter/Bulkgüter: Unter den Begriff Massengüter werden alle Güter zusammengefasst, die in großen Mengen transportiert werden, wie beispielsweise Kohle, Sand, Weizen etc. Massengüter sind typische Gutarten, die mittels Schiff oder Eisenbahn transportiert werden, da diese größere Mengen aufnehmen können und beim Transport dieser eine gewisse zeitliche Flexibilität aufweisen dürfen. Massengüter werden meist über große Entfernungen transportiert und kommen kaum unter jenen Gütern vor, deren Weg sie in urbane Gebiete führt. Diese Gruppe der Gutarten wird daher eher kaum für den Transport mittels Güterstraßenbahn in Frage kommen, da auch in urbanen Gebieten für diese Gutart der Transport mittels Eisenbahn vorzuziehen wäre. Dies hätte auch den Vorteil, dass kein weiterer Güterumschlag von der Eisenbahn auf die Straßenbahn notwendig werden würde. Sollte dennoch ein Transport von Massengütern auf Güterstraßenbahnen vorgesehen sein, so muss in erster Linie auf die Belastungsgrenzen der Schieneninfrastruktur geachtet werden. Diese könnten sich einerseits durch Gewichtsbeschränkungen oder durch Beschränkungen des Lichtraums ergeben.

Gefahrgüter: Unter dem Begriff der Gefahrgüter werden all jene Güterarten verstanden, die ein großes Gefahrenpotential bergen, wie beispielsweise ätzende oder giftige Substanzen. Gefahrgüter sind, wie die Massengüter, typischerweise schiffs- oder bahnaffine Güter. Die Wahrscheinlichkeit, dass diese Gutarten in urbanen Gebieten transportiert werden ist als höher einzuschätzen als jene für Massengüter. Es ist aber auch hier, vor allem bei großen Mengen, auf die Belastungsgrenzen der Straßenbahninfrastruktur zu achten.

Schwerlastgüter und Güter mit Überlänge: Unter Schwerlastgüter und Güter mit Überlänge versteht man Güter, die aufgrund ihres Gewichts oder Länge mittels LKW nur sehr schwer transportiert werden können. Diese Güter sind daher ebenfalls schiffs- oder bahnaffin und können aufgrund der Wagenlänge einer Güterstraßenbahn durchaus befördert werden. Hier ist jedoch einerseits auf den Lichtraum und andererseits auf die in der Straßenbahninfrastruktur engeren Radien zu achten. So muss bei langen Güterwagen die Breite des Wagens verringert werden. Des Weiteren müssen bei Schwerlastgütern die Gewichtsbeschränkungen der Straßenbahninfrastruktur und die Anzahl der Achsen berücksichtigt werden.

Schüttgüter: Unter den Begriff Schüttgüter werden all jene Güterarten verstanden, die entweder in Säcken verpackt, mittels Greifern abgeladen oder mittels eines Saugers abgepumpt werden müssen. Die Anforderungen für Schüttgüter können, da es sich hierbei meist um ein großes Gutaufkommen handelt, mit jenen für Massengüter verglichen werden.

Stückgüter: Stückgüter sind all jene Güter, die in einem Stück verpackt sind, wodurch unter diesen Begriff eine ganze Reihe unterschiedlicher Gutarten fallen, deren Transport mittels Güterstraßenbahnen durchaus von Bedeutung sein wird. Je nachdem wie diese Güter verpackt werden und welche Ladungsträger für den Transport dieser Güter notwendig werden, können sich unterschiedliche Anforderungen für das Güterverkehrsmittel ergeben. Weiters muss berücksichtigt

werden, dass das Volumen eines Gutes nicht immer auf das Gewicht schließen lässt. So sind durchaus sehr voluminöse Güter denkbar, die ein eher geringes Gewicht aufweisen und umgekehrt.

Lebensmittel: Eine weitere Gutart stellen Lebensmittel dar, die vor allem in der Filialbelieferung häufig transportiert werden müssen. Da Filialen oft mehrmals täglich mit verderblichen Gütern beliefert werden, stellen diese Transporte ein mögliches Einsatzgebiet für Güterstraßenbahnen dar. Für den Transport von verderblichen Gütern bedarf es jedoch Spezialcontainer mit elektronischer Überwachung, da diese Güter gekühlt transportiert werden müssen. Im Bereich der Filialbelieferung stellt der LKW jedoch eine besonders starke Konkurrenz dar, da einige dieser Filialen abseits der Straßenbahninfrastruktur liegen. Es ist daher nicht wahrscheinlich, dass die Güterstraßenbahn in diesem Bereich im großen Ausmaß eingesetzt wird.

Post und Pakete: Im Kurier, Express und Paket-Dienst (KEP) erfolgt die Verteilung von Briefen und Paketen, die zuvor in einem Regionallager nach ihren Zustellbezirken sortiert werden. Ein mögliches Einsatzgebiet der Güterstraßenbahn könnte der Transport dieser Güter vom Regionallager in den Zustellbezirk sein, da es sich hier um einen einfachen Punkt-zu-Punkt Verkehr handelt. Hingegen ist die Einsatzmöglichkeit der Güterstraßenbahn für die Verteilung der Briefe und Pakete aufgrund der geringen Netzdicht unwahrscheinlich.

5.1.4. Die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend verwendeten Ladungsträger

Die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend verwendeten Ladungsträger kann eine weitere Grundvoraussetzung für die Optimierung der Verkehrsmittelauslastung darstellen. Da je nach Branche unterschiedliche Ladungsträger sowie unterschiedliche Typen von Ladungsträgern verwendet werden, muss dieser Abstimmung bereits eine sehr genaue Vorstellung des Einsatzgebietes zugrunde liegen. Um die Anforderungen der Ladungsträger zu verdeutlichen, werden diese anhand nachfolgender Ladungsträger erläutert.

Kisten: Einen häufig verwendeten Ladungsträger stellen Transportkisten aller Art dar, die sich sowohl hinsichtlich ihrer Abmessungen, als auch hinsichtlich ihrer Materialien und Einsatzgebiete unterscheiden. Als Beispiele dafür können die in dargestellten Varianten von Transportkisten dienen.

Abbildung 22: Ladungsträger - Kisten



Quelle: Google Bilder, Suchwort: Kisten, letzter Zugriff: 14.10.2011

Die Einsatzgebiete dieser Transportkisten reichen von der Gastronomie, wie vor allem Bierkisten von Bedeutung sind, über die Post bis hin zu privaten Umzügen. Dies zeigt auch, dass die Abmessungen dieses Ladungsträgers besonders unterschiedlich ausfallen. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich dieser Ladungsträger besonders gut für kleinere Sendungsgrößen im Distributions- oder Filialverkehr eignet, da dieser auch ohne Lademittel transportiert werden kann. Aufgrund der eher geringen Größe der Kisten

Paletten: Paletten sind ein häufig eingesetzter Ladungsträger für stapelbare Waren, der jedoch aufgrund unterschiedlicher Anforderungen verschiedener Branchen, oft modifiziert wurde und dadurch eine große Vielfalt aufweist. So existieren heute mindestens 5 unterschiedliche Abmessungen von Paletten, wie die Tabelle 2 zeigt.

Tabelle 2: Ladungsträger – Abmessungen Paletten

Paletten-Bezeichnung	Abmessungen
	Breite x Länge (in mm)
¼ Europalette	400 x 600
Halbe Europalette	600 x 800
Europalette	800 x 1.200
Industriepalette	1.000 x 1.200
Großpalette (nicht standardisiert)	1.200 x 2.000

Quelle: wikipedia.org, letzter Zugriff: 31.08.2011

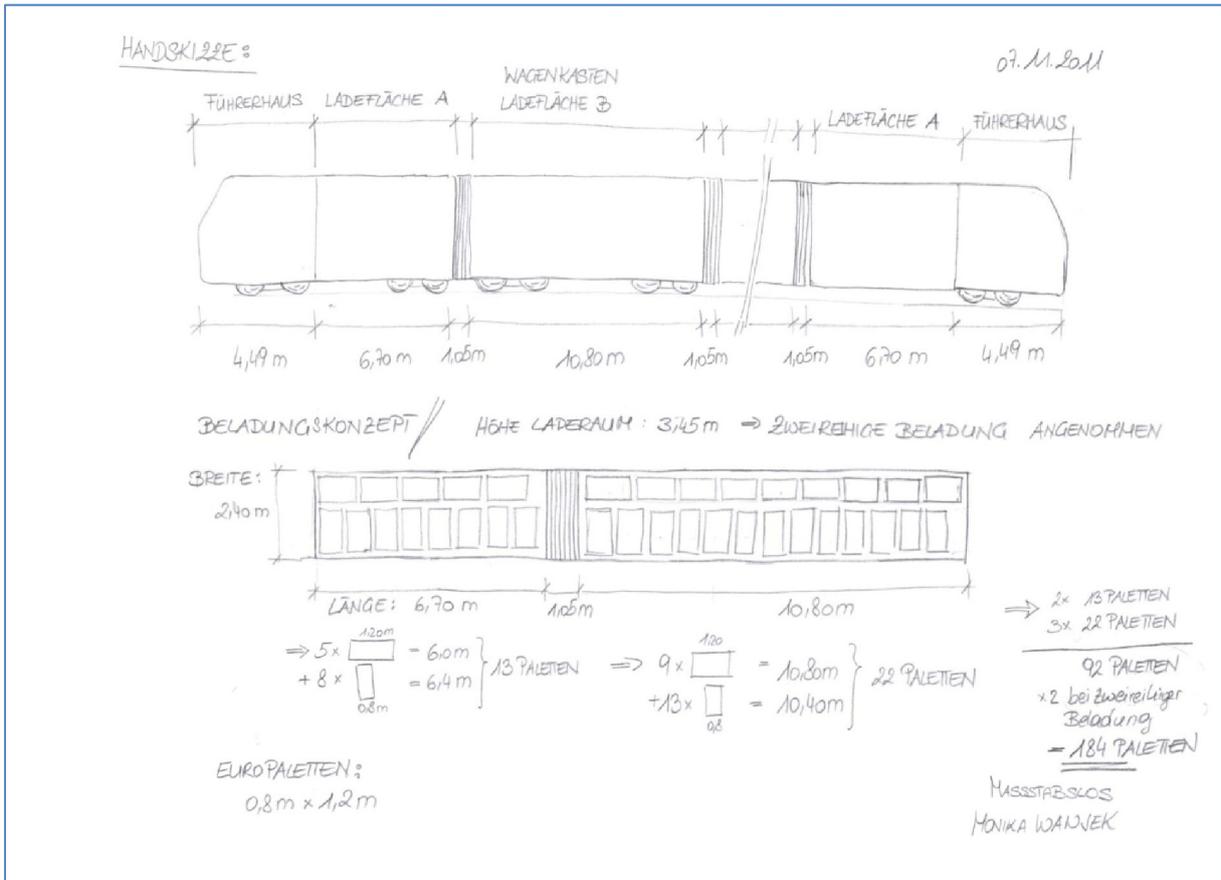
Um den Einsatz dieses Ladungsträgers und seine Auswirkungen auf die Transportmittel-Beschaffenheit zu verdeutlichen, soll das folgende **Beladungs-Beispiel** dienen.

Beispiel 2: Falls eine Gütestraßenbahn für den Transport von palettierten Waren und Gütern eingesetzt werden soll, sollte dessen Bruttoladeraum auf diesen Ladungsträger abgestimmt werden. Übliche Abmessungen der Ladefläche eines LKW-Sattelzuges mit einer Länge von 13.600 mm, einer Breite von 2.450 mm und einer Höhe von 2.500 mm erlaubt es, diesen mit 34 Europaletten zu beladen.⁸⁹

Bei einer Güterstraßenbahn nach dem Vorbild der CarGoTram in Dresden, die eine Länge von etwa 60.000 mm, eine Laderaumbreite von 2.200 mm und eine Laderaumhöhe von 3.450 mm aufweist, könnten bei einer zweireihigen Beladung 184 Europaletten Platz finden, wenn die Höhe einer Palette 1.700 mm nicht überschreitet. Aus der Skizze der nachstehenden Abbildung können die Grundlagen dieser Berechnung entnommen werden. So wurde von einer Güterstraßenbahn bestehend aus 2 Führerhausmodulen und 3 Wagenkastenmodulen ausgegangen. In einem Führerhausmodul könnten daher 13 Europaletten Platz finden, während in einem Wagenkastenmodul Platz für 22 Europaletten wäre.

