

Schriftenreihe des
Lehrstuhls für
Logistikmanagement

Nr. 1
Jahrgang 2011

Kotzab, H. (Hrsg.)

Der containerisierte Seehafenhinterlandverkehr unter
Berücksichtigung der Schiene

Galipoglu, Erdem

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
1 EINLEITUNG	1
1.1 Hintergründe	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Methodologie	3
1.4 Aufbau der Arbeit	3
2 DER GÜTERVERKEHR IM SEEHAFENHINTERLAND	5
2.1 Herausforderungen am Seehafen und in seinem Hinterland	5
2.1.1 Das Hinterland und seine Bedeutung für die Seehäfen	5
2.1.2 Containerisierung der internationalen Warenströme	6
2.1.3 Herausforderungen im Seehafenhinterlandverkehr	7
2.2 Verkehrsträger im containerisierten Hinterlandverkehr	8
2.3 Klassifizierung von Transportketten	9
3 DIE SCHIENE IM CONTAINERISIERTEN SEEHAFENHINTERLANDVERKEHR	10
3.1 Produkte des Eisenbahngüterverkehrs	10
3.1.1 Ganzzugverkehr	10
3.1.2 Einzelwagenverkehr	11
3.1.3 Kombiniertes Verkehr	14
3.2 Akteure im Seehafenhinterlandverkehr über der Schiene	16
3.2.1 Reedereien	17
3.2.2 Terminalbetreiber	17
3.2.3 Eisenbahninfrastrukturunternehmen	17
3.2.4 Eisenbahnverkehrsunternehmen	18
3.2.5 Operateure	18

3.2.6 Speditionsunternehmen	18
3.3 Umschlagsysteme für Container	19
3.3.1 Vertikalumschlagsysteme	19
3.3.2 Horizontalumschlagsysteme	19
3.3.3 railroad®-Technologie.....	20
4 DAS RAILROAD®-TERMINAL UNG AEGR KONZEPT	22
4.1 Terminals mit railroad®-Technologie.....	22
4.2 Advanced Extended Gateway for Rail	24
4.3 Zwischenfazit	26
5 MATERIALFLUSS EINES CONTAINERS IM SEEHAFENHINTERLANDVERKEHR	29
5.1 Szenario 1: KV Schiene-Straße Direktverkehr.....	31
5.2 Szenario 2: LKW Direktverkehr	31
5.3 Szenario 3: Richtungsverkehr über ein AEGR und railroad®-KT's.....	31
5.4 Ergebnisse.....	34
6 SCHLUSSFOLGERUNG.....	37
ANHANG	V
QUELLENVERZEICHNIS	XXXI
EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG.....	XXXV

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung-1:	Hinterlandbereiche zweier Seehäfen	6
Abbildung-2:	Weltweiter Containerverkehr in Mio. TEU	7
Abbildung-3:	Ganzzug- und Einzelwagenverkehr mit Containern	11
Abbildung-4:	Knotenpunktsystem.....	12
Abbildung-5:	Prozesskette des containerisierten KV Schiene-Straße	14
Abbildung-6:	Stationen beim kontinentalen KV Schiene-Straße	15
Abbildung-7:	Stationen beim maritimer KV Schiene-Straße in Importrichtung	16
Abbildung-8:	Idealtypische Marktstruktur im Schienenverkehr.....	17
Abbildung-9:	Funktionszonen eines generischen Knotenterminals.....	23
Abbildung-10:	Konzept eines Advanced Extended Gateways for Rail	26
Abbildung-11:	Größenwachstum von Containerschiffen	VII
Abbildung-12:	Klassifizierung von Transportketten	XIII
Abbildung-13:	Raiload Bahnladesystem Mark 2	XV
Abbildung-14:	Knotenterminals entlang der Nord-Süd-Achse Deutschlands	XVI

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle-1:	Leistungsprofile der Verkehrsträger im Vergleich	9
Tabelle-2:	Charakteristiken von Direktzug- und Shuttlezugverkehren.....	11
Tabelle-3:	Vor- und Nachteile des Einzelwagenverkehrs	13
Tabelle-4:	Verfahren bei der Produktion von Schienenverkehrsleistungen	14
Tabelle-5:	Charakteristiken des KV Schiene-Straße	15
Tabelle-6:	Leistungsdaten der Kranverladung und des raiload®-Bahladesystem	21
Tabelle-7:	Zoneneinteilung bei Layouts von Knotenterminals	23
Tabelle-8:	Beteiligte Akteure in den Szenarien 1 und 2	30
Tabelle-9:	Containertransferzeiten im Vergleich.....	35
Tabelle-10:	Zugzahlen zu Szenario 3.....	36
Tabelle-11:	KV Anspruch und Leistung	38
Tabelle-12:	Leistungskriterien für Verkehrsträger.....	VIII

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung	KFZ.....	Kraftfahrzeug
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz	km	Kilometer
AEGR.....	Advanced Extended Gateway vor Rails	KT	Knotenterminal
Aufl.	Auflage	KV	Kombinierter Verkehr
Bd.....	Band	LKW	Lastkraftwagen
bspw.	beispielsweise	min	Minute(n)
bzw.	beziehungsweise	Mio.	Millionen
ca.	circa	RBF	Regionalbahnhof
CT.....	Container-Terminal	SBF	Satellitenbahnhof
CTA	Container-Terminal Altenwerder	sog.....	sogenannt
CTB.....	Container-Terminal Burchardkai	Tab.	Tabelle
d.h.....	das heißt	TEU.....	Twenty-foot Equivalent Unit
d.....	Tag(e)	tkm	Tonnenkilometer
DB	Deutsche Bahn AG	u.a.	unter anderem
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen	Ubf	Umschlagbahnhof
et al.....	et alii	vgl.....	vergleiche
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen	z.B.....	zum Beispiel
EWV	Einzelwagenverkehr		
Ex.	Export		
FCL	Full Container Load		
FFB	Fürstenfeldbruck		
ggf.....	gegebenenfalls		
h.....	Stunde(n)		
HH.....	Hansestadt Hamburg		
ISO	International Organization for Standardization		
itt	intra-terminale Transporte		
Im.....	Import		
ITU	Intermodal Transport Unit		
IuK.....	Informationsverarbeitung und Kommunikation		
Kap.	Kapitel		
KBF.....	Knotenpunktbahnhöfe		

1 EINLEITUNG

1.1 Hintergründe

Der Containerverkehr ist weltweit von starkem Wachstum geprägt. Besonders die Häfen in Hamburg und Bremen/Bremerhaven leisten einen großen Beitrag für diese Entwicklung in Deutschland. Der steigende Containerumschlag an den Häfen zeigt auch seine Wirkung an Land. So prognostiziert das ISL¹ ein durchschnittliches Wachstum zwischen 2009 und 2025 von 8,3 Prozent p.a. für die Hinterlandverkehre des Hamburger Hafens.² Daraus ergibt sich die immer schwieriger zu bewältigende Aufgabe, die Warenströme zwischen den Seehäfen und ihren Hinterländern effizient abzuwickeln. Bedingt durch diese Entwicklung gewinnt der Hinterlandverkehr für die Wettbewerbsfähigkeit der Seehäfen zunehmend an Bedeutung.³

Nach dem Löschen der Container vom Seeschiff sind diese möglichst schnell und kostengünstig zum Ziel zu befördern. Für den landseitigen Transport ins Hinterland stehen für die Container LKW, Binnenschiffe und Eisenbahnen als Verkehrsmittel zur Verfügung. Aber auch in Exportrichtung, vom Hinterland zum Seehafen, sind analog dazu die gleichen Überlegungen zu machen. Die Relevanz der richtigen Planung der Hinterlandtransporte wird dadurch deutlich, dass rund 75 Prozent der Transportkosten eines Containers über Seehäfen an Land entstehen, wohingegen lediglich 25 Prozent auf den Seetransport fallen.⁴

Durch die ISO-Standardisierung der Container und die damit einhergehende Containerisierung der Gütersendungen, hat sich die Möglichkeit des intermodalen Verkehrs erheblich gebessert. Diese Gegebenheit ermöglicht die effiziente Kombination verschiedener Verkehrsträger, wodurch insbesondere die Eisenbahn im Kombinierten Verkehr zunehmend an Bedeutung gewinnt. Denn sie bietet durch ihre Schnelligkeit und ihre hohe Massenleistungsfähigkeit über große Distanzen einzigartige Möglichkeiten für Containertransporte. So war der Eisenbahnanteil im Modal Split des Hinterlandverkehrs des Hamburger Hafens im Jahr 2008 mit insgesamt 36 Prozent mehr als doppelt so hoch wie der der übrigen Nordrange-Häfen⁵, welche durchschnittlich lediglich 17 Prozent der Hinterlandverkehre mit der Eisenbahn durchführten.⁶ Die Herausforderung besteht darin, diesen Anteil zu halten oder sogar weiter zu steigern.⁷ Denn trotz der Vorbildrolle des Hamburger Hafens, im Vergleich zu den übrigen europäischen Häfen, wird der Hinterlandverkehr deutschlandweit mit 70,1 Prozent immer noch deutlich vom LKW dominiert.⁸ Wenn der Anteil des Straßentransports im Güterverkehr

¹ Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

² Vgl. ISL (2010), S. 91

³ Vgl. Kotzab / Unseld (2019a), S. 5

⁴ Vgl. Wendrich et al. (1998)

⁵ Nordrange-Häfen: Sämtliche kontinentaleuropäische Seehäfen an der Nordsee von Le Havre bis Hamburg

⁶ Vgl. ISL (2010), S. 17

⁷ Vgl. Unseld (2011b), S. 2

⁸ Vgl. Allianz pro Schiene: Die Bedeutung des Schienengüterverkehrs für Deutschland (2011)

nicht reduziert wird, werden sich in Zukunft Engpässe im Straßensystem in Seehafenumgebung und in Hinterlandregionen verstärken, was sich durch das Verschlechtern der Transportqualität auch negativ auf die Gesamtwirtschaft Deutschlands auswirken kann.⁹