⁸⁹ LKW Walter Internationale Transportorganisation AG, letzter Zugriff: 31.08.2011

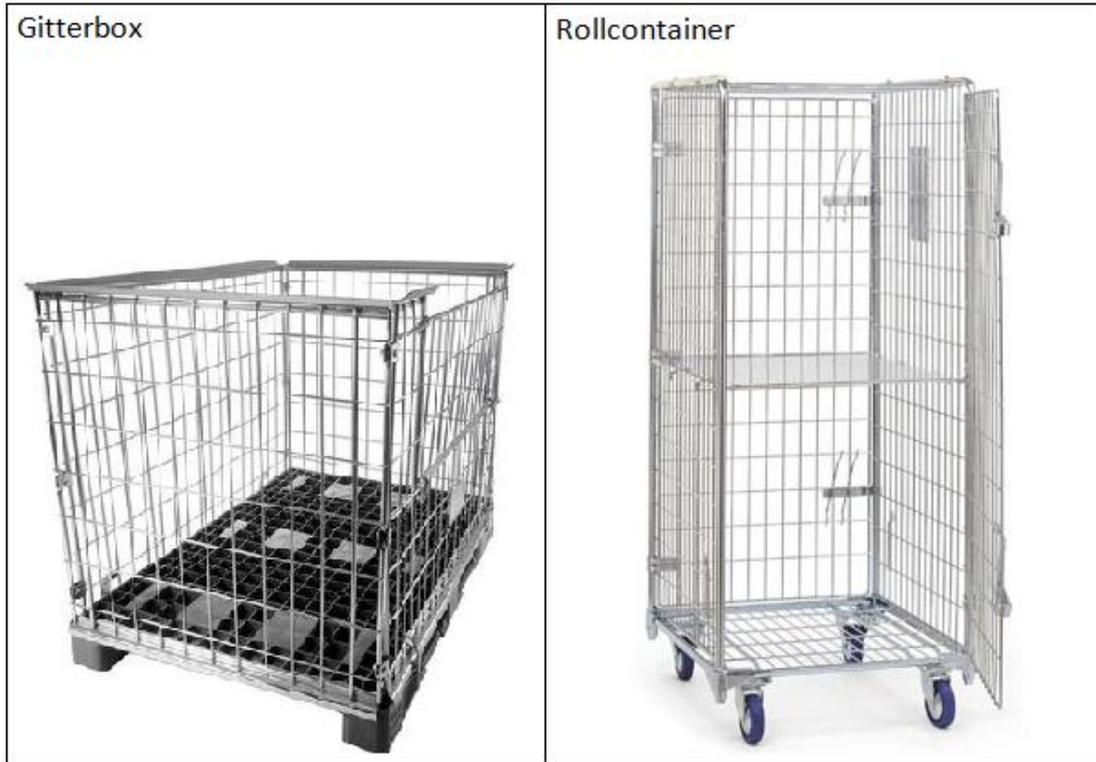
Abbildung 23: Berechnung des Beladungsbeispiels



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Gitterboxen und Rollcontainer: Unter Gitterboxen werden Boxen verstanden, die entweder dreiseitig oder vierseitig mit Gitterwänden ausgestattet sind. Rollcontainer sind meist höhere Gitterboxen mit Rollen, die das Transportieren erleichtern. Die Abbildung 24 zeigt ein Beispiel einer Gitterbox und eines Rollcontainers.

Abbildung 24: Ladungsträger - Gitterbox



Quellen: Logismarket, letzter Zugriff: 14.10.2011

Für den Einsatz im Lebensmittelhandel haben vor allen die Rollcontainer einen Vorteil, da sie aufgrund ihrer Räder leicht zu transportieren sind. Mithilfe dieser Räder könnte das Be- und Entladen einer Güterstraßenbahn deutlich schneller von statten gehen. Dies wäre vor allem für die Verwendung der Gitterboxen in Niederflur-Güterstraßenbahnen von Vorteil, da diese einen niveaulosen Übergang gewährleisten können. Typische Abmessungen für Gitterboxen sind 800 mm x 1.200 mm, sowie 720 mm x 810 mm x 1.700 mm für Rollcontainer.⁹⁰

Container: Unter dem Begriff Container werden geschlossene Transportbehälter verstanden, die entweder einseitig oder mehrseitig geöffnet werden können. Container gibt es in den unterschiedlichsten Abmessungen, da auch sie sehr verbreitet eingesetzt werden. Die Abbildung 25: Ladungsträger - Container Abbildung 25 zeigt die verbreitetste Form der Container, die vor allem im internationalen Waren und Güterverkehr eingesetzt werden. Der große Vorteil von Container liegt in ihrer leichten Bauart, die es ermöglicht auch in Entwicklungsländern mit einfachen Mitteln Reparaturen vorzunehmen.

⁹⁰ Logismarket, letzter Zugriff: 14.10.2011

Abbildung 25: Ladungsträger - Container



Quelle: Logismarket, letzter Zugriff: 14.10.2011

Bei Containern handelt es sich um einen Ladungsträger, der wie Paletten ausgetauscht wird. Dies ist wesentlich, da mithilfe dieser Methode Fahrten vermeiden werden, die lediglich dazu dienen diese Ladungsträger wieder zurückzubringen. Die Abmessungen für Container können besonders stark variieren, je nach dem wo und in welcher Branche diese eingesetzt werden. Anzumerken ist jedoch, dass es auch deutlich kleinere Typen von Containern gibt, als die Abbildung 25 darstellt. Grundsätzlich kann jedoch davon ausgegangen werden, dass aufgrund des meist großen Gewichtes des Ladungsträgers für die Be- und Entladung Lademittel benötigt werden. Genauer zu den unterschiedlichen Ladungsträgern und der benötigten Lademittel, die im Intermodalen Verkehr eingesetzt werden kann dem Kapitel 6.3.14 *Die Möglichkeit des Einsatzes im intermodalen Verkehr* auf Seite 78 entnommen werden.

5.1.5. Ein langfristig gesichertes Transportaufkommen auf konstanten Relationen

Ein langfristig gesichertes Transportaufkommen auf konstanten Relationen kann als Grundvoraussetzung gesehen werden, da es sich nur so lohnt die hohen Investitionskosten und das damit verbundene hohe Risiko einzugehen.

5.1.6. Gemeinsames Auftreten von großen Gütermengen und großen Transportentfernungen

Es kann angenommen werden, dass Straßenbahnen dieselben bzw. sehr ähnliche Transporteigenschaften aufweisen wie Eisenbahnen, wenn diese im intermodalen Verkehr eingesetzt werden. So sind große Transportmengen eines Gutes und große Transportdistanzen zur Kompensation eventuell zusätzlicher Umladevorgänge für den Transport mittels Bahn erforderlich. Es kann daher angenommen werden, dass dies auch für den Einsatz eine Güterstraßenbahn gilt.

5.1.7. Eine kurze/angemessene Zeitdauer bis zur Amortisation der Investitionskosten für potentielle Kunden

Eine kurze oder angemessene Zeit bis zur Amortisation der Investitionskosten ist eine Grundvoraussetzung für den Erfolg einer Güterstraßenbahn, da nur so ein abschätzbares Risiko für den Betreiber und Kunden besteht.

5.1.8. Die Ausarbeitung von Zustellstrategien im Falle einer Netzstörung

Die Tatsache, dass Güterstraßenbahnen meist ein großes Fassungsvermögen besitzen, kann auch nachteilig sein. So muss im Falle einer Netzstörung, die von der Güterstraßenbahn nicht umgangen werden kann, davon ausgegangen werden, dass eine große Menge an Gütern und Waren nicht rechtzeitig ihr Ziel erreicht. Würde die Gütermenge stattdessen mit LKWs transportiert werden, müssten zwar mehrere Fahrzeuge zum Einsatz kommen, die Wahrscheinlichkeit, dass alle Fahrzeuge ihr Ziel nicht rechtzeitig erreichen ist jedoch äußerst gering. Dies liegt vor allem an den Unterschieden in der Netzdichte der Verkehrsträger Schiene und Straße.

Es sind daher Strategien notwendig, die im Falle einer Netzstörung zur Anwendung kommen und damit das Risiko auf die nicht zeitgerechte Zustellung von Gütern und Waren reduzieren können. Um dieses Risiko auf ein Minimum zu reduzieren können die Planung von Ausweichstrecken und die Ausführung der Güterstraßenbahn als Zweirichtungszug dienen. Dies stellt jedoch eine wichtige Grundvoraussetzung dar um den großen Nachteil des Verkehrsmittels gegenüber dem LKW reduzieren zu können. In wie fern diese Strategien tatsächlich die Zuverlässigkeit des Verkehrsmittels erhöhen und die Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem LKW erhöhen können, ist wohl auch von der Vermarktung und dem Zugang zu Informationen abhängig.

5.1.9. Die Abstimmung des einzusetzenden Fahrzeugtyps auf die gegebenen Anforderungen durch Ladegut und Ladungsträger

Straßenbahnfahrzeuge werden in erster Linie für den Öffentlichen Personennahverkehr hergestellt und sind daher für den Gütertransport erst durch einige Änderungen geeignet. Grundsätzlich kann man zwischen zwei Bauarten von Straßenbahnfahrzeugen unterscheiden, der Nieder- und der Hochflurfahrzeuge. Die Unterschiede in der Bauart können sich bei Verwendung des Fahrzeuges für den Güterverkehr jedoch auch aufgrund der Anforderungen der Ladegüter oder Ladungsträger niederschlagen. Das bedeutet, dass eine Abstimmung des einzusetzenden Fahrzeugtyps auf die Anforderungen des Ladeguts und Ladungsträgers sinnvoll ist. Um dies zu verdeutlichen kann folgendes Beispiel dienen: So würde die Belieferung eines Einzelhandels, der seine Waren vor allem mittels Rollcontainer transportiert, für den Einsatz einer Niederflurstraßenbahn sprechen, da hier durch die geringe Einstiegshöhe das Be- und Entladen auch ohne Lademittel rasch von statten gehen kann. Dieser Faktor wird unabhängig stark von der logistischen Aufgabe beeinflusst, auch wenn die sich daraus ergebenden Anforderungen unterschiedlicher Art sind und war daher den harten Faktoren zuzuordnen.

5.2. Zusammenfassung der harten Faktoren nach ihren Akteuren

Die Tabelle 3 fasst die zuvor beschriebenen harten Faktoren nochmals zusammen und dient als Überblick. Des Weiteren kann aus der Tabelle die Seitenzahl, an dem der jeweilige harte Faktor zu finden ist, herausgelesen werden.

Tabelle 3: Zusammenfassung der harten Faktoren für die Implementierung einer Güterstraßenbahn

Zusammenfassung der harten Faktoren für die Implementierung einer Güterstraßenbahn		
Einteilung der Faktoren nach ihren Akteuren		
	<i>Beschreibung der Faktoren auf..</i>	<i>Seite</i>
Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik		
	Die Beibehaltung der Attraktivität des Öffentlichen Personennahverkehrs	47
	Die Bevorzugung des Öffentlichen Personennahverkehrs in der Vergabe von Trassen	47
	Die Einhaltung von Nachtruhezeiten	47
	Der Nichtausbau überlasteter Straßeninfrastruktur	48
Faktoren der Netz-/Verkehrsbetreiber		
	Der Abschluss langfristiger Transportverträge mit dem Verkehrsunternehmen	48
	Eine effiziente Nutzung der städtischen Straßenbahninfrastruktur	48
	Eine Straßenbahninfrastruktur mit Kapazitätsreserven	49
	Die Vereinbarkeit des Betriebskonzepts mit dem Öffentlichen Personennahverkehr	49
	Die Kompatibilität mit dem Betriebsleitsystem	50
	Die Einhaltung betrieblich bedingter Nachtruhezeiten	51
	Die Einhaltung betrieblich bedingter Sicherheitsabstände	51
	Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Spurweiten	51
	Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Weichen	52
	Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich zu verwendender Bremssysteme	53
	Die netzbedingte Limitierung der Streckengeschwindigkeiten	54
	Die Einhaltung netzbedingter Lichtraumeinschränkungen	54
	Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeugbreite	55
	Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeuglänge	55
	Die netzbedingte Limitierung der Fahrzeughöhe	56
	Die netzbedingte Limitierung der Achsenzahl	56
	Die netzbedingte Limitierung der maximalen Zuladung	56
Faktoren der Verloader		
	Ein qualitativ gut ausgebautes städtisches Straßenbahnnetz	56
	Die optimale Ausnutzung des Verkehrsmittels und dessen Bruttoladeraums	57
	Die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend transportierten Ladegutarten	57
	Die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend verwendeten Ladungsträger	59
	Ein langfristig gesichertes Transportaufkommen auf konstanten Relationen	63
	Gemeinsames Auftreten von großen Gütermengen und großen Transportentfernungen	63
	Eine kurze/angemessene Zeitdauer bis zur Amortisation der Investitionskosten für potentielle Kunden	63
	Die Ausarbeitung von Zustellstrategien im Falle einer Netzstörung	64
	Die Abstimmung des einzusetzenden Fahrzeugtyps auf die gegebenen Anforderungen durch Ladegut und Ladungsträger	64

Quelle: Eigene Zusammenstellung

6. Weiche Faktoren nach ihren Akteuren

Unter den weichen Faktoren werden all jene Faktoren zusammengefasst, die zwar einen Einfluss auf die Implementierung einer Güterstraßenbahn haben, aber keine generelle Grundvoraussetzung darstellen. Der Grund dafür, dass diese Faktoren keine Grundvoraussetzung darstellen, kann einerseits in der geringen Einflussnahme auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn liegen, oder aber auch in der Tatsache, dass dieser Faktor nicht generell gültig ist. Dies ist damit zu erklären, dass für die unterschiedlichen Einsatzgebiete und logistischen Aufgaben einer Güterstraßenbahn der Einfluss der weichen Faktoren sehr unterschiedlich groß sein kann. So kann es sich auch hierbei um Faktoren handeln, die für ein bestimmtes Einsatzgebiet oder eine bestimmte Aufgabe durchaus auch als Grundvoraussetzung gehandelt werden könnten, jedoch aufgrund der fehlenden aufgabenübergreifenden Geltung nicht zu den harten Faktoren zu zählen wären.

6.1. Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik

Die weichen Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik umfassen jene Faktoren, die die Implementierung einer Güterstraßenbahn erleichtern würden, aber nicht notwendigerweise zutreffen müssen. Es handelt sich daher um erfolgsfördernde Faktoren für einen möglichen Güterstraßenbahnbetrieb, die von Seiten der Aufgabenträger ergriffen werden können.