Bewahrheiten sich die Prognosen des ISL bezüglich des Wachstums des Containerverkehrs, werden sich in Zukunft die genannten Probleme verstärken, sodass das Containeraufkommen bis zum Jahr 2025 mit dem aktuellen Modal Split des Hinterlandverkehrs und der heutigen Verkehrsinfrastruktur nicht mehr abzuwickeln sein wird.¹⁰ Denn auch auf der Schiene sind auf wichtigen Routen, besonders auf Zulaufstrecken von Seehäfen, kaum Kapazitätsreserven vorhanden.¹¹ Zudem muss sich die Schiene auch in Zukunft im Wettbewerb gegen die Straße behaupten können, da trotz der Systemvorteile, die Nutzung der Schiene als Hauptverkehrsträger, vor allem auf kurzen Strecken, aufgrund noch zu hoher Betriebskosten, starrer Fahrpläne, längerer Lieferzeiten und hohem organisatorischen Aufwand scheitert.¹² In diesem Zusammenhang rücken innovative Terminalkonzepte, die darauf abzielen, die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der Bahnverkehre zu erhöhen, zunehmend in den Vordergrund. Dazu werden in der Literatur unterschiedliche Konzepte vorgestellt. Neuartige Bahnverkehrsnetzwerke aus Knotenterminals, die mit automatischen Umschlagsystemen ausgestattet sind, könnten einen großen Beitrag zur Steigerung des Schienenanteils im kontinentalen Containerverkehr leisten. Die *raiload*[®]-Technologie ist ein solches Umschlagsystem, das ein schnelles und automatisches Be- und Entladen von standardisierten Ladeeinheiten wie z.B. Containern von Zügen ermöglicht. Auch das Konzept der Advanced Extended Gateways for Rail (AEGR) bietet viele Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung im containerisierten Seehafenhinterlandverkehr auf der Schiene. Das AEGR zielt darauf ab, durch die Bildung eines engen Netzes zwischen dem Seehafen und den Terminals in seinem Hinterland den Einflussraum des Seehafens zu vergrößern und ihn dabei zu entlasten. Im Mittelpunkt steht bei diesen Konzepten die Schiene als Hauptverkehrsträger im Seehafenhinterlandverkehr.

1.2 Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Bedeutung der Schiene für den Seehafenhinterlandverkehr und die damit einhergehenden Herausforderungen aufgezeigt werden. Hierzu soll erst eine breite theoretische Basis geschaffen und dann die Frage geklärt werden, wie die Wettbewerbs- und Leistungsfähigkeit der Schiene und ihr Anteil im Modal Split des containerisierten Seehafenhinterlandverkehrs auf der Grundlage von *raiload*[®]-Knotenterminals und Advanced Extended Gateways for Rail gesteigert werden können.

Aufbauend auf den theoretischen Überlegungen soll in diesem Zusammenhang eine Aufnahme des aktuellen Containerflusses im Seehafenhinterland durchgeführt werden. Die konkrete Fragestellung dazu lautet:

⁹ Vgl. VDI (2008), S. 11

¹⁰ Vgl. Vortrag von H. G. Unseld, Jacobs University, Bremen (2011)

¹¹ Vgl. Deutsche Bahn AG (2007), S. 9

¹² Vgl. Balsliemke (2004), S. 46

„Welche Prozesse durchläuft ein Container auf seinem Transport von der Kaikante bis ins Hinterland und zurück?“

Diese Frage wird exemplarisch anhand der Destination Hamburg – Fürstenfeldbruck analysiert. Wichtig sind dabei sämtliche mit dem Container durchgeführten Aktionen, die dafür benötigten Zeiten und die beteiligten Akteure. Untersucht werden insgesamt drei verschiedene Szenarien, die sich hinsichtlich der Verkehrsrelationen voneinander unterscheiden.

Dabei sollen zunächst der heutige KV Schiene-Straße und der LKW-Direktverkehr dargestellt werden. Anschließend soll ein Zukunftsszenario für das Jahr 2025 entwickelt werden, in dem die Containertransporte auf der Schiene über Hochleistungsbahnnetzwerke im Richtungsverkehr durchgeführt werden. Hier finden die im theoretischen Teil der Arbeit erläuterten Konzepte der Advanced Extended Gateways for Rail und der railroad®-Knotenterminals Anwendung. Es soll aufgezeigt werden, wie der Schienenanteil im Seehafenhinterlandverkehr auf 50 Prozent gesteigert werden könnte und inwiefern sich die Umsetzung eines solchen Systems auf die Produktivität im containerisierten Seehafenhinterlandverkehr auswirken würde.

1.3 Methodologie

Eine fundierte Literaturrecherche bildet die Grundlage für den theoretischen Teil dieser Bachelorarbeit. Hierbei handelt es sich sowohl um Standardliteratur, als auch um wissenschaftliche Beiträge aus Fachzeitschriften, Fachbüchern und Forschungsberichten. Um Aktualität zu gewähren, bezieht sich ein Großteil der quantitativen Daten in dieser Arbeit auf Quellen im Internet oder auf das statistische Bundesamt Deutschland.

Einen weiteren Grundstein dieser Arbeit bildet die enge Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. (FH) Hans G. Unseld, dem Geschäftsführer der CargoTechnologies GmbH in Wien. Unseld gilt als Experte für innovative Konzepte für Eisenbahnen und wurde im Rahmen mehrerer Interviews zur Beantwortung der Forschungsfragen herangezogen. Dadurch wurde es möglich, sowohl im theoretischen als auch im empirischen Teil dieser Arbeit, einen engen und vor allem zukunftsorientierten Bezug zur Praxis herzustellen. Insbesondere der empirische Teil der Arbeit bezieht sich zum Großteil auf diese Interviews. Das Ziel der Interviews ist es, detaillierte Einblicke in den Ablauf des containerisierten Seehafenhinterlandverkehrs zu gewinnen.

Darüber hinaus wurden im Internet verfügbare Fahrpläne von Containerschiffen und Eisenbahnen mit in die Arbeit einbezogen.

1.4 Aufbau der Arbeit

Für diese Arbeit gelten Restriktionen, die in der Prüfungsordnung des Studiengangs „Wirtschaftsingenieurwesen, B.Sc.“ für Bachelorarbeiten am Fachbereich 7 der Universität Bremen festgelegt sind. So ist vorgegeben, dass der Umfang der Bachelorarbeit 30 Seiten (netto) nicht überschreiten sollte. Um dennoch einen detaillierten Einblick in das Thema zu geben, wurden einige Abschnitte des zweiten Kapitels in den Anhang ausgliedert und entsprechend gekennzeichnet.

Die vorliegende Bachelorarbeit gliedert sich in sechs Kapitel, wobei das erste Kapitel eine kurze Einleitung in das Thema und in den Aufbau der Arbeit geben soll.

Das Kapitel 2 umfasst den grundlegenden theoretischen Teil dieser Arbeit. Die Einleitung beginnt mit der Definition des Begriffs „Hinterland“ und den damit verbundenen Herausforderungen. Anschließend werden containertransportspezifische Herausforderungen im Seehafenhinterlandverkehr aufgezeigt. Dem folgt ein Überblick über die für den Transport von Containern geeigneten Verkehrsträger, die danach hinsichtlich ihrer Leistungsprofile bewertet werden. Zur Einordnung des Themas folgt im Anschluss dazu eine kurze Einleitung zur Klassifizierung von Transportketten.

Kapitel 3 und 4 beinhalten den theoretischen Teil, der zum Verständnis und zur Beantwortung der Forschungsfrage erforderlich ist. Das Kapitel 3 soll die theoretischen Grundlagen für die Szenarien im empirischen Teil der Arbeit in Kapitel 5 vermitteln. Dabei geht es konkret um die Schiene im containerisierten Seehafenhinterlandverkehr. Zunächst werden die wichtigsten Produktionsverfahren im Eisenbahngüterverkehr vorgestellt. Dem folgt ein Überblick über die beteiligten Akteure im Seehafenhinterlandverkehr über den KV Schiene-Straße. Anschließend erfolgt eine kurze Einleitung in das Thema der Umschlagsysteme für Container, wobei im Detail auf die railroad®-Technologie eingegangen wird.

In Kapitel 4 sollen Möglichkeiten zur Wettbewerbssteigerung des Schienengüterverkehrs durch neue Terminal-Konzepte aufgezeigt werden. Dabei wird das Konzept der railroad®-Knotenterminals vorgestellt, welches im darauffolgenden Kapitel die Grundlage für das Zukunftsszenario darstellen wird. Aufbauend darauf wird die Idee des Advanced Extended Gateway for Rail (AEGR) erläutert. Zum Abschluss dieses Kapitels folgt ein Zwischenfazit zum theoretischen Teil der Arbeit.

Das Kapitel 5 beinhaltet den empirischen Teil der Arbeit, in dem der anfangs gestellten Fragestellung zum Containerfluss im Seehafenhinterland nachgegangen wird. Es werden drei verschiedene Szenarien vorgestellt und in detaillierten Flussdiagrammen und den entsprechenden Prozesstabellen dargestellt und beschrieben. Im Anschluss werden die Szenarien miteinander verglichen und analysiert.

In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Untersuchung kurz zusammengefasst. Eine Schlussfolgerung und weitergehende Überlegungen des Autors schließen das letzte Kapitel und damit die Arbeit ab.

2 DER GÜTERVERKEHR IM SEEHAFENHINTERLAND

2.1 Herausforderungen am Seehafen und in seinem Hinterland

2.1.1 Das Hinterland und seine Bedeutung für die Seehäfen

Mit zunehmendem Wachstum der Containerumschlagzahlen an den Seehäfen, wächst auch der Güterverkehr und mit ihm das Seehafenhinterland, welches so zu einem immer wichtigeren hafenspezifischen Wettbewerbsfaktor im Seehafenwettbewerb wird.¹³ In der Literatur sind viele Definitionen verschiedener Autoren zu finden, die den Begriff des Seehafenhinterlands prägen. Notteboom (2008) definiert das Hinterland als das Gebiet, in dem der Seehafen den Großteil seiner Geschäfte abwickelt. Dies beinhaltet den Umschlag von Gütern, die in diesem Gebiet ihr Ziel haben oder aus diesem Gebiet stammen und sämtliche Interaktionen mit den Kunden im kontinentalen Einzugsgebiet des Seehafens. Somit ist das landeinwärts liegende Seehafenhinterland vom Hafenvorland, welches das seewärts liegende und durch die überseeischen Herkunfts- und Bestimmungsorte der Güter begrenzte Territorium bezeichnet, abzugrenzen.¹⁴ Dies schließt aber nicht eine seegebundene Bedienung des Hinterlandes mit Binnenschiffen über Flüsse im Landesinneren aus. Die Eingrenzung des Seehafenhinterlands wird von der Tatsache erschwert, dass das gesamte Gebiet vor allem mit der Güterstruktur, der Zeit und den Transportmodi variiert und somit einen sehr dynamischen Charakter hat.¹⁵ Aussagen über Form und Größe des Gebietes hängen aber auch von wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und technologischen Entwicklungen im Hinterland ab.¹⁶ Aber auch geographische Gegebenheiten, die Geschäfte mit bestimmten Regionen unwirtschaftlich machen, können Grenzen des Hinterlandes definieren. So endet das Hinterland allgemein dort, wo die Aus- und Einfuhrvorgänge über einen anderen Hafen nach Zeit- und Kostenaspekten attraktiver sind.¹⁷

Das Konzept der Containerisierung hat das Hafenhinterland erweitert und den Hafenwettbewerb neudefiniert.¹⁸ Zum Wettbewerbsfaktor wird der Hinterlandverkehr insbesondere dann, wenn sich die Hinterländer verschiedener Seehäfen überschneiden und so umstrittene Gebiete entstehen, die von besonders starkem Wettbewerb geprägt sind (siehe Abbildung-1). Die Monopolstellung eines einzelnen Hafens ist in einem solchen Gebiet nicht mehr gegeben, sodass neben den Transportkosten, die Hafeninfrastruktur sowie weitere entscheidungsrelevante Faktoren zunehmend bei der Seehafenwahl an Bedeutung gewinnen.

¹³ Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 5

¹⁴ Vgl. Biebig et al. (1995), S. 290

¹⁵ Vgl. Notteboom (2008)

¹⁶ Vgl. Klink / van den Berg (1998)

¹⁷ Vgl. Woitschütze (2000), S. 404

¹⁸ Vgl. Notteboom (1997), S. 99

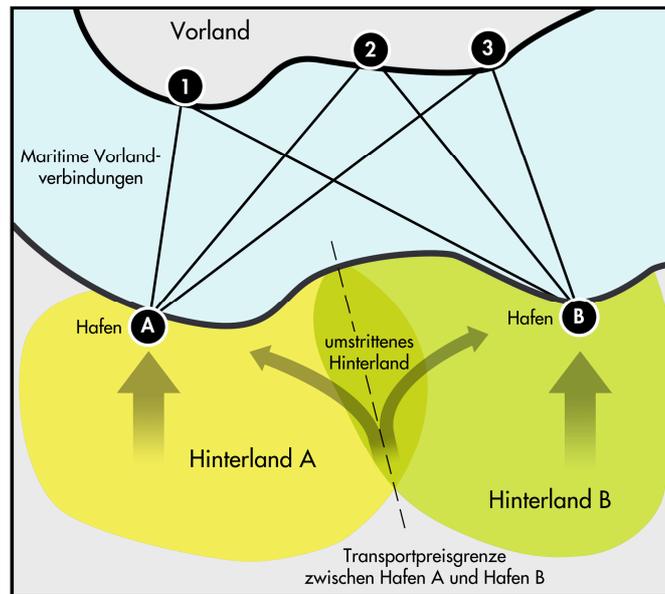


Abbildung-1: Hinterlandbereiche zweier Seehäfen

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Biebig / Althof / Wagner (1995), S. 291, Bild II.26

So sehen Notteboom und Rodrigue (2005) in der Entstehung von Hinterlandnetzwerken eine neue Dimension des Wettbewerbs zwischen den Seehäfen.¹⁹ Aus diesem Grund hat neben der verkehrsseitigen Erschließung des Hinterlandes über leistungsfähige Verkehrsträger auch die Vernetzung des Seehafens mit Binnenterminals einen sehr großen Stellenwert, um Transporte ins Hinterland zu wettbewerbsfähigen Konditionen zu ermöglichen.

2.1.2 Containerisierung der internationalen Warenströme

Die Einführung des ISO-Standardcontainers durch die internationale Organisation für Normung, um weltweit einen effizienteren Containerverkehr zu ermöglichen, hat die globale Containerisierung des Güterverkehrs eingeläutet. Die ISO 668 legt verschiedene Bauarten von Containern fest, die bestimmte Kriterien hinsichtlich ihrer Abmessungen und Beschaffenheit erfüllen müssen.²⁰

Eine Besonderheit des ISO-Containers ist, dass durch die Standardisierung eine weltweit einheitliche containergerechte Infrastruktur an Seehäfen und Binnenterminals entstanden ist. Teilautomatisierte Containerumschlaggeräte (Kräne, Reach-Stacker etc.) unterstützen dabei den Verladeprozess der Container und tragen so zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit bei.²¹ Dadurch reduzieren sich die Be- und Endladezeiten, wodurch sich so die gesamte Transportzeit verkürzt. Dadurch, dass der Container das Transportgut umschließt, werden Transportschäden minimiert und Sicherheitsprobleme verringert.²² Infolge der Standardisierung ist die Containerschifffahrt weltweit stark gewachsen und vom Seegüterverkehr, vor allem als Liniendienst, nicht mehr wegzudenken.²³ Abbildung-2 stellt den stei-

¹⁹ Vgl. Notteboom / Rodrigue (2005)

²⁰ Vgl. Norm-Entwurf ISO 668

²¹ Vgl. Kummer (2010), S. 49

²² Vgl. Kummer (2010), S. 49

²³ Der Containerisierungsgrad (Anteil am Stückgut in Prozent) am Hamburgerhafen betrug 2010 96,8% (Vgl. Hafen Hamburg Marketing e.V. (2011))

genden globalen Containerverkehr an den Seehäfen in TEU im Zeitraum von 1988 bis 2008 dar. Der bisherige Höhepunkt wurde mit über 525 Mio. TEU²⁴ im Jahre 2008 erreicht. Bedingt durch die Weltwirtschaftskrise brach der Weltcontainerumschlag an den Seehäfen im Jahr 2009 jedoch um 10 Prozent ein. Dennoch herrscht wieder Optimismus in der Branche, da im Jahr 2010 wieder ein Zuwachs von 13 Prozent im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen war.²⁵

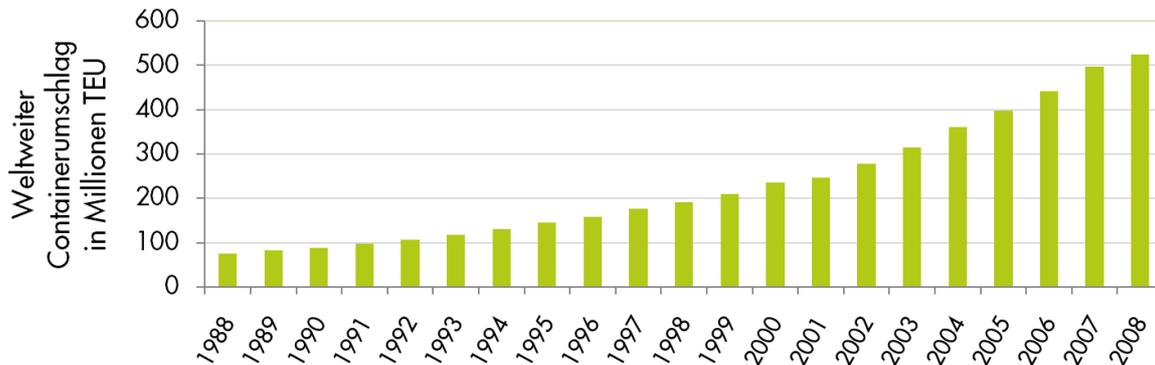


Abbildung-2: Weltweiter Containerverkehr in Mio. TEU

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Daten von Drewry Shipping Consultants (2008)

Weitere Einzelheiten zur Containerisierung ist Anhang A (S. VI) zu entnehmen.

2.1.3 Herausforderungen im Seehafenhinterlandverkehr

Durch die Containerisierung des Güterverkehrs und die zunehmende Arbeitsteilung in der Produktion ist das Transportaufkommen an den Seehäfen und ihren Hinterländern stark angestiegen.²⁶ Der Güterverkehr überlastet die bestehende Infrastruktur in dem Maße, dass Transporte durch Engpässe in Form von Verkehrsstaus sehr stark behindert werden. Bedingt durch den großen internationalen Handel innerhalb der EU und durch die Rolle Deutschlands als Transitland im Zentrum Europas, verkehren immer mehr internationale Transporte durch das Land und tragen so zusätzlich zur Überlastung des Straßennetzes bei.²⁷ Verstärkt wird dieses Problem insbesondere durch den hohen LKW-Anteil im Binnentransport, was neben der starken Umweltbelastung insbesondere mit einer Verschlechterung der Transportqualität einhergeht.²⁸ Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, muss die Straßeninfrastruktur entlastet werden. Jedoch alleine der vermehrte Einsatz alternativer Verkehrsträger, ohne weitere Investitionen in die Infrastruktur, wird die Probleme nicht lösen können, da auch dort die freien Kapazitäten an ihre Grenzen stoßen.²⁹ Denn bidirektionale Containerströme in den Seehafenterminals führen zu immer größeren Mengenströmen zu den Hinterlandterminals über alle Transportmodi.³⁰ Vom Vorlauf über den Hauptlauf bis zum Nachlauf sind sämtliche Akteure entlang der intermodalen Transportkette von diesen Herausforderungen betroffen und haben da-

²⁴ Vgl. Drewry Shipping Consultants (2008)

²⁵ Vgl. ISL (2011), S. 1

²⁶ Vgl. Gleißner / Femerling (2008), S. 41

²⁷ Vgl. Allianz pro Schiene: Umweltvergleich der Verkehrsmittel (2011)

²⁸ 2010 Betrag der LKW Anteil im Güterverkehr in Deutschland rund 70% (Vgl. Statistisches Bundesamt Deutschland)

²⁹ Vgl. Allianz pro Schiene: 5 Milliarden jährlich für Ausbau und Pflege nötig (2011)

³⁰ Vgl. Unseld (2011a), S. 2; Vgl. Veenstra / Zuidwijk (2010)

durch mit der Entstehung von Folgekosten, Effizienzverlusten und Qualitätseinbußen zu rechnen. Angefangen bei verlängerten Wartezeiten auf Ankerplätze für Containerschiffe, mit der Folge, dass die Zeitpläne der Hafenspediteure nicht mehr eingehalten werden können und so auch Akteure im Hinterland stark von den Verspätungen betroffen werden, durchzieht das Problem schließlich die gesamte Transportkette.³¹ Insbesondere für den Schienenverkehr, der an strikte Zeitpläne gebunden ist, stellt eine solche Verspätung eine sehr große Herausforderung dar.