6.1.1. Die weitgehende Ausschaltung von möglichen Nutzungskonflikten

Ein Anspruch seitens der Verkehrs- und Umweltpolitik ist die weitgehende Ausschaltung von möglichen Nutzungskonflikten. Da Straßenbahnen, vor allem jene die für den Gütertransport eingesetzt werden, auch Emissionen unterschiedlichster Art erzeugen, könnten mögliche Nutzungskonflikte auftreten. Im Sinne einer nachhaltigen Verkehrsplanung ist es daher wesentlich, solche möglichen Nutzungskonflikte frühzeitig zu erkennen und weitgehend auszuschalten. Von Bedeutung sind hier vor allem Erschütterungen und Lärmemissionen, die durch das Befahren der Strecke sowie durch Be- und Entladungsvorgänge entstehen. Des Weiteren können auch nächtliche Fahrten zu Nutzungskonflikten beitragen.

6.1.2. Die Beibehaltung der räumlichen Qualität im öffentlichen Raum

Eine weitere Problematik könnte durch eine Beeinflussung der Qualität des öffentlichen Raums entstehen, wenn beispielsweise im Zuge der Be- und Entladungsvorgänge dieser über eine längere Zeit stark beansprucht wird. Dabei kann es sich einerseits um eine Beeinträchtigung handeln, die die Qualität von Aufenthaltsflächen, wie beispielsweise Parkanlagen, schmälert. Andererseits kann es auch zu einer Beeinträchtigung des Verkehrsflusses kommen, die sich etwa durch die Verringerung der Aufnahmekapazität von Fuß- und Radwegen zeigt. Des Weiteren könnte eine Beeinträchtigung der räumlichen Qualität durch den Flächenverbrauch von Abstellgleisen, die eingeschränkten Gestaltungsmöglichkeiten sowie eine Beeinflussung des Ortsbildes entstehen.

6.1.3. Akzeptanz des Verkehrsmittels Güterstraßenbahn

Für die Logistik einer Güterstraßenbahn ist aber auch die Akzeptanz des Systems Güterstraßenbahn von Bedeutung, da diese großen Einfluss auf das Güteraufkommen hat. So werden Verloader und andere Kunden vor allem dann das Angebot der Güterstraßenbahn nutzen, wenn diese beispielsweise aufgrund ihrer umweltfreundlichen Transportabwicklung ein besonders gutes Image genießt. Andererseits kann ein schlechter Ruf, der beispielsweise durch negative Medienmeldungen aufkam, dazu führen, dass das Transportangebot kaum angenommen wird.

Aber nicht nur die Akzeptanz der Bevölkerung ist wesentlich, sondern auch die Akzeptanz von Unternehmen, die potentielle Kunden für Logistikleistungen der Güterstraßenbahn sein können. Um bei dieser Gruppe der Gesellschaft akzeptiert zu werden, sind jedoch andere Faktoren von Bedeutung. So spielen hier beispielsweise die Preispolitik des Betreibers, das Angebot an Logistikleistungen und die Zuverlässigkeit eine wesentlich größere Rolle als das Image.

6.1.4. Die Reduzierung städtischer Emissionen

Die Reduzierung städtischer Emissionen ist in der Verkehrs- und Umweltpolitik ein weit verbreitetes Ziel. Der Einsatz von Güterverkehrsmitteln mit alternativen Antrieben kann für die künftige Abwicklung des Güterverkehrsaufkommens von großer Bedeutung sein. Eine Möglichkeit für alternative Antriebe stellt der Elektro-Motor dar, da diese höhere Wirkungsgrade als konventionelle Verbrennungsmotoren aufweisen, nur leise Motorengeräusche emittieren und deutlich geringer Mengen Schadstoffe ausstoßen. So können vor allem die Feinstaubemissionen gering gehalten werden, da diese nur noch durch den Reifenabrieb und Bremsvorgänge erhalten bleiben.⁹¹ Der Einsatz eines Elektro-LKW hat jedoch auch einen Nachteil. So sind diese mit Akkus ausgestattet, wodurch die Reichweite dieser Fahrzeuge beschränkt ist. Als Beispiel kann an dieser Stelle der Elektro-LKW *Newton* der Firma Smith angeführt werden, der laut Angaben des Erzeugers eine Reichweite von 30-150 Meilen⁹², also 50-240 km, aufweist.

In diesem Kontext zeigt sich eine Güterstraßenbahn jedoch vorteilhafter als ein Elektro-LKW. So stellt die Güterstraßenbahn, wie der Elektro-LKW, nicht nur einen Ansatz der Elektor-Mobilität im Gütertransport dar, sondern eine Verlagerung des Gütertransportaufkommens von der Straße auf Straßenbahnschienen könnte des weiteren das Fahrzeugaufkommen reduzieren und somit die Straßeninfrastruktur entlasten. Straßenbahnen weisen praktisch keine Partikel-Emissionen, die durch den Abrieb entstehen, auf⁹³ und ihre Reichweite ist nicht von Akkus abhängig, da sie ihre elektrische Energie aus den Oberleitungen beziehen. Hinsichtlich der Lärmentwicklung bei Straßenbahnen muss jedoch nach Fahrzeugtypen unterschieden werden, da aufgrund der Bauart wesentliche Unterschiede bei Hoch- und Niederflurfahrzeugen bestehen. So sind beispielsweise die Klimaanlage bei Niederflurfahrzeugen am Dach befestigt, wodurch die Lärmemissionen bei Stillstand der Niederflurfahrzeuge deutlich höher sind als bei Hochflurfahrzeugen. Hingegen sind jedoch Niederflurfahrzeuge während der Fahrt deutlich leiser als Hochflurfahrzeuge.⁹⁴

⁹¹ Wikipedia^P, letzter Zugriff: 10.10.2011

⁹² Smith Electric Vehicles, letzter Zugriff: 10.10.2011

⁹³ Kolodziej, A. (2009), S. 14, 29

⁹⁴ Androsch, P. (2011)

6.1.5. Eine räumliche Nähe der städtischen Straßenbahninfrastruktur zu emissionssensiblen Nutzungen

Eine räumliche Nähe der städtischen Straßenbahninfrastruktur zu emissionssensiblen Nutzungen kann, nicht nur bei der Durchführung von Fahrten des Güterverkehrs, sondern auch von Fahrten des ÖPNV problematisch sein. Dennoch kann eine erhöhte Emissionsbelastung durch den Güterverkehr selbst, die durch den ÖPNV nicht ausgelöst werden, oder aber auch durch das zusätzliche Verkehrsaufkommen durch den Güterverkehr entstehen. Ein Beispiel für eine Emissionsbelastung durch den Güterverkehr stellen emissionsintensive Be- und Entladungsvorgänge dar. Hier stellt sich vor allem die Frage, ob eine solche Beeinträchtigung durch die Verwendung eines anderen Verkehrsmittels verringert oder gar verhindert werden kann. Sollte dies der Fall sein, stellt sich die Güterstraßenbahn als ungeeignet für die Durchführung dieser Transporte dar und ist daher abzulehnen. So war dieser Faktor, aufgrund der Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten, im Kapitel der weichen Faktoren anzusiedeln.

6.1.6. Das Verhängen eines (zeitlich beschränkten) Fahrverbotes für LKW in Teilen der Stadt

Das Verhängen eines Fahrverbotes, ob dieses nun zeitlich beschränkt ist oder nicht, stellt eine weitere verkehrspolitische Maßnahme dar, die einen großen Einfluss auf die Implementierung einer Güterstraßenbahn haben kann. So kann mithilfe dieser Maßnahme nicht nur eine Reduzierung der Emissionen, sondern auch eine Entlastung der Straßeninfrastruktur im betroffenen Gebiet erreicht werden. Der Einfluss dieser Maßnahme auf die Güterstraßenbahn ist jedoch von dem Stadtteil abhängig, über den dieses Verbot verhängt wird. So gibt es beispielsweise Innenstädte, die über keine Straßenbahninfrastruktur verfügen, wie die Wiener Innenstadt, wodurch der Einfluss auf die Güterstraßenbahn gering ausfallen würde.

6.1.7. Die Bevorzugung des Straßenbahnverkehrsmittels in der StVO

Die, in der StVO verankerte, Bevorzugung des Schienenverkehrs beruht vor allem darauf, dass der Straßenbahnverkehr in Städten in erster Linie für den ÖPNV steht. Die Bevorzugung des ÖPNVs stellt eine wesentliche Grundvoraussetzung für seine Attraktivität dar und ist mittlerweile ein unverzichtbarer Bestandteil für die leistungsfähige Abwicklung des hohen Personenverkehrsaufkommens. Für die Güterstraßenbahn bedeutet die Bevorzugung der Straßenbahnfahrzeuge gegenüber dem Individualverkehr eine begünstigte Position im Verkehrsfluss. Der Einfluss dieses Faktors ist jedoch nur als gering einzuschätzen.

6.2. Faktoren der Netz-/Verkehrsbetreiber

Unter den weichen Faktoren der Netz-/Verkehrsbetreiber sind alle jene zu verstehen, die zwar infrastrukturtechnischer Natur sind und die Implementierung einer Güterstraßenbahn fördern würden, allerdings nicht grundsätzlich und aufgabenübergreifend gelten. Die Intensität der Einflussnahme der unterschiedlichen Faktoren kann daher im Kontext zum Aufgaben- /Einsatzgebiet der Güterstraßenbahn sehr deutlich variieren.

6.2.1. Eine räumliche Nähe der Quell- und Zielorte im Güterverkehr zur städtischen Straßenbahninfrastruktur

Eine räumliche Nähe der Quell- und Zielorte im Güterverkehr zur städtischen Straßenbahninfrastruktur erhöht die Attraktivität einer Güterstraßenbahn, da dadurch keine weiteren Umladevorgänge entlang der Transportstrecke notwendig werden. Da dieser Faktor jedoch nicht generell gilt, sondern durchaus auch Betriebskonzepte denkbar sind, die keine räumliche Nähe der Quell- und Zielorte voraussetzen, war dieser den weichen Faktoren zuzuordnen. Ein Beispiel für ein solches Betriebskonzept, das eine räumliche Nähe beider, Quell- und Zielorte, nicht unbedingt erfordert, stellt die CityCargo Tram in Amsterdam (siehe Kapitel 4.1 auf Seite 19) dar. Dennoch soll hier angemerkt werden, dass eine räumliche Nähe zur städtischen Straßenbahninfrastruktur durchaus zu begrüßen und in den meisten Fällen auch als Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung anzusehen ist.

6.2.2. Die Verfügbarkeit nur geringer Zeitfenster in einem gut ausgelasteten Straßennetz

Die Verfügbarkeit nur geringer Zeitfenster aufgrund einer gut ausgelasteten Straßenbahninfrastruktur hätte unterschiedlich große Auswirkung auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn je nach logistischer Aufgabe, Art der Verkehre und Häufigkeit von Transportdurchführungen durch die Güterstraßenbahn. So sind beispielsweise nicht zeitsensible direkte Verkehre, mit geringen Häufigkeiten der Transportdurchführung, deutlich einfacher in einem Fahrplan zu organisieren, der kurze Zeitfenster im Netz der Straßenbahn nutzen kann. Hingegen sind vor allem mehrmals täglich durchzuführende gebrochene Verkehre, die sich an einen schwer veränderbaren oder vorhersagbaren Rhythmus, wie beispielsweise einem Produktionsablauf oder einer bedarfsorientierten Beschaffungslogistik, orientieren müssen, äußerst schwer in einen bereits gut ausgelasteten Netz unterzubringen.

6.2.3. Eine geringe Netzdichte in der Straßenbahninfrastruktur

Die, im Vergleich zum Verkehrsträger „Straße“, geringe Netzdichte ist eine der wesentlichen Eigenschaften des Verkehrsträgers „Straßenbahnschiene“ und zeigt damit einen wesentlichen Nachteil bei der Nutzung dieses Verkehrsträgers auf. Die Güterstraßenbahn als Nutzer dieses Verkehrsträgers ist dem LKW gegenüber daher benachteiligt. Die Intensität der Benachteiligung ist jedoch stark von der logistischen Aufgabe, für die das Verkehrsmittel eingesetzt werden soll, abhängig. So werden beispielsweise Verkehre der Produktionslogistik durch diesen Faktor meist gar nicht, hingegen Verkehre der Distributionslogistik sehr stark beeinträchtigt, da eine flächenhafte Distribution mit einer Güterstraßenbahn nicht möglich ist.

Die Einteilung dieses Faktors in die Kategorie der weichen Faktoren ist daher den großen Unterschieden in der Einsatzmöglichkeit der Güterstraßenbahn für verschiedenste Aufgaben geschuldet.

6.2.4. Die Beeinflussung der Infrastrukturauslastung durch Verkehrslichtsignalanlagen

Neben der Einhaltung betrieblich bedingter Sicherheitsabstände, die zu den harten Faktoren der Netzbetreiber zählen, ist auch die die Beeinflussung der Auslastung der Straßenbahninfrastruktur durch Verkehrslichtsignalanlagen (VLSA) von Bedeutung. So ist im dichten Straßennetz mit vielen Kreuzungspunkten auch die Schaltung der VLSA wichtig, da durch diese das Hintereinanderfahren mit Minimalabstand, also dem Sicherheitsabstand, meist nicht möglich. Das bedeutet, dass kreuzungsreiche Streckenführungen der Güterstraßenbahn mit einer Vielzahl an VLSA die Fahrzeugdichte der Strecke verringert und somit dieser Faktor direkten Einfluss auf die Auslastung der Straßenbahninfrastruktur nimmt.