Alternativen zum Straßengüterverkehr müssen sich vermehrt gegen die noch konkurrenzlose Flexibilität, Schnelligkeit, Netzbildungsfähigkeit und vor allem der organisatorischen Einfachheit des LKWs behaupten können.³² Dabei ist zu berücksichtigen, dass Binnenschiffe und Eisenbahnen, im Gegensatz zum LKW, keine Einzelverkehrsmittel sind. Für den wirtschaftlichen Betrieb dieser Verkehrsmittel ist eine Vielzahl von Containern notwendig, was vor- und nachgelagerte Sammel- und Verteilprozesse erfordert.³³ Die daraus resultierenden zusätzlichen Zeiten und Kosten müssen schließlich im Hauptlauf wieder kompensiert werden, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. In diesem Zusammenhang sind für die Erhaltung und Steigerung der Attraktivität des Schienengüterverkehrs insbesondere automatisierte Technologien zur Bahnbeladung und Maßnahmen zur Förderung der Multimodalität erforderlich.

Nicht nur im Hinterland, sondern auch direkt an den Seehäfen, macht sich der gestiegene Containerfluss in Form von Kapazitätsengpässen bemerkbar. Denn mit der Zunahme der Containerverkehre am Seehafen wachsen auch zugleich die Lager und damit der Flächenbedarf an den Seehäfen. Das größte Hindernis für das weitere Wachstum der Seehäfen ist die räumliche Begrenztheit hinsichtlich der Größe, der Struktur und der Wahl des geographisch bevorzugten Standortes.³⁴ Aufgrund der hohen Grundstückspreise in Seehafenumgebung, der Verknappung von Freiflächen und zunehmenden Verkehrsengpässen auf Zulaufstrecken von Seehäfen gewinnen neuartige Terminal- und Gatewaykonzepte zunehmend an Bedeutung.³⁵ So könnten diese Herausforderungen durch eine Verschiebung der operationalen Grenzen der Seehafenterminals (und damit des ersten Engpasses) in Richtung des angrenzenden Hinterlandes gelöst werden.³⁶

2.2 Verkehrsträger im containerisierten Hinterlandverkehr

„Das Verkehrssystem einer Volkswirtschaft setzt sich zusammen aus den verfügbaren Verkehrsträgern, ihren zugeordneten Verkehrsinfrastrukturen und den eingesetzten Verkehrsmitteln.“³⁷ Zu den Systemelementen des Verkehrs zählt Kummer (2010) die Verkehrsmedien, die Verkehrsträger und die Verkehrsmittel. Unter Verkehrsmedien versteht man dabei die durch die Natur determinierten Rahmenbedingungen wie Land, Wasser und Luft, die die Eigenschaften eines Verkehrssystems

³¹ Vgl. Visser et al. (2007)

³² Vgl. Schulte (2008), S. 174 f.

³³ Vgl. Schönknecht (2009), S. 119

³⁴ Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 8

³⁵ Vgl. Kotzab / Unseld (2010b), S. 4

³⁶ Vgl. Unseld (2011a), S. 2

³⁷ Schulte (2005), S. 169; Vgl. Eisenkopf (1999), S. 49

wesentlich bestimmen.³⁸ Die Verkehrsmittel, welche selbst technische (insb. Fahrzeuge) oder natürliche Einrichtungen zum Transport von Verkehrsobjekten wie Güter (auch Personen und Nachrichten) darstellen, erbringen dabei die Verkehrsleistung an sich. Die Gesamtheit aller Verkehrsmittel, welche sich dabei einer bestimmten Art von Verkehrsinfrastruktur bedienen, wird im Allgemeinen als Verkehrsträger bezeichnet.³⁸ Die für den Güterverkehr nutzbaren Verkehrsträger gliedern sich in den Straßengüterverkehr, Eisenbahngüterverkehr, Rohrleitungsverkehr, Schiffsverkehr und Luftverkehr.

Im Rahmen dieser Arbeit werden nur Verkehrsträger betrachtet, die für den kontinentalen Transport von Containern im Hinterland geeignet sind. Folglich entfallen Rohrleitungs- und Luftverkehr für die weitere Betrachtung.

Tabelle-1 fasst die Leistungsprofile des Schienen- und Straßengüterverkehrs und der Binnenschifffahrt zusammen. Einen detaillierten Einblick in die Charakteristiken dieser Verkehrsträger soll Anhang B (S. VIII) vermitteln.

	Massenleistung	Schnelligkeit	Netzbildungsfähigkeit	Berechenbarkeit	räumliche Flexibilität	zeitliche Flexibilität	Umweltbeeinflussung
Straßengüterverkehr	-	+	+	-	+	+	-
Binnenschifffahrt	+	-	-	-	+	+	+
Schienenverkehr	+	+	-	+	-	-	+

Tabelle-1: Leistungsprofile der Verkehrsträger im Vergleich
 Quelle: Eigene Darstellung

2.3 Klassifizierung von Transportketten

„Eine Transportkette ist eine Folge von technischen und organisatorisch miteinander verknüpften Vorgängen, bei denen Personen oder Güter von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden.“³⁹

Mit den in Kap. 2.2 vorgestellten Verkehrsträgern bzw. Verkehrsmitteln wird der eigentliche physische Transport der Güter durchgeführt. Transportketten lassen sich dabei in der ersten Ebene in eingliedrige und mehrgliedrige Transportketten unterteilen. In tieferen Ebenen lassen sie sich nach der Anzahl der eingesetzten Verkehrsträger, der Art des Transports der Ladeinheit und dessen Typ, der Selbstständigkeit der Ladeinheit etc. kategorisieren.

Einen tiefergehenden Einblick in die Klassifizierung von Transportketten soll Anhang C (S. XIII) geben.

³⁸ Vgl. Kummer (2010), S. 39; Vgl. Schulte (2005), S. 169
³⁹ DIN 30781

3 DIE SCHIENE IM CONTAINERISIERTEN SEEHAFENHINTERLANDVERKEHR

3.1 Produkte des Eisenbahngüterverkehrs

Im Rahmen dieses Abschnittes werden verschiedene Produkte des Eisenbahngüterverkehrs vorgestellt, die für den Transport von Containern geeignet sind. Allgemein findet im Angebot der Schienengüterverkehrsanbieter eine Unterteilung in die Bereiche Ganzzugverkehr, Einzelwagenverkehr und Kombinierten Verkehr statt.

3.1.1 Ganzzugverkehr

Werden alle Wagen eines Zuges vom gleichen Versandbahnhof zu einem gemeinsamen Empfangsbahnhof transportiert, so handelt es sich um den sog. Ganzzugverkehr.⁴⁰ Der bis zu 700 m lange Ganzzug verbindet die Terminals am Verlade- und Entladepunkt auf direktem Weg ohne Unterbrechung und verkehrt zwischen ihnen als Einheit, wodurch entsprechend kurze Transportzeiten möglich werden.⁴¹

Es wird beim Ganzzug generell zwischen dem Direkt- und dem Shuttlezug unterschieden.⁴² Der Direktzug setzt sich aus Bündelungen von Einzelwagen oder aus Wagenladungen einer Sendung zusammen.⁴³ Diese Züge können direkt beim Kunden oder einem externen Versandterminal je nach Bedarf zusammengestellt und anschließend am Empfangsterminal wieder aufgelöst werden. Um den Direktverkehr wirtschaftlich betreiben zu können, ist eine ausreichende Wagenanzahl erforderlich.

Der Shuttleverkehr hingegen wird in aufkommensstarken Relationen eingesetzt, wobei die Züge zwischen zwei festen Terminals pendeln. Dabei ändert sich während des gesamten Angebotszeitraumes, im Gegensatz zum Direktzug, weder die Wagenzahl noch die Wagenzusammenstellung, wodurch zeitaufwendiges Rangieren entfällt und die Zugkapazitäten nach festem Fahrplan genutzt werden können.⁴⁴ Shuttlezüge sind sehr einfach zu handhaben, bergen jedoch ein hohes Auslastungsrisiko, das bei geringen oder schwankenden Güterströmen zwischen den Terminals allein vom Betreiber des Zuges getragen werden muss.⁴⁵ Der Shuttlezug stellt die Idealform des Schienengüterverkehrs dar, bei dem die Systemvorteile (wie z.B. die Bildung langer Züge und deren Transport über große Entfernungen mit geringem spezifischem Energieverbrauch und geringem Rangieraufwand) im ganzen Umfang am wirtschaftlichsten ausgenutzt und so an die Kunden in Form günstiger Preise weitergegeben

⁴⁰ Vgl. Berndt (2001), S. 19

⁴¹ Vgl. ebenda, S. 19; Portal C (2011a)

⁴² Vgl. Kombiverkehr (2011c)

⁴³ Vgl. Berndt (2001), S. 19

⁴⁴ Vgl. Kombiverkehr (2011b)

⁴⁵ Vgl. Bühler (2005), S. 54

werden können.⁴⁶ Mit zunehmender Abweichung von diesem Idealbild, gewinnt auch die Konkurrenz zum LKW an Bedeutung, wobei die Situation beim Einzelwagenverkehr am kritischsten ist.⁴⁷

Tabelle-2 fasst die Charakteristiken von Direktzug- und Shuttlezugverkehren zusammen.

Direktzugverkehr	Shuttlezugverkehr
+ Flexible Be- und Entladeprozesse beim Kunden	+ Minimaler bis kein Rangieraufwand
+ Flexible Abstimmung der Abfahrts- und Ankunftszeiten	+ Minimaler organisatorischer und betrieblicher Aufwand
+ Vergleichsweise geringe Transportzeiten- und -kosten	+ Waggongarnituren auf die Ladeeinheitenstruktur der jeweiligen Verbindung optimierbar
+ Niedriger Rangieraufwand	+ Sehr wirtschaftlich
+ Vereinfachung örtlicher Arbeiten	+ Feste Fahrpläne vorhanden
+ Minimaler organisatorischer und betrieblicher Aufwand	+ Sehr kurze Transportzeit
	- Zeitlich inflexibel
	- Hohes Auslastungsrisiko für die Betreiber

Tabelle-2: Charakteristiken von Direktzug- und Shuttlezugverkehren

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Berndt (2001), S. 19; Portal C (2011a); Kombiverkehr (2011b)

3.1.2 Einzelwagenverkehr

Im Einzelwagenverkehr (EWV) werden Einzelwagen und Wagengruppen verschiedener Versender einer Region von verschiedenen Kundengleisanschlüssen abgeholt und an einem zentralen Knotenpunkt gesammelt.⁴⁸ Anschließend werden aus den für die gleiche Richtung bestimmten Wagen größere Produktionseinheiten gebildet, um wirtschaftliche Zuglängen zu erzielen (vgl. Abbildung-3).⁴⁹

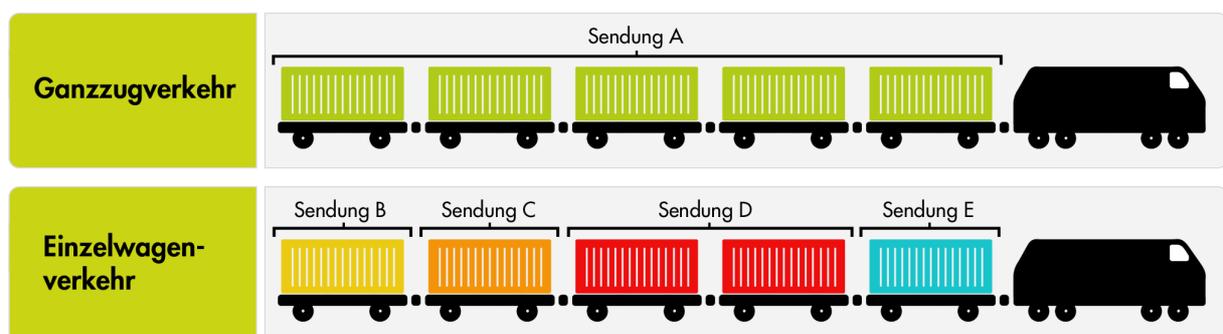


Abbildung-3: Ganzzug- und Einzelwagenverkehr mit Containern

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Berndt (2001)

Der EWV in Deutschland wird nach dem sog. Knotenpunktsystem abgewickelt. Es existieren feste Bahnhofshierarchien, wobei zwischen folgenden Knotentypen unterschieden wird:⁵⁰

⁴⁶ Vgl. Arnold (2008), S. 745; Kombiverkehr (2011b)

⁴⁷ Vgl. BMWi (2009), S. 121

⁴⁸ Vgl. Arnold (2008), S. 744; Portal C (2011b)

⁴⁹ Vgl. ebenda

⁵⁰ im Folgenden: Berndt (2001), S. 43

- wenige große Rangierbahnhöfe (RBF) (auch Zugbildungsanlage, ZBA genannt) mit Ablaufanlagen aber weitgehend ohne Güterverkehrsanlagen
- mittelgroße Knotenpunktbahnhöfe (KBF) mit Rangieranlagen, meist mit Ablaufanlagen
- kleine Satellitenbahnhöfe (SBF) mit Güterverkehrsanlagen.

Der Satellitenbahnhof stellt den ersten Bündelungspunkt dar, in dem die Züge aus der Region gesammelt und mit Wagen anderer Gleisanschlüsse zu Zügen zusammengesetzt werden.⁵¹ Von dort aus fährt der gemischte Zug zum Knotenbahnhof, wo eine weitere Bündelung für die Nahumstellung erfolgt und der Zug schließlich zum Rangierbahnhof fährt. Dort wird der Zug aufgelöst und die Wagen nach ihren Richtungsgleisen sortiert. Anschließend kommt es zur Bildung eines neuen Zuges für den überregionalen Transport über eine größere Distanz, welche den Hauptlauf darstellt. Da die Züge von verschiedenen Versendern stammen und demzufolge verschiedene Ziele aufweisen, erfolgt der gesamte Prozess für die Verteilung der Einzelwagen nach der Ankunft am Ziel-Rangierbahnhof, analog in umgekehrter Reihenfolge über die verschiedenen Hierarchiestufen der Bahnhöfe bis zum Empfänger (siehe Abbildung-4).⁵² In diesem Verfahren kommt es zu vielen Rangiervorgängen, wodurch der reine Zeitaufwand für das Umstellen der Waggons so groß sein kann, dass die Fahrzeit zwischen den Bahnhöfen nur 20-30 Prozent der Gesamttransportzeit ausmacht.⁵³

Daneben gibt es noch das sog. flexible Knotenpunktverfahren, bei dem von der starren Einhaltung der Knotenhierarchie abgewichen werden kann, um z.B. Umwege zu vermeiden.⁵⁴

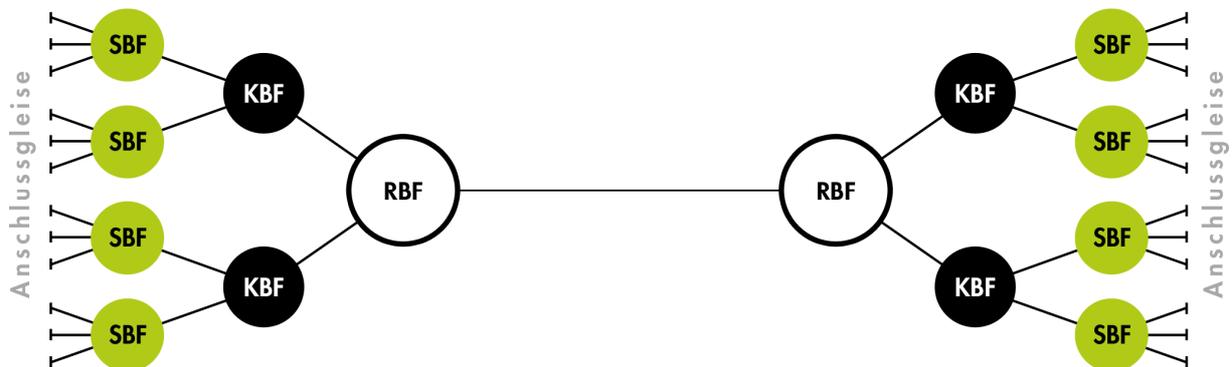


Abbildung-4: Knotenpunktsystem

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Berndt (2001), S. 44

Der große Vorteil dieses Produktionsverfahrens ist, dass im Punkt-zu-Punkt-Verkehr innerhalb des flächendeckenden Streckennetzes in Europa nahezu jedes Ziel erreicht werden kann.⁵⁵ Dem gegenüber steht jedoch der hohe zeit- und kostenintensive Rangieraufwand, der an jedem Knoten entsteht.

⁵¹ Beschreibung des Knotenpunktverfahrens vgl. FIS (2010)

⁵² Vgl. FIS (2010)

⁵³ Vgl. Schnieder (2007), S. 421

⁵⁴ Vgl. Schieck (2008), S. 385

⁵⁵ Vgl. Portal C (2011b)

Es ist allerdings anzumerken, dass dieses Produktionsverfahren speziell bei Containerverkehren bisher kaum Anwendung findet.⁵⁶ Im Rahmen der Dissertation von Bruckmann (2006) wurde die vollständige Containerisierung des EWV untersucht. Demnach sei die Containerisierung des EWV umsetzbar und könnte wirtschaftlich sein, da über 80 Prozent der heutigen EWV-Transporte in Containern befördert werden könnten.⁵⁷

Weitere Vor- und Nachteile des EWV sind Tabelle-3 zu entnehmen.

Vorteile	Nachteile
+ Flächendeckend in Europa einsetzbar	- hoher Rangieraufwand
+ Kurzfristig verfügbar	- lange Transportzeit
+ Geprägt durch flexible Be- und Entladeprozesse	- hoher betrieblicher Aufwand beim Sammeln und Verteilen der Einzelwagen
+ planbares und zuverlässiges System	- hoher organisatorischer Aufwand
+ auch für geringe Aufkommen geeignet	- hohe Stückkosten
	- stark an den Fahrplan gebunden
	- schlecht abgestimmte Fahrpläne im Sinne einer Transportkette mit optimierten Fahrzeiten

Tabelle-3: Vor- und Nachteile des Einzelwagenverkehrs

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Portal C (2011b); Berndt (2001), S. 20-22; Kombiverkehr (2011b); FIS (2010)

Neben dem bereits beschriebenen Verfahren, ergibt sich noch ein breites Spektrum weiterer Produktionsverfahren im Eisenbahngüterverkehr, die sich insbesondere hinsichtlich des Rangieraufwandes und der Transportzeiten voneinander unterscheiden. Aufgrund seines großen Potentials für den containerisierten Schienengüterverkehr, soll an dieser Stelle noch das Hub-and-Spoke-System, welches als eine Art Mischform aus Einzelwagen- und Ganzzugverkehren zu sehen ist, kurz erläutert werden.