6.2.5. Ein hoher Anteil an eigenständigen Gleiskörpern im Netz der Straßenbahninfrastruktur

Der hohe Anteil an eigenständigen Gleiskörpern im Netz der Straßenbahninfrastruktur ist ein weicher Faktor, da dieser je nach örtlichen Gegebenheiten und der logistischen Aufgabe unterschiedlich starken Einfluss auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn nimmt.

Die Durchführung der Transportleistungen auf eigenständigen Gleiskörpern ist vor allem deswegen vorteilhaft für den Betrieb einer Güterstraßenbahn, da so eine Beeinflussung des Verkehrsflusses durch den, in Städten oft überlasteten, MIV ausgeschlossen werden kann. Da aber auch die Attraktivität des ÖPNV von eigenständigen Gleiskörpern profitiert, kann davon ausgegangen werden, dass an neuralgischen Stellen eine Trennung des Individualverkehrs vom Straßenbahnverkehr vorgenommen wird. Lediglich an Streckenabschnitten mit geringem ÖPNV-Aufkommen, oder bei beengten Platzverhältnissen könnten noch nicht getrennt geführte Infrastrukturen zu einer Beeinträchtigung des Verkehrsflusses führen. So kann dieser Faktor beispielsweise für die Produktionslogistik eine besonders große Bedeutung haben, da durch den starken Eingriff in den Produktionsablauf die Zuverlässigkeit der Transporte eine Grundvoraussetzung ist.

6.2.6. Die Ansprüche des Netzbetreibers auf Be- und Entladungsvorgänge entlang der Transportstrecke

Für die Durchführung von Be- und Entladungsvorgängen können auch Ansprüche des Netzbetreibers existieren. Solche wären beispielsweise die Möglichkeit einer multifunktionalen Nutzung von Abstellgleisen, eine zeitlich beschränkte Erlaubnis zur Durchführung von Be- und Entladungsvorgängen an bestimmten Strecken sowie Ansprüche des Netzbetreibers hinsichtlich ortsfester Einrichtungen, die für einen raschen Be- und Entladungsvorgang seitens des Verladers angedacht sein könnten. Die Möglichkeiten hinsichtlich unterschiedlicher Ansprüche, die sich durch die Überlegungen von Güterstraßenbahn-Projekten ergeben können, sind aufgrund von kreativen und innovativen Projektüberlegungen im Kontext der großen Unterschiede räumlicher Gegebenheiten äußerst zahlreich.

6.2.7. Die Möglichkeit Abstellgleise im öffentlichen Raum zu errichten/ zu nutzen

Die Möglichkeit des Errichtens oder Nutzens von Abstellgleisen im öffentlichen Raum wirkt vor allem für gebrochene Verkehre mittels Güterstraßenbahn förderlich, da somit eine Beeinträchtigung des ÖPNV verhindert werden kann. Des Weiteren wird dadurch der Zeitdruck auf die Be- und Entladungsvorgänge verringert. Problematisch können sich jedoch die Platzverhältnisse und die Investitions-/Mietkosten für die Abstellgleise auswirken. So stellt sich hier vor allem die Frage, wie auf das mögliche Ausscheiden eines Kunden reagiert werden soll. So könnte sich der Kunde beispielsweise nach der Errichtung oder Anmietung des Abstellgleises, sich dafür entscheiden das Transportangebot künftig nicht mehr durch die Güterstraßenbahn organisieren zu lassen. In einem solchen Fall würden daher die getätigten Investitionen ungenützt bleiben. Dieses Problem wird vor allem in innerstädtischen Gebieten bei der Belieferung kleinerer Filialen schlagend werden, da hier Filialen häufiger ihren Mieter wechseln.

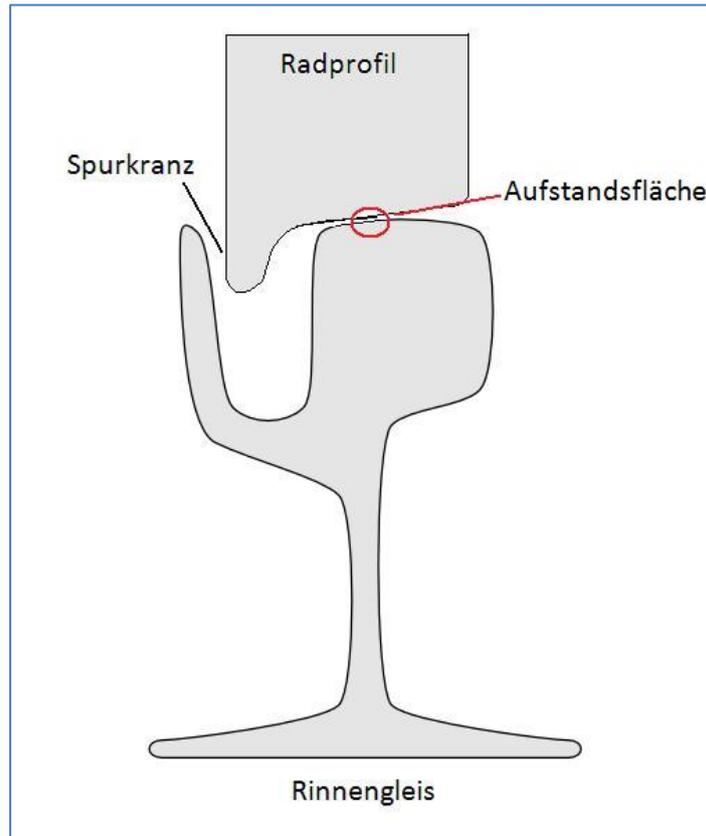
6.2.8. Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Gleisarten

Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich der vorhandenen Gleisarten sind vor allem bei einem Wechsel des Schienensystems wichtig, da dadurch unterschiedliche Anforderungen an die Radprofile gestellt werden.

Soll also ein Wechsel von einem Schienensystem, wie der Straßenbahn, auf ein anderes System, wie der Vollbahn oder U-Bahn, möglich sein, müssen die unterschiedlichen Gleisarten, die bei diesen Systemen verwendet werden berücksichtigt werden. So werden für Straßenbahngleise Rillengleise verwendet, da diese in der Stadt verlegt werden und es möglich sein muss, dass auch Kraftfahrzeuge die Gleiskörper in Längs- und Querrichtung befahren können. Aus diesem Grund werden für Straßenbahnen Rillengleise - in Wien wird üblicherweise der Gleistyp Ri60 - verlegt.⁹⁵

⁹⁵ Newesely, G. (2011)

Abbildung 26: Gleisarten - Rinnengleis



Quelle: Eigene Darstellung; Information: Newesely, G. (2011)

Da bei Weichen eine Unterbrechung der Führung existiert könnte das Fahrzeug entgleisen, wodurch die sogenannten Radlenker notwendig sind. Diese weisen bei Vollbahnen jedoch einen größeren Abstand zur Außenseite des Gleises auf. Der Spurkranz der Straßenbahn ist jedoch zierlicher als bei der Vollbahn, was für das Befahren beider Gleissysteme problematisch sein kann.⁹⁶

Ein weiterer wesentlicher Faktor ist der Verschleiß, da durch das Befahren der Gleise die Räder des Fahrzeuges abgenutzt werden. Das Rad soll beim Befahren der Gleise nicht ganzflächig auf den Gleisen aufsitzen, sondern nur an einem Punkt das Gleis berühren um den Verschleiß zu minimieren. Dieser Punkt, die sogenannte Aufstandsfläche, ist auch in der Abbildung 26 zu sehen und stellt die eigentliche Wissenschaft dar. Die Radprofile stellen daher einen sehr heiklen Bestandteil des Befahrens auf Gleisen dar. Sollte daher ein Verschleiß vorhanden sein, müssen die Radprofile neu geschliffen werden. Beim Schleifen dieser ist jedoch auf die Breite der Radreifen zu achten, die zwischen 650 mm und 560 mm liegen sollten. Dies ist vor allem von Bedeutung, da die radreifenbreite das Sicherheitsmerkmal schlecht hin ist, da ein Bruch des Fortsatzes zum entgleisen des Fahrzeuges führen würde.⁹⁷

Dies bedeutet, dass das Befahren beider Gleissysteme mit universellen Radprofilen suboptimal und somit ein häufiges Befahren beider Systeme nicht sinnvoll ist. Üblicherweise könnte ein Radreifen auf Straßbahnschienen zwischen 60.000 bis 70.000 km fahren bis dieser abgefahren ist. Bei einem häufigen Befahren zweier Gleissysteme würde die Räder jedoch wesentlich früher abgefahren sein. Ein Wiener Beispiel für das Befahren zweier Gleissysteme stellt die Badner Bahn dar, da diese auf

⁹⁶ Newesely, G. (2011)

⁹⁷ Newesely, G. (2011)

Straßenbahn- und Vollbahngleisen fährt. Da U-Bahngleise eher jenen der Vollbahngleise ähneln, könnte das Befahren von Straßenbahn- und U-Bahngleisen mit dem Beispiel der Badner Bahn verglichen werden.⁹⁸

Des Weiteren sind für das Befahren zweier Gleissysteme jene Orte wesentlich, die das Umsetzen ermöglichen. In Wien sind beispielsweise nur 3 Stellen vorhanden, die dies erlauben: Erdberg, AKH und Wasserwiese.⁹⁹

6.3. Faktoren der Verlagerung

Die weichen Faktoren der Verlagerung stellen Faktoren dar, die als erfolgsfördernd angesehen werden können, jedoch nicht einsatzgebiet- oder aufgabenübergreifende Gültigkeit haben. Der Einfluss dieser Faktoren auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn ist jedoch sehr unterschiedlich.

6.3.1. Eine räumlich günstige Lage zu Einrichtungen potentieller Bezugsquellen bzw. Lieferanten

Eine räumlich günstige Lage zu Einrichtungen potentieller Kunden/ Partnerschaften ist vor allem aufgrund der geringen Netzdichte des Verkehrsträgers „Straßenbahnschiene“ wichtig. Da es sich um die Transportstrecken der Güterstraßenbahnen meist eher um kürzere Strecken handelt, sind die räumliche Nähe potentieller Kunden/ Partnerschaften wichtig, um keine weiteren Umschlagvorgänge vornehmen zu müssen. So hätte die Notwendigkeit weiterer Umschlagvorgänge aufgrund des organisatorischen Mehraufwandes im Vergleich zum LKW-Transport vermutlich negative Auswirkungen auf die Attraktivität der Güterstraßenbahn. Des Weiteren kann auch eine räumliche Konzentration potentieller Kunden/ Partnerschaften förderlich sein, da dadurch die zu erwartenden Transportmengen steigen würden. So könnte sich beispielsweise die Durchführung der Beschaffungslogistik für Einkaufszentren mittels Straßenbahnfahrzeuge als vorteilhaft herausstellen, da hier große Transportmengen zu erwarten sind und eine Vielzahl an Kunden erreicht werden könnten.

Grundsätzlich kann angenommen werden, je näher und konzentrierter potentiellen Kunden/ Partnerschaften an der Straßenbahninfrastruktur auftreten, desto besser eignen sich diese Standorte für ein einfaches Belieferungskonzept durch Straßenbahnfahrzeuge.

⁹⁸ Newesely, G. (2011)

⁹⁹ Newesely, G. (2011)

6.3.2. Veränderung von Verladeransprüchen aufgrund von Marktgegebenheiten

Die Ansprüche von Verladern können aufgrund von Veränderungen der Marktgegebenheiten ebenfalls eine Veränderung erfahren. Möglichkeiten, die zu solchen Veränderungen führen zeigen sich beispielsweise durch:

- den Substitutionseffekt, der „... den Austausch der mit öffentlichen Verkehrsmitteln erstellten Verkehrsleistung durch die Nutzung individueller Verkehrsmittel...“ beschreibt, (Vgl. Aberle, G. (2009), Seite 91)
- den Güterstruktureffekt, der die verkehrlichen Auswirkungen, die sich durch die Veränderung der Produktionsstrukturen in hochentwickelten Volkswirtschaften beobachten lässt, beschreibt, (näheres dazu siehe Aberle, G. (2009), Seite 94)
- den Logistikeffekt, der „...die verkehrsträgerspezifischen Auswirkungen der Umsetzung moderner logistischer Konzeptionen in Industrie und Handel...“ beschreibt (Vgl. Aberle, G. (2009), Seite 95) sowie
- den Integrationseffekt, der durch den freien Waren- und Dienstleistungsverkehr in der EU, die Transportlogistik einiger Unternehmen verändert. (näheres dazu siehe Aberle, G. (2009), Seite 95)

6.3.3. Die Vermeidung von Leerfahrten

Die Vermeidung von Leerfahrten ist vor allem für eine optimale Auslastung des Fahrzeuges von Bedeutung. Dieser Faktor war hier nicht als Grundvoraussetzung anzusehen, sondern als ein erfolgsfördernder Faktor, der durch die Ausnutzung möglichst aller Kapazitäten einen wesentlichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Güterstraßenbahn haben kann. Für den Verlager selbst, der nicht die Wohlfahrt zum Ziel seiner Unternehmungen hat, ist die Wirtschaftlichkeit des Betriebs der Güterstraßenbahn von großer Bedeutung. Da dies jedoch auch durch andere Maßnahmen/ Faktoren erreicht werden kann, war dieser Faktor den weichen Faktoren zuzuordnen. Um ein Beispiel für die Vermeidung von Leerfahrten zu geben, kann der Abtransport von Abfällen, wie Verpackungsmaterial, das bei dem Adressaten anfällt, dienen. So würde der Adressat nicht nur mit seinen bestellten Waren und Gütern beliefert werden, sondern Teile seiner Abfälle könnten gleichzeitig entsorgt werden. Es ist jedoch anzumerken, dass sich die Vermeidung von Leerfahrten je nach logistischer Aufgabe und je nach Kundenentscheidung, für oder gegen das Angebot einer Entsorgungsleistung, unterschiedlich schwer darstellt. So könnten sich Unternehmen zwar dazu entscheiden ihre Belieferung mittels Güterstraßenbahn durchführen zu lassen, ihre Entsorgungslogistik allerdings unverändert zu lassen. Dies zeigt daher eindringlich die Notwendigkeit den Faktor: *Vermeidung von Leerfahrten* den weichen Faktoren der Verlager zuzuordnen.

6.3.4. Die mehrmals tägliche Belieferung von einzelnen Adressaten

Eine mehrmals tägliche Belieferung von einzelnen Adressaten kann einerseits einen erfolgsfördernden Einfluss auf die Einführung einer Güterstraßenbahn haben, andererseits kann sich diese Anforderung der Kunden auch als ein Problem für den Verlager darstellen. Mathematisch ausgedrückt handelt es sich hierbei um einen weichen Faktor, der sowohl einen positiven als auch einen negativen Wert annehmen kann und damit erfolgsfördernden oder -mindernden Einfluss nimmt.

Erfolgsgünstig kann dieser Faktor vor allem dann wirken, wenn es sich, wie beispielsweise bei der Produktionslogistik von Fertigungswerken, um den regelmäßigen Transport großer Mengen handelt. Hier profitiert der Verlager vor allem von der Möglichkeit durch regelmäßige Transporte großer

Mengen mithilfe weniger Kunden bereits eine gute Auslastung erzielen zu können. Für eine mehrmals tägliche Belieferung von Adressaten mit nur kleinen Gütermengen, wie dies beispielsweise in der Beschaffungslogistik von Einzelhändlern möglich wäre, kann eine begünstigende Situation nur dann entstehen, wenn es sich um eine Reihe von Adressaten entlang einer Strecke mit demselben Belieferungsrhythmus handelt. Wie die Gegenüberstellung dieser beiden Beispiele zeigt, bestehen für die Anforderung einer mehrmals täglichen Belieferung je nach logistischer Aufgabe, vor allem im Kontext der räumlichen Gegebenheiten, große Unterschiede im Planungsaufwand und in der Durchführbarkeit solcher Transportleistungen.

6.3.5. Die Verfügbarkeit eines großen Fassungsvermögens

Ein wesentlicher Vorteil der Güterstraßenbahn liegt in ihrem vergleichsweise großen Fassungsvermögen, da sie ein etwa dreifaches Fassungsvermögen eines LKWs¹⁰⁰ aufweisen. Ein größeres Fassungsvermögen kann zu sinkenden Preisen je transportierter Einheit führen, wodurch die Attraktivität des Verkehrsmittels für potentielle Kunden sowie die mögliche Gewinnspanne des Verladers steigt. Dieser Faktor ist jedoch nur so lange von Vorteil, solange das Fassungsvermögen des Verkehrsmittels auch tatsächlich ausgenutzt werden kann. Da der Einfluss dieses Faktors jedoch auch hinsichtlich der unterschiedlichen logistischen Aufgaben stark variiert, war dieser den weichen Faktoren der Verlager zuzuordnen.

6.3.6. Ein stabiles, kontinuierliches und paariges Transportaufkommen

Ein stabiles, kontinuierliches und in ausreichender Menge auftretendes Transportaufkommen kann für einen Güterstraßenbahn-Betrieb durchaus wichtig sein, da dadurch eine regelmäßige Nachfrage gesichert ist. Dies vereinfacht nicht nur die Organisation des Güterstraßenbahn-Betriebes, sondern dient auch dazu, um das wirtschaftliche Risiko abschätzen zu können. Des Weiteren sollte sich die Güterstraßenbahn aufgrund ihres hohen Fassungsvermögens auf eher größere Transportmengen konzentrieren. Als Beispiel für ein stabiles und kontinuierliches, allerdings nicht in ausreichender Menge auftretendes und auch nicht paariges Transportaufkommen, kann der Transport von Brems sand angeführt werden. So ist Verfügbarkeit von Sand immer wesentlich für einen Straßenbahn-Betrieb, da durch diese eine verbesserte Reibung von Schiene und Rad erlangt wird. Dies ist nicht nur für das Bremsmanöver wichtig, sondern wird auch beim Anfahren der Straßenbahn auf regennassen Schienen notwendig. Dies bedeutet, auch wenn versucht wird so wenig Sand wie möglich zu verwenden, wird die Verfügbarkeit des Sands immer an Haltestellen notwendig sein. So wurden Überlegungen angestellt, die einen Einsatz einer Güterstraßenbahn für die Versorgung der Haltestellen mit Sand vorsah. Da der Sandverbrauch jedoch sehr gering ist, würde eine Güterstraßenbahn nur einmal jährlich diese Transporte vornehmen müssen. Dieses geringe Gütertransportaufkommen war jedoch zu wenig für eine Einführung einer Güterstraßenbahn und so scheiterten die Überlegungen daran, dass kein ausreichender, stabiler und kontinuierlicher Güterstrom vorhanden war.¹⁰¹

Ein paariges Transportaufkommen stellt einen weiteren Aspekt dar, der den Erfolg einer Güterstraßenbahn unterstützen kann. Dies ist vor allem dadurch begründet, dass dadurch Leerfahrten reduziert werden können und damit die Wirtschaftlichkeit der Transporte erhöht wird.

¹⁰⁰ Eisenbahn-Revue International (Ausgabe 1/2001) S.9

¹⁰¹ Newesely, G. (2011)

6.3.7. Eine vorausschauende Fahrplan- und Routengestaltung

Der Faktor der vorausschauenden Routenplanung war den weichen Faktoren zuzuordnen, da auch hier keine einsatzgebiet-/aufgabenübergreifende Notwendigkeit dieses Faktors für einen Erfolg einer Güterstraßenbahn auszumachen ist. Bei regelmäßigen Transportleistungen entlang einer Strecke und einem gut ausgelasteten Straßenbahnnetz kann eine vorausschauende Routenplanung allerdings nicht nur von Vorteil, sondern möglicherweise auch notwendig sein, um die geforderte Häufigkeit an täglichen Fahrten einhalten und die Vermeidung einer Beeinträchtigung des ÖPNV gewährleisten zu können. Das bedeutet also, dass dieser Faktor vor allem für jene Strecken mit bereits guter Auslastung und einem hohen ÖPNV-Aufkommen einen großen Einfluss auf die Attraktivität und die Implementierung einer Güterstraßenbahn haben kann. Vorteilhaft erweist sich eine vorausschauende Routenplanung vor allem bei einer fahrplanmäßig geführten Güterstraßenbahn, da durch die Festlegung von Ausweichrouten die Gefahr der Transportverzögerung durch Unfälle, Proteste oder anderen Hindernissen entlang der Strecke minimiert werden kann. Ob das Betriebskonzept einer Güterstraßenbahn jedoch eine vorausschauende Routenplanung verlangt, kann je nach logistischer Aufgabe und räumlicher Gegebenheiten sehr unterschiedlich sein. So sind vor allem im Bereich der Produktionslogistik pünktliche und zuverlässige Transporte von äußerst wichtiger Bedeutung, da die Logistikleistungen stark in den Produktionsablauf eingreifen. Anders ist kann sich dies beispielsweise in der Distributions- oder Beschaffungslogistik darstellen. So können für diese logistischen Aufgaben einerseits eher fahrplanaffine Betriebskonzepte und andererseits auch eher auf spontanen Transportdienstleistungen basierende Betriebskonzepte angedacht sein. Grundsätzlich kann jedoch behauptet werden, dass aufgrund der eher aufwändigen Organisation von Transporten mittels Güterstraßenbahn im Vergleich zum LKW und der, durch einen Fahrplan, verbesserten Möglichkeit einer Abstimmung der Transporte mit dem ÖPNV, die Möglichkeit einer vorausschauenden Routenplanung als positiv zu beurteilen wäre.

6.3.8. Die Nutzung von Imagevorteilen durch die Vermarktung als umweltfreundliches Güterverkehrsmittel

Das Image eines Unternehmens wird immer wichtiger, wodurch sich auch erklären lässt, warum Unternehmen vermehrt in ihr Image investieren. Die Bedeutung des Image liegt vor allem darin, dass der Kunde sich durch ein positives Bild, das er von dem Betrieb hat, beeinflussen lässt und vermehrt zu Produkten oder Waren, die für ihn positiv besetzen, Betriebes kauft. Die Güterstraßenbahn kann aufgrund ihrer guten Emissionswerte als umweltfreundliches Transportmittel verkauft werden und dieses positive Image auch für den Verkauf ihrer Transportdienstleistungen nutzen. So können Unternehmen, die sich für den Transport mittels Güterstraßenbahn entschieden haben, von Imagevorteilen durch die Marke „umweltfreundliches Transportmittel“ profitieren. Dieser Faktor kann daher Attraktivitätssteigernd für das Verkehrsmittel und somit förderlich für die Verkehrsmittelwahl im Logistikkonzept von Unternehmen wirken, wodurch der Faktor in weiterer Folge für den Erfolg einer Güterstraßenbahn förderlich sein kann. Die Bedeutung der Imagevorteile ist jedoch auch von der Einfachheit der Transportabwicklung abhängig, da ein Mehraufwand in der Planung der Transportdurchführung den erzielten Nutzen durch die Imageverbesserung aufheben muss um Unternehmen davon zu überzeugen sich für die Güterstraßenbahn zu entscheiden. Für Aufgabengebiete bei denen sich ein besonders hoher Mehraufwand ergeben würde, wie beispielsweise in der Distributionslogistik, kann der Einfluss dieses Faktors auf den Erfolg der Güterstraßenbahn kaum abgeschätzt werden, da dieser schlussendlich von der Zahlungsbereitschaft des Unternehmens für dessen Image abhängt.

6.3.9. Die Möglichkeit des Einsatzes von Straßenbahnfahrzeugen mit geringfügigen Änderungen

Straßenbahnfahrzeuge werden nicht, wie Personenkraftwagen oder auch Lastkraftwagen, in Serie produziert, da beispielsweise unterschiedliche Spurweiten oder andere Faktoren, die sich durch die Gegebenheiten des Einsatzgebietes ergeben zu berücksichtigen sind. Dies bedingt auch die vergleichsweise hohen Anschaffungskosten von Straßenbahnfahrzeugen im Vergleich zu Lastkraftwagen. Um dies noch zu verdeutlichen sein an dieser Stelle die Anschaffungskosten eines für den Güterverkehr geeigneten Lastkraftwagens von 150.000 EUR den Anschaffungskosten eines für den Güterverkehr geeigneten ULF von 1,5 bis 2 Mio. EUR¹⁰² verglichen. Die Möglichkeit bereits konzipierte oder vorhandene Straßenbahnfahrzeuge mit geringen Änderungen einsetzen zu können, stellt daher für den Verlagerer einen durchaus wichtigen erfolgsfördernden Faktor dar. Da diese Möglichkeit jedoch nicht immer gegeben ist, konnte dieser Faktor nicht zu den Grundvoraussetzungen gezählt werden. So kann es möglich sein, dass aufgrund der logistischen Aufgabe oder des Einsatzgebietes die Notwendigkeit für Spezialfahrzeuge besteht, da ohne diesen keine angemessene/ effiziente Transportabwicklung möglich wäre. Eine solche Anfertigung von Spezialfahrzeugen kann zwar den Anforderungen des Gütertransports besser entsprechen, die Kosten für ein solches Fahrzeug steigen jedoch enorm. Durch die Möglichkeit der Verwendung vorhandener Straßenbahnfahrzeuge, die lediglich geringfügigen Änderungen unterzogen werden müssen, kann daher eine kostengünstige Variante ergriffen werden. Der Unternehmer muss daher die Kosten und Nutzen der Fahrzeuge gegenüberstellen und eine, seinem Vorhaben betreffende, Abwägung vornehmen. Da auch hier die Zahlungsbereitschaft im Kontext zu den vorhabenspezifischen Gegebenheiten eine wesentliche Rolle spielt kann der Einfluss dieses Faktors sehr unterschiedlich ausfallen. Dennoch kann an dieser Stelle grundsätzlich behauptet werden, dass die Möglichkeit des Einsatzes vorhandener Straßenbahnfahrzeuge durch geringe Änderungen aufgrund der kostenreduzierenden Wirkung als erfolgsfördernd angenommen werden kann.

6.3.10. Die Möglichkeit des Einsatzes von Fahrzeugen unterschiedlicher Längen als Beitrag zur optimalen Auslastung

Die Möglichkeit Fahrzeuge unterschiedlicher Längen verwenden zu können stellt einen wesentlichen Vorteil zum konventionellen LKW dar, da so das Fassungsvermögen der Güterstraßenbahn variabel gehalten werden kann. Es ist jedoch anzumerken, dass die Länge der Güterstraßenbahn jedoch durchaus durch die räumlichen Gegebenheiten begrenzt ist. (siehe Kapitel 5.2.17 auf Seite 56) Die grundsätzlich vorhandene Möglichkeit unterschiedliche Fahrzeuglängen einsetzen zu können kann jedoch einen wichtigen Beitrag zur optimalen Auslastung der Güterstraßenbahn leisten und damit erfolgsfördernd wirken.