Für Gleisanschlüsse mit hohem Transportbedarf, bei denen sich jedoch aufgrund der Zieldifferenzen kein Direktverkehr lohnt, bietet sich das Hub-and-Spoke-System als effiziente Alternative an.⁵⁸ Als zentrales Element dienen bei dieser Produktionsform Umstellbahnhöfe als Drehscheiben (Hubs) zur Bündelung von Waggons aus verschiedenen Regionen zu zielreinen Verkehren im Weitertransport. Über kleinere Umschlagpunkte, die sog. Spokes (Speichen), werden Sammel- und Verteilverkehre durchgeführt. Im Hub erfolgt dann der Austausch der Wagen(-gruppen) oder im Idealfall lediglich die Umladung der Container. Anschließend werden zielreine Züge zusammengestellt und die Container meist im Direkt- oder Shuttleverkehr zum Zielbahnhof bzw. Zielhub transportiert.⁵⁹ Da die Züge selten zeitgleich am Hub ankommen, sind für die Pufferung am Hub entsprechend große Lager für die Container erforderlich.

Tabelle-4 fasst die vorgestellten Produktionsverfahren im Schienengüterverkehr zusammen.

⁵⁶ Vgl. Bruckmann (2007), S.7; übereinstimmend Interview Hr. Unseld (24.08.2011)

⁵⁷ Vgl. Bruckmann (2007), S. 213 f.

⁵⁸ Vgl. Bruckmann (2007), S. 40

⁵⁹ Vgl. Bruckmann (2007), S. 41; Vgl. Beisler (1995), S. 244

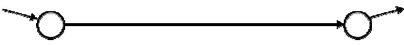
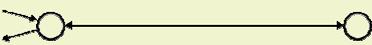
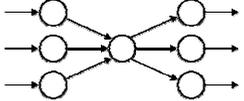
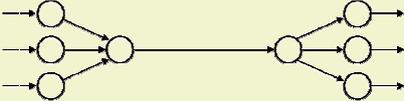
Bezeichnung des Verfahrens	Darstellung des Verfahrens	Rangieraufwand	Transportdauer
Direktzug		gering	sehr kurz
Shuttlezug		sehr gering	sehr kurz
Hub-and-Spoke Systeme		gering bis hoch	mittel
(Flexibles) Knotenpunktsystem		hoch bis sehr hoch	lang

Tabelle-4: Verfahren bei der Produktion von Schienenverkehrsleistungen

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Berndt (2001), S. 48; Vgl. Bruckmann (2007), S. 34

3.1.3 Kombiniertes Verkehr⁶⁰

Der Kombinierte Verkehr (KV) stellt einen Sonderfall des intermodalen Verkehrs dar, bei dem der Hauptlauf traditionell mit der Bahn oder auch alternativ mit dem Binnenschiff erfolgt und der Vor- und Nachlauf auf der Straße so kurz wie möglich gehalten wird (siehe Abbildung-5).⁶¹

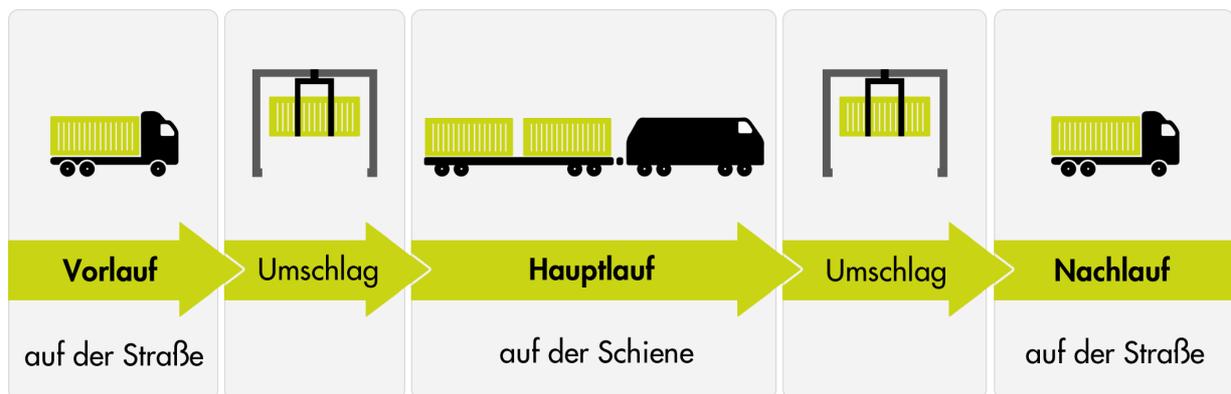


Abbildung-5: Prozesskette des containerisierten KV Schiene-Straße

Quelle: Eigene Darstellung

Der Vorteil des KV ist, dass durch den Einsatz mehrerer Verkehrsträger auch ihre Systemvorteile verknüpft und voll ausgeschöpft werden können. So kann z.B. durch den KV Schiene-Straße die Massenerleistungsfähigkeit der Bahn zur Überbrückung großer Distanzen im Hauptlauf mit der räumlichen und zeitlichen Flexibilität des LKW und seiner hohen Netzbildungsfähigkeit verknüpft werden. Allgemein ist das Ziel des KV, die Systemvorteile des Nahverkehrs (i. Allg. LKW) mit den Vorteilen des Fernverkehrs (i. Allg. Bahn, Schiff, Flugzeug) zu kombinieren.⁶² Tabelle-5 gibt einen Überblick über die Charakteristiken des KV Schiene-Straße.

⁶⁰ Der Betrachtungsrahmen umfasst lediglich Containertransporte im Kombinierten Verkehr Schiene-Straße

⁶¹ Vgl. UN-ECE-Richtlinie 2004 und Mitteilung der europäischen Kommission COM(97)243

⁶² Vgl. Phohl (2010), S. 160

Vorteile	Nachteile
+ Hohe Massenleistungsfähigkeit	- längere Transportstrecke als beim Direktverkehr
+ Hohe Netzbildungsfähigkeit	- erfordert zeit- und kosten aufwendige Umschlagprozesse
+ Räumlich und zeitlich flexibel	- lange Wartezeiten
+ genießt Sonderrechte im Vor- und Nachlauf auf der Straße ⁶³	- erst ab Mindesttransportweiten zwischen 300 und 500 km wirtschaftlich einsetzbar ⁶⁴
+ Entlastet die Straßeninfrastruktur	- höhere Stückkosten
+ Umweltbeeinflussung	

Tabelle-5: Charakteristiken des KV Schiene-Straße

Quelle: Eigene Darstellung

Beim KV wird im Containerbereich allgemein zwischen dem kontinentalen und dem maritimen KV unterschieden. Unter dem kontinentalen KV versteht man multimodale Festlandtransporte, wobei sich Quelle und Senke auf demselben Kontinent befinden.⁶⁵ Da jedoch die Seeschifffahrt kein Bestandteil des kontinentalen KV ist, sind ISO-Container hier nicht weit verbreitet.⁶⁶ Dies schließt jedoch keine Transporte mit der Binnen- oder Küstenschifffahrt aus, auch wenn diese eher die Ausnahme darstellen.⁶⁷ Die weiteste Verbreitung im kontinentalen KV findet die Kombination Schiene-Straße (siehe Abbildung-6).⁶⁸



Abbildung-6: Stationen beim kontinentalen KV Schiene-Straße

Quelle: Eigene Darstellung

Die Transportkette beginnt, wie bei sämtlichen KV auch, mit dem Vorlauf auf der Straße. Dabei wird der Container vom Versender aus per LKW zu einem Binnenterminal transportiert, wo nach dem Umschlag schließlich der sog. KV-Operator die Versandabwicklung für den Terminal-Terminal-Verkehr über der Schiene übernimmt. Für den Schienentransport im Hauptlauf können verschiedene Produkte des Eisenbahngüterverkehrs eingesetzt werden. Nach der Ankunft des Containers am Empfangsterminal folgt der Nachlauf bis zur Zustellung beim Empfänger auf der Straße.

⁶³ Vor- und Nachlauf auf der Straße ist auf bestimmten Strecken von bestehenden Fahrverboten an Sonn- und Feiertagen ausgenommen. (Vgl. § 30 Absatz 3 Satz 1 StVO)

⁶⁴ Vgl. Ihde (2001), S. 205

⁶⁵ Vgl. Schwarz (2006), S. 25

⁶⁶ Vgl. VDV (2008a), S. 34

⁶⁷ Vgl. Vrenken / Macharis / Wolters (2005), S. 11

⁶⁸ Folgende Beschreibung der Transportkette in Anlehnung an Kombiverkehr (2011a)

Im maritimen KV werden Güter transportiert, die in Seehäfen umgeschlagen werden.⁶⁹ Der Transport von ihren Quellgebieten bzw. zu ihren Zielgebieten erfolgt dabei im KV (siehe Abbildung-7). Somit basiert der maritime KV auf dem Seehafenhinterlandverkehr, was aber im Umkehrschluss nicht bedeutet, dass sämtliche Seehafenhinterlandverkehre als KV durchgeführt werden.⁷⁰

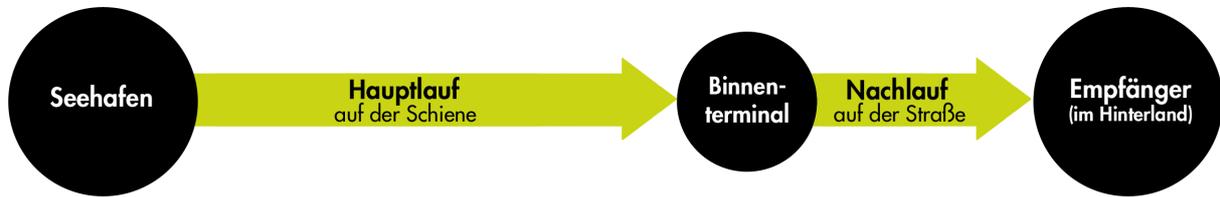


Abbildung-7: Stationen beim maritimer KV Schiene-Straße in Importrichtung

Quelle: Eigene Darstellung

Der maritime KV ist als Vor- bzw. Nachlauf des maritimen Güterverkehrs zu betrachten, bei dem der Transport mit dem Seeschiff den Hauptlauf darstellt. Aus diesem Grund ist der ISO-Container als Hauptladungseinheit im maritimen KV weit verbreitet. Der maritime KV konzentriert sich insbesondere auf die Nord-Süd-Achse Europas und bedient dabei das Hinterland der Nordrangehäfen in den Niederlanden, Belgien, Frankreich und besonders Deutschland mit der Verteilung der seeseitigen Warenströme.⁷¹ Durch die geplante Schienenverbindung Rotterdam-Genua wird zudem das Hinterland der Mittelmeerhäfen an Bedeutung für die Nordrange gewinnen.⁷² Bedingt durch die EU-Osterweiterung werden sich auch die Hinterlandverbindungen der deutschen Nordseehäfen auf der Ost-West-Achse Europas verstärken.⁷³

Im Gegensatz zum kontinentalen KV fällt beim maritimen KV, je nach Richtung des Transportflusses (Import- / Exportrichtung), der Vor- bzw. Nachlauf auf der Straße weg. Die Voraussetzung dafür ist, dass der Seehafen über die erforderliche Infrastruktur und Umschlagmöglichkeiten verfügt, über die die Bahn Vorort be- bzw. entladen werden kann. Der restliche Teil der Transportkette ist analog zum kontinentalen KV aufgebaut.

3.2 Akteure im Seehafenhinterlandverkehr über der Schiene

Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Akteure im Seehafenhinterlandverkehr vorgestellt. Dabei wird insbesondere auf die beteiligten Akteure im Schienengüterverkehr eingegangen. In der intermodalen Transportkette haben diese Akteure unterschiedliche Aufgaben, die erforderlich sind, um den Transport effizient durchführen zu können. Es ist anzumerken, dass ein Akteur auch bestimmte eisenbahnbezogene Funktionen und Aufgaben der anderen Akteure ausüben kann.

Abbildung-8 stellt das Zusammenspiel zwischen den Akteuren des Schienengüterverkehrs in der idealtypischen Marktstruktur zusammen.

⁶⁹ Vgl. PLANCO (2007), S. 81

⁷⁰ Vgl. Schwarz (2006), S. 25

⁷¹ Vgl. SGKV (2011);

⁷² Vgl. Interview mit Herrn Unseld (25.06.2011)

⁷³ Vgl. ebenda



Abbildung-8: Idealtypische Marktstruktur im Schienenverkehr
Quelle: Eigendarstellung in Anlehnung an Kummer (2010), S. 93

3.2.1 Reedereien

Die Reedereien sind Eigentümer der Schiffe.⁷⁴ Meist sind sie auch zugleich Frachtführer im Seeverkehr und somit für die Organisation und Durchführung des maritimen Transports zwischen den Seehäfen zuständig.⁷⁵

3.2.2 Terminalbetreiber

Zum Kerngeschäft der Terminalbetreiber gehört das Umschlagen der zu transportierenden Container zwischen verschiedenen Verkehrsträgern.⁷⁶ Es kann allgemein zwischen Seehafenterminal- und Hinterlandterminalbetreibern differenziert werden. Die Terminals können als Knotenpunkte von Verkehrsflüssen betrachtet werden. In diesen Knotenpunkten ist der Übergang zwischen mindestens zwei Verkehrsträgern möglich.⁷⁷ Da die verschiedenen Verkehrsmittel selten zeitgleich am Terminal ankommen, ist hier häufig eine Pufferung / Zwischenlagerung der Container notwendig. Das Angebot eines Terminals kann durch zusätzliche Leistungen, wie die Reinigung, Instandhaltung und Kontrolle der Transportbehälter und die Bereitstellung von Informationssystemen erweitert werden.⁷⁸

3.2.3 Eisenbahninfrastrukturunternehmen

Die Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) sind für die Einrichtung und die Unterhaltung der Fahrwege der Eisenbahn zuständig.⁷⁹ Für das Bereitstellen der Eisenbahninfrastruktur bekommen sie von den Eisenbahnverkehrsunternehmen ein Nutzungsentgelt ausgezahlt. Mit 4.140 km Betriebsstreckenlänge sind etwa 11 Prozent des Eisenbahnnetzes in Deutschland im Besitz der NE-Bahnen^{80 81}.

⁷⁴ Vgl. § 484 HGB

⁷⁵ Vgl. § 442 Abs.1 Satz 2 HGB

⁷⁶ Vgl. Hildebrand (2008), S. 65

⁷⁷ Vgl. Schubert (2000), S. 149

⁷⁸ Vgl. VDV (2008b)

⁷⁹ Gemäß Richtlinie 2001/12/EG

⁸⁰ Nichtbundeseigene Bahnen

⁸¹ Vgl. BMVBW (2005)

Die restlichen 89 Prozent fallen auf die DB Netz AG. Die sog. Hafenbahnen sind als EIU für die Schieneninfrastruktur an den Seehäfen zuständig.

3.2.4 Eisenbahnverkehrsunternehmen

Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) sind nach dem allgemeinen Eisenbahngesetz (AEG) „öffentliche oder privatrechtlich organisierte Unternehmen, die Eisenbahnverkehrsleistungen erbringen“.⁸² Zum Kerngeschäft gehört das Erbringen der Eisenbahnverkehrsleistung, worunter nach §2 Abs. 2 AEG die „Beförderung von Personen oder Gütern auf einer Eisenbahninfrastruktur“ zu verstehen ist. Die EVU haben die Aufgabe die Traktion sicherzustellen. Somit tragen sie die Verantwortung für den planmäßigen und regelmäßigen Transport der Güter mit der Eisenbahn. Für die Nutzung der Eisenbahninfrastruktur müssen die EVU sog. Slots bei den EIU erwerben. Ein Slot ist der Zeitraum, in dem ein bestimmter Trassenabschnitt für die Nutzung bereitgestellt wird.

Zu den Betätigungsfeldern der EVU gehören:⁸³

- Bedienung von Gleisanschlüssen und Terminals
- Zugbildungen und Zugaufösungen
- Durchführen von Nah- und Fernverkehre (national und international) als Dienstleistung
- logistische Leistungen rund um den Bahntransport
- Bereitstellung weiterer Serviceleistungen für andere Eisenbahnen

Infolge der Liberalisierung des europäischen Schienengüterverkehrs konnten auch private EVU in den Markt eintreten, was insgesamt zu einer Minderung der Kosten für Bahnverkehre geführt und Wettbewerb auf der Schiene ausgelöst hat.⁸⁴ So konkurrieren heute über 350 EVU auf dem Netz der DB AG und treiben so die Effizienz voran.⁸⁵

3.2.5 Operateure

Die Operateure sind als Transportmittler für die Organisation und Vermarktung im Hauptlauf der Schiene zuständig. Hierfür bestellen sie bei EVU ganze Züge oder Wagengruppen und vermarkten anschließend einzelne Stellplätze an andere Akteure, um die Züge möglichst intensiv auszulasten.⁸⁶ Sie sind als Schnittstelle zwischen Logistikdienstleistern und den EVU zu sehen.⁸⁷

3.2.6 Speditionsunternehmen

Die Speditionsunternehmen sind für die Akquisition von Transportaufträgen und die Organisation des Güterverkehrs zuständig. Dazu zählen auch die Besorgung und Ausstellung wichtiger Frachtpapiere und sonstiger Dokumente, die Durchführung von Zollverfahren, sowie die Überwachung des Trans-

⁸² Allgemeines Eisenbahngesetz, § 2 Abs. 1

⁸³ Im Folgenden vgl. Lennarz (2009), S. 41-43

⁸⁴ Deutsche Bahn AG (2007), S. 8

⁸⁵ ebenda

⁸⁶ FIS (2011)

⁸⁷ Fagagnini (2010), S. 35

ports bis zum Bestimmungsort.⁸⁸ Das Speditionsgewerbe ist von einer hohen Spezialisierung (auf Verkehrsträger, bestimmte Produkte etc.) geprägt. Bahnspeditionen übernehmen bspw. die Funktion der Betreuung und Bündelung der Transporte kleiner Verloader, mit dem Ziel eine wirtschaftliche Transportleistung auf der Schiene unter Einbindung verschiedener EVU zu gewährleisten.⁸⁹ Um überregionale Transporte mit der Schiene zu ermöglichen, übernimmt die Bahnspedition die Koordination verschiedener EVU und die Organisation des Transportes und ggf. weiterer Dienstleistungen.⁹⁰

3.3 Umschlagsysteme für Container

Im Rahmen dieses Abschnittes werden verschiedene Umschlagsysteme für Container im Schienengüterverkehr vorgestellt. Der Umschlag selbst bezeichnet dabei die Verladung von Gütern von einem Arbeitsmittel zu einem anderen innerhalb einer Transportkette.⁹¹ Je nach Einsatzbereich werden dabei spezielle Umschlagmittel eingesetzt. Dabei kann allgemein zwischen horizontalen und vertikalen Umschlagsystemen differenziert werden.