6.3.11. Die Möglichkeit einer raschen Durchführung von Be- und Entladungsvorgängen

Be- und Entladungsvorgänge sind ein wesentlicher Bestandteil in der Gütertransportdurchführung, da das Verkehrsmittel mit den zu transportierenden Gütern und Waren sowohl beladen als auch entladen werden muss. Je nach logistischer Aufgabe und Einsatzgebiet können unterschiedliche Anforderungen an die Schnelligkeit, Einfachheit und die Flächeninanspruchnahme bei der Durchführung von Be- und Entladungsvorgängen gestellt werden. So müssen beispielsweise Be- und Entladungsvorgänge, die im öffentlichen Raum entlang der Transportstrecke stattfinden, meist besonders rasch, mit einfachsten Mitteln und auf geringen Raum durchgeführt werden um andere Verkehrsteilnehmer nicht zu behindern. Ein Beispiel dafür könnte die Verwendung einer

¹⁰² Berndt, P.W. (2006), S. 50

Niederflurstraßenbahn für die Belieferung von Einzelhändlern mithilfe von Rollcontainern sein, wodurch eine rasche und unkomplizierte Be- und Entladung möglich wäre. Hingegen sind Be- und Entladungsvorgänge an dafür vorgesehenen Anlagen durch deutlich geringere Anforderungen hinsichtlich ihrer zeitlichen und räumlichen Ausdehnung sowie hinsichtlich der notwendigen Lademittel gekennzeichnet. Es ist daher eine Abstimmung des Be- und Entladungskonzeptes im Kontext der Transportgüter auf die räumlichen Gegebenheiten und die logistische Aufgabe zu treffen, die es ermöglicht die Straßenbahn als attraktives Güterverkehrsmittel zu positionieren.

6.3.12. Ein relativ geringer organisatorischer Aufwand für die Planung der Transportleistungen

Der Planungsaufwand für die Organisation der Transportleistungen ist stark von der logistischen Aufgabe und dem Einsatzgebiet der Güterstraßenbahn abhängig. Grundsätzlich ist jedoch ein erhöhter Aufwand im Vergleich zum LKW feststellbar, wodurch die Güterstraßenbahn dem LKW gegenüber diesbezüglich bereits benachteiligt ist. Ein relativ geringer organisatorischer Planungsaufwand für Transportleistungen der Güterstraßenbahn kann daher als erfolgsfördernder Faktor angesehen werden und ist daher zu befürworten. Dies kann in erster Linie durch einen fahrplanmäßigen Betrieb einer Güterstraßenbahn erreicht werden, da hier nur einmalig ein hoher Planungsaufwand notwendig wird. Im Bereich des bedarfsorientierten Betriebes zeigt sich jedoch meist ein besonders hoher Planungsaufwand um die Abstimmung mit dem ÖPNV gewährleisten zu können.

6.3.13. Die Möglichkeit von Kostenvorteilen für potentielle Kunden

Für die Entscheidung der Unternehmen, ihre Transportleistungen von der Güterstraßenbahn abzuwickeln zu lassen, spielen Kostenvorteile eine wesentliche Rolle. Kostenvorteile können sich einerseits durch die Einsparung von Kosten für dieselbe Leistung ergeben, oder durch die Erzielung eines erhöhten Nutzens für geringfügig höhere Kosten. Wie bei der Eisenbahn, sind auch für den Transport mittels Güterstraßenbahn höhere Fixkosten, die durch den erhöhten Planungs- und Personalaufwand entstehen, und geringere variable Kosten pro Transporteinheit im Vergleich zum LKW anzunehmen. Daraus kann man darauf schließen, dass vor allem große Entfernungen und große Transportaufkommen für den Transport mittels Güterstraßenbahn sprechen. Da Straßenbahnen im Gegensatz zu Eisenbahnen jedoch vor allem in Städten verkehren und hier zusätzliche, komplexe Faktoren, wie Zeitkosten sowie externe Kosten zu berücksichtigen sind, kann die Güterstraßenbahn unter Umständen mit dem innerstädtischen LKW konkurrieren. Dies ist jedoch schwierig vorherzusehen, wodurch die lokalen Gegebenheiten, die Vermarktung und das Betriebskonzept der Güterstraßenbahn wesentlichen Einfluss auf die Entscheidung von Unternehmen nehmen. Grundsätzlich kann jedoch davon ausgegangen werden, sollten Kostenvorteile, welcher Art auch immer, für die Unternehmen erkennbar sein, würden diese einen wichtigen erfolgsbegünstigenden Faktor darstellen.

6.3.14. Die Möglichkeit des Einsatzes im intermodalen Verkehr

Die Einsatzmöglichkeit der Güterstraßenbahn im Intermodalen Verkehr kann je nach logistischer Aufgabe und Einsatzgebiet äußerst unterschiedlich ausfallen. Unter speziellen Umständen könnte dies jedoch durchaus denkbar sein, wodurch eine erhöhte Attraktivität der Güterstraßenbahn anzunehmen wäre, die in weiterer Folge erfolgsfördernde Wirkung hätte. Ein Beispiel für einen solchen speziellen Umstand, könnte die Umsetzung eines innerstädtischen Green logistics Konzeptes sein, das eine umweltfreundliche Abwicklung des Güterverkehrs zum Ziel hat.

Die Möglichkeiten der Güterstraßenbahn im intermodalen Verkehr sind jedoch beschränkt, da diese vor allem in Städten mit einem dicht ausgebauten Eisenbahnnetz, dann in starker Konkurrenz zur Eisenbahn stehen würde. Dennoch soll dies nicht von vornherein ausgeschlossen werden, wodurch dieser Faktor anzuführen war.

Betreffend die Intermodalität ist in erster Linie die Einsetzbarkeit der unterschiedlichen Transporteinheiten ausschlaggebend. An dieser Stelle sollen daher die Einsatzgrenzen der Güterstraßenbahn im Intermodalen Verkehr aufgezeigt werden.

Die wohl üblichste Transporteinheit im Güterverkehr stellen Container und Wechselaufbauten dar, die in unterschiedlichen Abmessungen und in unterschiedlichen Ausführungen vorhanden sind. Die Transporteinheit Container ist auf allen Verkehrsträgern zu finden und ist vor allem im globalen Güterverkehr eine ganz wesentliche Transporteinheit. Die kleinsten Container sind die 20' Container, die eine Länge von 6.058 mm, eine Breite von 2.438 mm und eine Höhe von 2.591 mm aufweisen.¹⁰³ Für einen Transport mittels Güterstraßenbahn muss in erster Linie auf die Einhaltung des Lichtraumes geachtet werden. Straßenbahnfahrzeuge überschreiten eine Breite von 2.400 mm meist nicht, wodurch für den Transport eines 20' Container die Einhaltung des Lichtraumprofils durch die Container-Breite im Kontext der Container-Länge überprüft werden müsste. Dennoch stellen Container-Breiten von 2.438 mm, wie sie alle Container, ausgenommen der Binnen-Container, aufweisen, ein durchaus transportierbares Maß für die Güterstraßenbahn dar. Das zeigt, dass für den Transport von Containern vor allem die Länge ausschlaggebend ist. So weist ein ULF eine Breite von 2.400 mm, eine Gesamtlänge von 35.300 mm und 6 Wagenkästen auf¹⁰⁴. Das bedeutet, dass rein rechnerisch die Länge eines Wagenkastens von etwa 5.800 mm aufweist. Daraus kann geschlossen werden, dass ein 20' Container mit seinen Abmessungen bereits an die Grenzen der Machbarkeit stößt. Des weiteren könnte das Bruttogewicht eines vollbeladenen 20' Standard-ISO-Containers von 24 t¹⁰⁵ problematisch werden. So müsste die Straßenbahninfrastruktur, bei einer Zuladung von 24 t und einem angenommenen Eigengewicht von weiteren 25 t, ein Gesamtgewicht von 49 t aufnehmen können. Dies würde bei einer maximalen Achslast von 12 t, zu der Notwendigkeit von 4 Achsen führen. Ein weiterer Aspekt, der hierbei jedoch berücksichtigt werden muss ist ein geeignetes Umschlagsystem. So wäre ein Umschlagplatz mit geeigneten Kränen oder ein geeignetes hydraulisches System notwendig um den Umschlagvorgang zu bewältigen. Abgesehen von der Notwendigkeit, wäre daher die Einbindung der Güterstraßenbahn in den Intermodalen Verkehr, wie beispielsweise eine Verladung eines 20' Containers vom Schiff an einem städtischen Hafen, unter Umständen denkbar.

Ein weiterer im Intermodalen Schienengüterverkehr häufig vorkommender Verkehr ist der Kombinierte Verkehr, da dieser politisch gefördert wird. Im Kombinierten Verkehr erledigen LKWs den Vorlauf und befördern die Güter zu einem geeigneten Bahnhof. Hier werden dann jedoch, nicht wie üblich die Transporteinheiten auf die Eisenbahn verladen, sondern die LKWs oder deren Wechselaufbauten/ Sattelanhänger. Dieses Einsatzgebiet der Güterstraßenbahn im Intermodalen Verkehr kann jedoch, vor allem aufgrund der fraglichen Sinnhaftigkeit, ausgeschlossen werden.

¹⁰³ Hörl, B., A., Dörr, H., Pöchtrager, S. (2010): Friendly Supply Chains, S. 53

¹⁰⁴ fanpage-der-wiener-linien^b, letzter Zugriff: 14.10.2011

¹⁰⁵ Hörl, B., A., Dörr, H., Pöchtrager, S. (2010): Friendly Supply Chains, S. 53

6.3.15. Der Einsatz von Zweirichtungszügen

Der Einsatz von Zweirichtungszügen kann die Flexibilität der Güterstraßenbahn hinsichtlich ihrer Routenwahl deutlich erhöhen, da sie dadurch im Falle einer Netzstörung durch ein Hindernis ohne Rangieranlagen, also auf der Stelle, wenden und somit dem Hindernis ausweichen kann. Dies kann vor allem dann von Bedeutung sein, wenn die Zuverlässigkeit der Güterstraßenbahn, im Vergleich zum LKW, erhöht werden soll oder die Investitionskosten für die Errichtung von Rangieranlagen nicht getätigt werden sollen.

6.3.16. Die Möglichkeit von Spezialaufbauten/ -containern

Die Möglichkeit Spezialaufbauten einzusetzen kann für bestimmte logistische Aufgaben durchaus sinnvoll sein, vor allem wenn diese häufig zur Anwendung kommen. In erster Linie wird dieser Faktor allerdings für die Abwicklung der Entsorgungslogistik angenommen. Da diese Spezialcontainer einen zusätzlichen Kostenfaktor darstellen ist ihr Einfluss auf den Misserfolg vor allem in jenem Bereich der Logistik größer, in dem diese Spezialcontainer nur selten eingesetzt werden würden. Das bedeutet, dass bei jenen logistischen Aufgaben, die diese Spezialaufbauten regelmäßig benötigt, sich die zusätzlichen Kosten eher geringer auswirken. Dies zeigt also, dass die Auswirkung der Möglichkeit von Spezialaufbauten auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn sehr unterschiedlich sein kann.

6.3.17. Die Verfügbarkeit von Transportinformationen

Die Verfügbarkeit von Transportinformationen wird in den unterschiedlichsten Bereichen der logistischen Aufgaben von immer größerer Bedeutung, wobei die Notwendigkeit dieser in erster Linie von den Transportgütern abhängt. Typische Transportgüter, für die Transportinformationen immer mehr gefordert werden sind zeitsensible und verderbliche Güter, wie Lebensmittel oder Express-Zustellungen. So kann es beim Transport dieser Güter notwendig werden die Einhaltung der Kühlkette zu überwachen oder die Lokalisierung der Sendung nachvollziehen zu können. Des Weiteren ist hier anzumerken, dass die Konkurrenzsituation des LKWs hinsichtlich dieses Faktors eine besonders prominente ist. Der LKW ist also für sensible Güter, aufgrund des begleiteten Transportes und seiner Flexibilität, attraktiver. Die Lokalisierung von Sendungen per Chip sollte jedoch auch für den Transport mittels Güterstraßenbahn kein Problem darstellen und daher angeboten werden können. Der Begleitete Transport ist hier schon etwas schwieriger, da es sich hierbei um größere Transportmengen handelt als beim LKW. Dennoch sollte auch dies eher weniger problematisch sein, da es sich hierbei um innerstädtische Transporte handelt und die Güter und Waren daher vergleichsweise kurze Transportzeiten aufweisen.

6.3.18. Eine einfache Be- und Entladung

Der Einsatz von platzintensiven und standortgebundenen Landemittel ist in erster Linie im Bereich der gebrochenen Verkehre mit Be- und Entladungsvorgängen im öffentlichen Raum problematisch. Da die Be- und Entladungen im Allgemeinen, aber besonders jene im öffentlichen Raum, rasch und unkompliziert von statten gehen sollten. Ein Konzept, das eine einfache und rasche Be- und Entladung nachweisen kann, stellt daher einen erfolgsfördernden Faktor dar, der für alle gebrochenen Verkehre im öffentlichen Raum oder mit anderen räumlich engen Platzverhältnissen gilt.

6.3.19. Die Mitführung eines hydraulischen Be- und Entladesystems

Die Mitführung eines hydraulischen Be- und Entladesystems kann für die unterschiedlichsten Einsatzgebiete und logistischen Aufgaben sinnvoll sein. So kann beispielsweise ein hydraulisches System für das rasche abwickeln einer Be- oder Entladung der in der Güterstraßenbahn mitgeführten Container sein. Andererseits können auch Mulden mit Hilfe eines hydraulischen Systems auf die Güterstraßenbahn gehoben sowie Mistkübeln durch ein solches System, nach Vorbild jenes der Müllwagen, in die Container der Güterstraßenbahn entleert werden. Aber auch einzelne Ladungsträger können Lademittel darstellen, so könnten beispielsweise Rollcontainer zur Be- und Entladung einer Niederflurgüterstraßenbahn dienen. Die angeführten Beispiele zeigen, dass die Einsatzmöglichkeiten eines solchen Systems sehr umfangreich sein können. Der Einfluss dieses Faktors kann nicht nur für die Be- und Entladungsvorgänge positiv sein, sondern auch für die Eignung der Güterstraßenbahn in bestimmten Einsatzbereichen.

6.3.20. Der Einsatz von Straßenbahnfahrzeugen auf unterschiedlichen Gleissystemen

Der Einsatz von Straßenbahnfahrzeugen auf unterschiedlichen Gleissystemen ist nicht nur vorteilhaft, da so das Einsatzgebiet der Güterstraßenbahn erweitert wird. Vielmehr kann dies auch nachteilig für die Güterstraßenbahn ausfallen, da es sich hierbei um einen zusätzlichen Kostenfaktor handelt. So wird für das Befahren der unterschiedlichen Gleissysteme der Einsatz von universellen Radprofilen notwendig, die aufgrund des erhöhten Verschleißes ein häufigeres wechseln der Radprofile bedingen. Der Einfluss dieses Kostenfaktors kann sehr unterschiedlich sein und ist von den jährlich gefahrenen Kilometern des Schienenfahrzeuges abhängig. Ein Fahrzeug, das besonders viel auf unterschiedlichen Gleissystemen unterwegs ist, verzeichnet auch deutlich höhere Verschleißkosten.

6.4. Zusammenfassung der weichen Faktoren nach ihren Akteuren

Die Tabelle 4 fasst die zuvor beschriebenen weichen Faktoren nochmals zusammen und stellt die Relevanz der Faktoren für die einzelnen logistischen Aufgaben dar. Es kann daher der Einfluss der Faktoren auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn für eine der vier logistischen Aufgaben abgelesen werden. Des Weiteren kann aus der Tabelle 4 die Seitenzahl, an der die jeweiligen weichen Faktor zu finden sind, herausgelesen werden.

Die Relevanz der Faktoren für die einzelnen logistischen Aufgaben ist eine ganz wesentliche Aussage der Tabelle 4. So wurde hier versucht darzustellen, welche Faktoren Einfluss auf den Erfolg für die Implementierung einer Güterstraßenbahn nehmen und wie sich dieser Einfluss darstellt. So kann es sich hierbei sowohl um einen positiven Einfluss, also einen erfolgsfördernden Einfluss, als auch um einen negativen, also einen erfolgsmindernden Einfluss handeln. Da jedoch auch die Situation der geringen Einflussnahme auf den Erfolg einer Güterstraßenbahn denkbar ist, war die Einführung der Kategorie wenig förderlich notwendig. In diesen Bereich fallen aber auch alle Faktoren, deren Einfluss sich für die logistische Aufgabe nicht eindeutig als erfolgsfördernd oder erfolgsmindernd darstellt. Wichtig ist zu berücksichtigen, dass für den Einsatz einer Güterstraßenbahn zur Erfüllung der unterschiedlichen logistischen Aufgaben, die Einflussnahme der Faktoren variieren kann. So kann sich beispielsweise ein Faktor im Bereich der Entsorgungslogistik als erfolgsfördernd, im Bereich der Distributionslogistik jedoch als erfolgsmindernd darstellen. Um dies übersichtlich darzustellen soll die nachstehende Tabelle 4 dienen.

Tabelle 4: Übersicht der weichen Faktoren für die Erstellung eines Betriebskonzepts der Güterstraßenbahn und Zuordnung der Relevanz dieser für die logistischen Aufgaben

Überschau der weichen Faktoren für die Erstellung eines Betriebskonzepts für Güterstraßenbahnen					
Einteilung der Faktoren nach ihren Akteuren			Zuordnung der Relevanz der Faktoren für die logistischen Aufgaben		
	Beschreibung der Faktoren	ab Seite	Erfolgsfördernd	Wenig förderlich	Erfolgs-mindernd
Weiche Faktoren	Faktoren der Verkehrs- und Umweltpolitik	66			
	Die weitgehende Ausschaltung von möglichen Nutzungskonflikten		B, D	P, E	
	Die Beibehaltung der räumlichen Qualität im öffentlichen Raum		D, E	P, B	
	Akzeptanz des Verkehrsmittels Güterstraßenbahn		B, D	P, E	
	Die Reduzierung städtischer Emissionen		B, P, D	E	
	Eine räumliche Nähe der städtischen Straßenbahninfrastruktur zu emissionssensiblen Nutzungen			P, E	B, D
	Das Verhängen eines (zeitlich beschränkten) Fahrverbots für LKW in Teilen der Stadt		B, P, D	E	
	Die Bevorzugung des Straßenbahnverkehrsmittels in der StVO			B, P, D, E	
	Faktoren der Netzbetreiber	69			
	Eine räumliche Nähe der Quell- und Zielorte im Güterverkehr zur städtischen Straßenbahninfrastruktur		D, E	B, P	
	Die Verfügbarkeit nur geringer Zeitfenster in einem gut ausgelasteten Straßenbahnnetz			E	D, B, P
	Eine geringe Netzdichte in der Straßenbahninfrastruktur			B, P	D, E
	Die Beeinflussung der Infrastrukturauslastung durch Verkehrslichtsignalanlagen			E	B, P, D
	Ein hoher Anteil an eigenständigen Gleiskörpern im Netz der Straßenbahninfrastruktur		B, P, D	E	
	Die Ansprüche des Netzbetreibers auf Be- und Entladungsvorgänge entlang der Transportstrecke			P	B, D, E
	Die Möglichkeit Abstellgleise im öffentlichen Raum zu errichten/ zu nutzen		B, D, E	P	
	Die Vorgaben des Netzbetreibers hinsichtlich vorhandener Gleisarten			B, P, D	E
	Faktoren der Verlader	73			
	Eine räumlich günstige Lage zu Einrichtungen potentieller Bezugsquellen/ Lieferanten		B, D, E	P	
	Veränderung von Verladeransprüchen aufgrund von Marktgegebenheiten		B, D	P, E	
	Die Vermeidung von Leerfahrten		B, D	P, E	
	Die mehrmals tägliche Belieferung von einzelnen Adressaten			P, E	B, D
	Die Verfügbarkeit eines großen Fassungsvermögens		B, P, E		D
	Ein stabiles, kontinuierliches und paariges Transportaufkommen		B, D	P, E	
	Eine vorrausschauende Fahrplan- und Routengestaltung		B, P, D	E	
	Die Nutzung von Imagevorteilen durch die Vermarktung als umweltfreundliches Güterverkehrsmittel		B, P, E	D	

Weiche Faktoren	Die Möglichkeit des Einsatzes von Schienenfahrzeugen mit geringfügigen Änderungen	B, D	P, E	
	Die Möglichkeit des Einsatzes von Fahrzeugen unterschiedlicher Längen als Beitrag zur optimalen Auslastung	B, D	P, E	
	Die Möglichkeit einer raschen Durchführung von Be- und Entladungsvorgängen	B, D, E	P	
	Ein geringer organisatorischer Aufwand für die Planung der Transportleistungen	B, P, E	D	
	Die Möglichkeit von Kostenvorteilen für potentielle Kunden	B, P, D	E	
	Die Möglichkeit des Einsatzes im intermodalen Verkehr	P, E	B, D	
	Der Einsatz von Zweirichtungszügen	B, P, D	E	
	Die Möglichkeit von Spezialaufbauten/ -containern	P, E	B, D	
	Die Verfügbarkeit von Transportinformationen	B, D	P, E	
	Eine einfache Be- und Entladung	B, D	P, E	
	Die Mitführung eines hydraulischen Be- und Entladesystems	B, D	P, E	
Der Einsatz von Straßenbahnfahrzeugen auf unterschiedlichen Gleissystemen	D, E	B, P		
Abkürzungen				
B..... Beschaffungslogistik P..... Produktionslogistik D..... Distributionslogistik E..... Entsorgungslogistik				

Quelle: Eigene Zusammenstellung

7. Schlussfolgerung und Ausblick

Die Identifizierung der harten und weichen Faktoren für die Implementierung einer Güterstraßenbahn in einem städtischen Straßenbahnnetz nach ihren Akteuren stellt eine wesentliche Grundlage für diese Einschätzung dar. So wird zwischen jenen Faktoren unterschieden, die Grundvoraussetzungen für die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Straßenbahninfrastruktur sind und jene Faktoren, die lediglich förderliche Wirkung haben. So konnten die in Tabelle 3 zusammengefassten Faktoren als grundvoraussetzende Faktoren für alle Einsatzgebiete und logistischen Aufgaben identifiziert werden. Während in der Tabelle 4 nicht nur die weichen Faktoren zusammengefasst wurden, sondern für diese auch eine Einschätzung des Einflusses auf die unterschiedlichen logistischen Aufgaben erfolgte.

Es zeigt sich, dass vor allem verkehrs- und umweltpolitische Maßnahmen, die nicht als Grundvoraussetzung gelten, einen großen Einfluss auf eine mögliche Implementierung einer Güterstraßenbahn haben. So kann eine Verhängung eines Fahrverbotes oder anderen Maßnahmen, die eine Reduzierung der innerstädtischen Emissionen zum Ziel haben, vor allem für die Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik einen großen Einfluss haben. Dies liegt darin begründet, dass hierdurch die Attraktivität des LKW reduziert wird und damit die Verlagerung des Gütertransportes auf die Straßenbahnschienen deutlich attraktiver wird. Lediglich in der Entsorgungslogistik wirkt dieser Faktor eher weniger erfolgsfördernd, da es sich hierbei um eine städtische Dienstleistung handelt und jene Transporte die Verlagerungspotential besitzen bereits vor diesen Maßnahmen gute Erfolgsaussichten hätten.

Besonders großen Einfluss zeigt sich naturgemäß auch durch jene Faktoren, die seitens des Netzbetreibers auftreten. So stellt sich die Verfügbarkeit nur geringer Zeitfenster aufgrund einer bereits gut ausgelasteten Infrastruktur in erster Linie für jene Transporte als erfolgsmindernd dar, die in zeitlich kurzen Abständen erfolgen müssen. Diese Notwendigkeit der häufigen Transportdurchführung ist in erster Linie für die Beschaffungs-, Produktions- und für die Distributionslogistik anzunehmen. Im Falle der Entsorgungslogistik kann schon aufgrund der geringen Netzdichte angenommen werden, dass sich die Güterstraßenbahn nur für Teilbereiche eignet. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei um eine geringere Anzahl an durchzuführenden Transporten handelt, als dies beispielsweise für den Einsatz in der Beschaffungslogistik anzunehmen wäre. Einen weiteren weichen Faktor stellt ein hoher Anteil an eigenständigen Gleiskörpern dar. So werden dadurch vor allem zeitsensible Transporte begünstigt, da die Transporte unabhängig vom Straßenverkehr durchgeführt werden können. Eine räumlich günstige Lage zu Einrichtungen potentieller Kunden/ Partner ist lediglich für die Produktionslogistik von weniger großer Bedeutung, da hier nur wenige Adressaten und ein großes Transportaufkommen angenommen werden dürfen. So können eventuell notwendige Investitionen in die Infrastruktur, aufgrund der fehlenden räumlichen Nähe, nach vergleichsweise kurzer Zeit wieder erwirtschaftet werden. Hingegen ist die Nutzung der Güterstraßenbahn zur Verbesserung der Umweltbedingungen für alle logistischen Aufgaben erfolgsfördernd, wenngleich auch der Einfluss in der Distributionslogistik als deutlich geringer eingeschätzt wird. Dies ist damit zu begründen, dass es berechtigt ist der Eignung der Güterstraßenbahn für die Distribution sehr skeptisch gegenüber zu stehen, da die fehlende Netzdichte sich für diese Aufgabe als besonders wichtig erweist.

So kann abschließend folgende Einschätzung festgehalten werden: Für die Durchführung von beschaffungslogistischen und produktionslogistischen Gütertransporten kann eine Straßenbahn vor allem dann als besonders geeignet eingeschätzt werden, wenn es sich hierbei um innerstädtische Standorte mit guter Anbindung an die Straßenbahninfrastruktur handelt. Wenn es sich hierbei um direkte Verkehre handelt, die regelmäßig durchzuführen sind und sich mit Hilfe einer Erstellung eines Fahrplans in den ÖPNV eingliedern lassen, steht einem Erfolg einer Güterstraßenbahn meist kaum etwas im Wege. Anzumerken ist hierbei, je größer das Gütertransportaufkommen, desto wirtschaftlicher kann diese Transportleistung durchgeführt werden. Des Weiteren kann angenommen werden, dass für diese Art des Gütertransports die Konkurrenzsituation zum LKW deutlich schwächer ausgeprägt ist, als dies für andere logistische Aufgaben der Fall wäre.

Im Bereich der Entsorgungslogistik kann die Güterstraßenbahn nur einen Teil der Transportdurchführung übernehmen. So ist sie nicht geeignet für das Sammeln des Hausmülls, da die geringe Netzdichte dies nicht zulässt. Hingegen können Einrichtungen des Entsorgungsdienstes, wie Altstoffsammelanlagen oder Mistplätze, durchaus mithilfe einer Güterstraßenbahn ihre Abfälle zum Umschlagplatz oder zur Abfallbehandlungs- /Müllverbrennungsanlage befördern lassen. Wichtig ist hierbei, dass es sich vor allem um möglichst direkte Verkehre, mit großen Gütermengen handelt.

Die Distributionslogistik stellt für die Durchführung mittels Güterstraßenbahn die schwierigste aller logistischen Aufgaben dar. So muss hier ein breites Spektrum an Faktoren berücksichtigt werden, wie der Durchführung von Be- und Entladungsvorgängen im öffentlichen Raum, der Notwendigkeit eines Betriebskonzepts inklusive Organisation eines Nachlaufs, die mehrmals tägliche Belieferung mehrerer Adressaten sowie die Abstimmung des Beladungskonzepts auf die vorwiegend transportierten Ladungsträger/ Ladegüter und vieles mehr. Die Eignung einer Güterstraßenbahn für diese logistische Aufgabe ist daher immer von den örtlichen Gegebenheiten und dem zugrunde liegenden Betriebskonzept abhängig.

Im Sinne der Elektro-Mobilität, die eine Verbesserung der Umweltbedingungen zum Ziel hat, sind Fahrzeuge mit Elektro-Motoren den konventionellen Verbrennungsmotoren vorzuziehen. So stellen neben kleineren Elektro-LKW vor allem Güterstraßenbahnen alternative Güterverkehrsmittel dar. Da Elektro-LKW jedoch an die Kapazitäten ihrer Akkus gebunden sind und ihre Reichweite daher beschränkt ist, können Güterstraßenbahnen, die aufgrund der Oberleitungen eine solche Beschränkung nicht haben, für bestimmte logistische Aufgaben eine sinnvolle Alternative sein. So gelten Güterstraßenbahnen vor allem dann als sinnvolle Alternative, wenn es sich dabei um den Transport größerer Mengen handelt, die auf umweltfreundliche Weise im städtischen Raum transportiert werden sollen. So könnte künftig durch eine Verlagerung des, für den Transport mittels Güterstraßenbahn geeigneten, Güterverkehrsaufkommens auf die Straßenbahnschiene, das Fahrzeugaufkommen im Güterverkehr reduziert und damit die Straßeninfrastruktur entlastet. Dies zeigt, dass durch eine Kombination von Güterstraßenbahnen und kleineren Elektro-LKW eine durchaus sinnvolle Strategie für einen zukunftsfähigen und emissionsarmen innerstädtischen Güterverkehr erzielt werden kann.

Abkürzungsverzeichnis

BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
DB-AG	Deutsche Bahn Aktiengesellschaft
DVB	Dresdner Verkehrsbetriebe
EisbG	Eisenbahngesetz
EU	Europäische Union
GStrB	Güterstraßenbahn
GVZ	Güterverteilzentrum
LKW	Lastkraftwagen
StVO	Straßenverkehrsordnung
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PPP	Public-Private-Partnership
ULF	Ultra Low Floor
VW	Volkswagen

Quellenverzeichnis

- Aberle, G. (2009): Transportwirtschaft – Einzelwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Grundlagen, 5. Auflage, München
- Androsch, P. (2011): Interview vom 09.09.2011, Mitarbeiter der Wiener Linien, Wien
- Berndt, P.W. (2006): Die Güterbim in Wien Güter auf die Trambahn, Güterbahnen (Ausgabe 1/2006), S. 48-50
- Burmeister, J. (2006): Güter gehören auf die Straßenbahn, Verkehr und Technik Heft 9, S. 361-365
- Drewitz, M. (2007): Transportlogistik mittels Güterstraßenbahnen – Einsatzmöglichkeiten im RVR, Saarbrücken
- Driessen, A. (2008): Amsterdam cargo tram in desperation
URL: <http://www.mindsinmotion.net/index.php/mimv34/themes/diverse/features/citycargo>
- Environmental Data Compendium: Number of motor vehicles in the Netherlands, 1980-2002, letzter Zugriff: 26.04.2011
URL: <http://www.mnp.nl/mnc/i-en-0026.html>
- Eisenbahn-Revue International (Ausgabe 1/2001): Renaissance der Güterstraßenbahn in Dresden, S.9
- Europa - Zusammenfassung der EU-Gesetzgebung: Richtlinie 2001/14/EG, letzter Zugriff: 07.09.2011
URL: http://europa.eu/legislation_summaries/transport/rail_transport/l24201_de.htm#
- fanpage-der-wiener-linien^a, letzter Zugriff: 24.05.2011
URL: <http://www.fpdwl.at/>
- fanpage-der-wiener-linien^b: Straßenbahn Typ B₁, letzter Zugriff: 14.10.2011
URL: <http://www.fpdwl.at/fahrzeuge/showtype.php?type=b1>
- Fochler, V. (2010): Interview vom 14. April 2011, Verkehrs-Projektleiterin bei TINA Vienna Transport Strategies, Projektleiterin des Forschungsprojekts GüterBim und seit 2009 Generalsekretärin bei RTCA, Karls gasse 5, 1040 Wien
- Gemeente Amsterdam, Dienst Onderzoek en Statistiek: Amsterdam in Zahlen 2010, Amsterdam, letzter Zugriff: 26.04.2011
URL: <http://www.os.amsterdam.nl/feitenencijfers/amsterdam/20107/>
- Google Maps: Zürich, letzter Zugriff: 08.11.2011
URL:
http://maps.google.at/maps?hl=de&q=z%C3%BCrich%20irchel&gbv=2&gs_sm=e&gs_upl=14741435201014413011311210131012691147912.5.21910&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wl
- Heineberg, H. (2007): Einführung in die Anthropogeographie/Humangeographie, Paderborn
- Idhe, G. B. (1991): Transport, Verkehr, Logistik, 2. Auflage, München
- Kerkhoff, Ch. (2007): Workshop - Einsatzkriterien für Güterstraßenbahnen im Ruhrgebiet, Bochum
- Kolodziej, A. (2009): Umweltbundesamt - Daten zum Verkehr, Dessau-Roßlau
- Levitt, J. (2009): Worldchanging update: CityCargo, letzter Zugriff: 28.04.2011
URL: <http://www.worldchanging.com/archives/009513.html>
- LKW Walter Internationale Transportorganisation AG, letzter Zugriff: 31.08.2011
URL: <http://www.LKW-walter.com/de/firmenprofil.aspx>

- Loismarket, letzter Zugriff: 14.10.2011
URL: <http://www.logismarket.at>
- Marincig, H. (1995): Auf Schienen durch Wien, Wien
- Müller-Eberstein, F. (2000): CarGoTram: Die Wiedergeburt der Güterstraßenbahn?, Der Nahverkehr (Ausgabe 4/2000), S. 54-57
- Müller, Ch. (2000): Die Güterstraßenbahn von Dresden, Internationales Verkehrswesen (52) 10/2000, S. 460
- Newesely, G. (2011): 16.05.2011, Product Manager des Schienenfahrzeugherstellers Bombardier, Herman Gebauer Straße 5, 1220 Wien
- Portal Straßenbahn Dresden, letzter Zugriff: 28.04.2011
URL: <http://www.strassenbahn-dresden.de/>
- proactiva.ch, letzter Zugriff: 18.08.2011
URL: <http://www.proactiva.ch>
- Sambs; Steczowicz (2009): Wiens Straßenbahnen und ihre Straßenbahner, Wien
- Smith Electric Vehicles, letzter Zugriff: 10.10.2011
URL: <http://www.smithelectricvehicles.com/NewtonFullSpecs.pdf>
- strasse und verkehr (2003, Nr. 6): Cargotram: Der ÖV nimmt das Sperrgut mit, S. 38
- Transport (2003): Cargotram rollt durch Zürich, S.4
- Transport (2005): Das Comeback der Straßenbahn (2), S.7
- Weber, M., Lange, J. (2001): In Dresden fährt wieder eine Güterstraßenbahn, Verkehr und Technik Heft 4, S. 122-132
- Wiener Linien (2006): GüterBim DVD
- Wiener Linien (2011): Wien hat das fünftgrößte Straßenbahnnetz der Welt, letzter Zugriff: 11.08.2011
URL: <http://www.wienerlinien.at/wl/ep/contentView.do/contentTypeld/1001/channelId/-26075/programId/9419/pageTypeld/9081/contentId/25061>
- Wikipedia^a : Rauendahler Schiebewege, letzter Zugriff: 06.042011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Rauendahler_Schiebeweg
- Wikipedia^b : Pferdeeisenbahn Budweis-Linz-Gmunden, letzter Zugriff: 06.042011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Pferdeeisenbahn_Budweis%E2%80%93Linz%E2%80%93Gmunden
- Wikipedia^c : Pferdestraßenbahn, letzter Zugriff: 06.042011
URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Pferdebahn>
- Wikipedia^d: Straßenbahn Amsterdam, letzter Zugriff: 26.04.2011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Amsterdam
- Wikipedia^e: Güterstraßenbahn, letzter Zugriff: 20.04.2011
URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCterstra%C3%9Fenbahn>
- Wikipedia^f: Transportpalette, letzter Zugriff: 28.04.2011
URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Transportpalette>
- Wikipedia^g: CarGoTram, letzter Zugriff: 28.04.2011
URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/CarGoTram_\(Dresden\)](http://de.wikipedia.org/wiki/CarGoTram_(Dresden))
- Wikipedia^h: Transportpalette, letzter Zugriff: 11.08.2011
URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Transportpalette>
- Wikipediaⁱ: Wien, letzter Zugriff: 11.08.2011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Wien

- Wikipedia^j: Straßenbahn Wien, letzter Zugriff: 11.08.2011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Wien
- Wikipedia^k: Wiener Straßenbahn, letzter Zugriff: 11.08.2011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Wiener_Stra%C3%9Fenbahn#cite_note-16
- Wikipedia^l: Straßenbahn Rom, letzter Zugriff: 18.08.2011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Rom
- Wikipedia^m: Zürich, letzter Zugriff: 18.08.2011
URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Z%C3%BCrich>
- Wikipediaⁿ: Dresdner Verkehrsbetriebe, letzter Zugriff: 14.10.2011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Dresdner_Verkehrsbetriebe
- Wikipedia^o: Straßenbahn Amsterdam, letzter Zugriff: 14.10.2011
URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Amsterdam
- Wikipedia^p: Elektroauto, letzter Zugriff: 10.10.2011
URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Elektroauto>
- Wurz, Oliver (2006): Potentiale einer Güterstraßenbahn bei der dezentralen Müllentsorgung der Stadt Wien, Wien
- Vaanhold, Ch. (2007): Workshop - Einsatzkriterien für Güterstraßenbahnen im Ruhrgebiet, Vortrag: City Cargo Amsterdam, Bochum
- Verkehrsbetriebe Zürich: Cargo- und E-Tram, letzter Zugriff: 19.08.2011
URL: http://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/produkte_dienstleistungen/cargo_tram_und_etr.html
- Verein "Visuelle Lausitz" e. V.: Lausitzkohle, letzter Zugriff: 06.04.2011
URL: <http://www.verein-visuellelausitz.de/>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ein Fahrzeug des Rauhendahler Schiebeweges	14
Abbildung 2: Eröffnung der ersten Wiener Pferdestraßenbahn 1840.....	15
Abbildung 3: Zweispänner Sommerwagen vor dem ehem. Rothschild Spital auf dem Währinger Gürtel	16
Abbildung 4: Beladung von Waggons der Wiener Straßenbahn mit Lebensmitteln	17
Abbildung 5: Beladung von Waggons der Wiener Straßenbahn mit Bauschutt	18
Abbildung 6: Betriebskonzept der CityCargo Tram, Amsterdam	21
Abbildung 7: Konzeption des Umladevorgangs der CityCargo Tram in der Innenstadt, Amsterdam...	22
Abbildung 8: Transportkette des CityCargo Betriebskonzepts, Amsterdam	23
Abbildung 9: Beladung der CityCargo Tram mit einem speziellen Container, Amsterdam	24
Abbildung 10: Streckenführung der CarGoTram, Dresden	26
Abbildung 11: Darstellung der Streckenauslastung entlang der CarGoTram-Linienführung, Dresden	27
Abbildung 12: Fahrplan-Ausschnitte der Dresdner Verkehrsbetriebe.....	28
Abbildung 13: Fünfteiliger CarGoTram-Zug, Dresden	29
Abbildung 14: Beladungskonzept der CarGoTram, Dresden.....	30
Abbildung 15: GüterBim, Wien	34
Abbildung 16: Haltestellen der Cargotram und deren zeitliche Entwicklung, Zürich	36
Abbildung 17: Güterwagen der Cargotram, Zürich	37
Abbildung 18: Recycelte Fahrzeuge für den Betrieb der Cargotram, Zürich	38
Abbildung 19: Betriebsleitsystem – Beispielhafte Darstellung	51
Abbildung 20: Lichtraumprofil – Gegenüberstellung Anforderungen Eisen- und Straßenbahn.....	55
Abbildung 21: Logistische Begrifflichkeiten der Beladung	57
Abbildung 22: Ladungsträger - Kisten	59
Abbildung 23: Berechnung des Beladungsbeispiels.....	61
Abbildung 24: Ladungsträger - Gitterbox.....	62
Abbildung 25: Ladungsträger - Container	63
Abbildung 26: Gleisarten - Rinnengleis	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Komponenten ausgewählter Güterstraßenbahn-Projekte, Stand 2011.....	43
Tabelle 2: Ladungsträger – Abmessungen Paletten.....	60
Tabelle 3: Zusammenfassung der harten Faktoren für die Implementierung einer Güterstraßenbahn	65
Tabelle 4: Übersicht der weichen Faktoren für die Implementierung einer Güterstraßenbahn und Zuordnung der Relevanz dieser für die logistischen Aufgaben.....	82