3.3.1 Vertikalumschlagsysteme⁹²

Vertikalumschlagsysteme zeichnen sich dadurch aus, dass der Container im angehobenen Zustand umgeschlagen wird. Das am weitesten verbreitete Umschlaggerät ist hierbei der Portalkran. Die Waggons mit den Containern werden unter dem Kran abgestellt und danach vom Kran angehoben. Anschließend kann der Container ins Blocklager oder direkt auf einen anderen Waggon umgeladen werden. Der große Nachteil dieses Systems ist, dass durch die Kranbedienung von oben keine Oberleitung vorhanden sein kann. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass der Umschlagbereich mit Schwung durchfahren wird oder die Wagen mit einer Diesellokomotive rangiert werden.⁹³

Aufgrund der zumeist hohen Investition in die einzelne Anlage, erfordert dieses System für den wirtschaftlichen Betrieb eine größere Mindestumschlagmenge an Containern.⁹⁴

3.3.2 Horizontalumschlagsysteme⁹⁵

Im Unterschied zum Vertikalumschlagsystem werden beim Horizontalumschlagsystem die Container nicht oder nur geringfügig angehoben, um sie aus der Transportverankerung zu lösen. Anschließend wird der Container in horizontaler Richtung umgeschlagen. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, auch direkt unter dem Fahrdrabt umzuschlagen. Zudem sind Horizontalumschlagsysteme vergleichsweise kostengünstiger in der Anschaffung. Jedoch weisen diese Systeme meist eine geringere Um-

⁸⁸ Vgl. Fagagnini (2010), S. 23

⁸⁹ Vgl. Becker (2009)

⁹⁰ Vgl. ebenda

⁹¹ Vgl. Krieger (2011)

⁹² Vgl. Trafico (1998), S. 3

⁹³ Vgl. Bruckmann (2007), S. 83

⁹⁴ Vgl. Bruckmann (2007), S. 74 f.

⁹⁵ Vgl. Trafico (1998), S. 2

schlaggeschwindigkeit auf und sind nur für geringe Ladevolumina geeignet, was sie insgesamt weniger leistungsfähig macht.⁹⁶

3.3.3 railroad®-Technologie⁹⁷

An dieser Stelle soll aufgrund ihres großen Potentials für den Schienengüterverkehr die unter dem EU-Projekt FastRCargo geförderte railroad®-Technologie der CargoTechnologies GmbH vorgestellt werden. Die railroad®-Technologie ist zu den Horizontalumschlagsystemen zu zählen, hebt sich allerdings aufgrund der Besonderheit, dass sie für die schnelle und automatische Abfertigung großer Ladevolumina konstruiert ist, von herkömmlichen Systemen ab.

Das gesamte Bahnladesystem besteht aus mehreren Elementen, die kooperativ aufeinander abgestimmt sind. Neben dem Hauptgleis, auf dem der Güterzug mit den beladenen Containern einfährt, sind noch parallel dazu jeweils auf beiden Seiten Hebegleise und Sortiergleise angeordnet. Für die Be- und Entladung eines Containers sind vier mobile Hebelifte (LuL=Load Unit Lift) auf den Hebegleisen und auf den Sortiergleisen jeweils eine Lademaschine (LM=Loading Machine), eine Transportmaschine (TM=Transport Machine) und eine Ladebrücke (LU rack) erforderlich. Die einzelnen Elemente ergeben zusammen das Transloading Machine Set (TMS).

Vor der Einfahrt des Zuges in das Terminal werden die Exportcontainer auf den Ladebrücken durch die Transportmaschine auf dem Sortiergleis vorpositioniert. Bei der Einfahrt des Zuges in das Terminal, werden die genauen Positionen der einfahrenden Wagen vermessen und an das TMS weitergegeben. Der für die Entladung (Import) bestimmte Container befindet sich mit den unteren Öffnungen seiner Eckbeschläge auf den Richtzapfen eines standardisierten Containertragwagens. Der Ladeprozess selbst beginnt damit, dass sich die Hebelifte beidseitig und die Lademaschine mit der entsprechenden Ladebrücke an der richtigen Stelle des Containertragwagens positionieren. Nachdem der Hebelift den Container an den vier Eckbeschlägen geringfügig angehoben hat, werden die Crossbars der Lademaschine unter dem Container ausgeschwenkt. Anschließend wird die Transferpalette der Ladebrücke unter den Container geschoben und der Container darauf abgesetzt. Nachdem die Transferpalette wieder auf die Ladebrücke gezogen wurde, werden die Crossbars eingeschwenkt. Der Container befindet sich nun auf dem Sortiergleis. Dort können die Transportmaschinen die Ladebrücke entlang des Sortiergleises transportieren und für logistische Folgeprozesse zur Verfügung stellen. Falls auf dem zweiten Sortiergleis ein für den Export bestimmter Container zum Transport bereitsteht, kann dieser in umgekehrter Reihenfolge nach gleichem technischem Ablauf auf den Containertragwagen umgeladen werden. Das railroad®- Bahnladesystem ist in Anhang D (S.XV) dargestellt.

In Tabelle-6 werden die Leistungsdaten der Kranverladung und des railroad®- Bahnladesystem vergleichend gegenübergestellt.

⁹⁶ Vgl. Trafico (1998), S. 2

⁹⁷ Vgl. Unseld (2009); Unseld (2011b), S. 4 ff.

Parameter	Dimension	Ladeprozess mit Kranverladung	Ladeprozess mit railroad
Technische Leistungsdaten (Ladevorgang von einem Medium zu anderen ab und zu Ausgangsposition)	Minuten pro Ladevorgang		
	Minimum	4,0 Minuten	1,8 Minuten
	Maximum	8,0 Minuten	3,5 Minuten
	Ø	6,6 Minuten	2,3 Minuten
Technische Leistungsdaten (Ladungsaustausch zwischen zwei Medien ab und zu Ausgangsposition)	Minuten pro Ladevorgang		
	Minimum	7,8 Minuten	3,6 Minuten
	Maximum	16,4 Minuten	5,4 Minuten
	Ø	13,2 Minuten	3,3 Minuten
Ladezeit für einen vollen Zug (104 TEU/65 Boxen)	Ausstattung für 700 Meter Depotlänge	Je 2 Lade- und Sortierkrane	12 Ladeanlagen
	Minimum	130 Minuten	19 Minuten
	Maximum	260 Minuten	39 Minuten
	Ø	216 Minuten	26 Minuten
Ladungsaustausch (z.B. 700 Meter langer Shuttle mit 104 TEU/65 Boxen)	Ausstattung für 700 Meter Depotlänge	Je 2 Lade- und Sortierkrane	12 Ladeanlagen
	Minimum	254 Minuten	28 Minuten
	Maximum	533 Minuten	58 Minuten
	Ø	428 Minuten	36 Minuten
Parität bei Invest für vergleichbare Leistung	Anzahl Krane, bzw. Ladeportale	2 Krangruppen	12 Ladeanlagen

Tabelle-6: Leistungsdaten der Kranverladung und des railroad®-Bahnadesystem

Quelle: Eigene Darstellungen nach Unseld (2011d), S. 15

Der große Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die gesamten Prozesse völlig automatisiert ablaufen können und zudem direkt unter dem Fahrgleis stattfinden. Dies ermöglicht es, dass der Zug auch mit einer Elektrolokomotive durch den Ladebereich fahren kann. Zudem spricht für dieses System, dass es skalierbar ist. Somit wird die Ladeleistung an einem Zug einzig durch die Anzahl der operativ installierten Ladesysteme bestimmt.

Aus technischer Sicht sind die kurzen und steuerbaren Lastbewegungswege zu unterstreichen, da dadurch energiesparende und geräuscharme Umschläge möglich werden. Das railroad®-System baut auf bereits vorhandenen technischen Standards auf, wie z.B. Ladeeinheiten, Containertragwagen und LKW-Chassis, um so mit bereits bestehenden Systemen kompatibel zu bleiben und die Investitionskosten für die Integration gering zu halten.⁹⁸

⁹⁸ Vgl. Unseld (2008), S. 2

4 DAS RAILLOAD[®]-TERMINAL UNG AEGR KONZEPT

Aufbauend auf die im vorigen Abschnitt vorgestellte railload[®]-Technologie soll in diesem Kapitel das Konzept des railload[®]-Knotenterminals vorgestellt werden. Anschließend folgt das darauf aufbauende Advanced Extended Gateway for Rail (AEGR) Konzept (Kotzab / Unseld, 2010a), welches als eine standortspezifische Variation des railload[®]-Terminals zu betrachten ist. Beide Konzepte dienen als Grundlage für das in Abschnitt 5.3 dargestellte Zukunftsszenario.

Der nachfolgende Abschnitt bezieht sich auf Unseld (2011b), S. 7 ff.; Unseld (2011c).

4.1 Terminals mit railload[®]-Technologie

Bahnserviceeinrichtungen, wie Rangierbahnhöfe, Ladestellen und Gleisanschlüsse, sind erforderlich um Transportdienstleistungen auf der Schiene zu erbringen.⁹⁹ Die Containerisierung der Hinterlandverkehre erforderte bereits in den späten 1960ern neuartige Bahnserviceeinrichtungen, wie z.B. KV Terminals.¹⁰⁰ Da der Container mittlerweile eine wesentlich größere Rolle in den Inlandverkehren spielt, stellt sich nun die Frage, „durch welche Maßnahmen innerhalb der bestehenden Infrastruktureinrichtungen das Transportaufkommen und die Servicequalität auf der Bahn gesteigert, die Transportkosten gesenkt, und die Spitzenposition bei der Ökobilanz weiter gesteigert werden können.“¹⁰¹

Eine Antwort auf diese Frage findet sich in dem von Unseld (2011c und 2011d) beschriebenen Konzept der Knotenterminals (KT). Eine große Schwachstelle des containerisierten Schienengüterverkehrs liegt derzeit noch in der zeitraubenden organisatorischen und technischen Vorbereitung der Ladung des Tragwagens, bzw. in den Zugbildungsprozessen.¹⁰² Daher ist das primäre Ziel des Knotenterminals die Minimierung der Betriebsunterbrechungen bei Ladevorgängen, was mit neuen technischen Mitteln, wie dem railload[®]-System, durch ein automatisiertes physischen Handling der Ladeeinheiten ermöglicht werden soll.¹⁰³

Solche Knotenterminals können durch die Erweiterung bestehender Bahninfrastrukturanlagen mit beidseitig durchfahrbaren Hauptgleisen errichtet werden. Neben der Be- und Entladung von Güterzügen und dem intermodalen Umschlag, soll ein Knotenterminal als Bahn-Logistik-Schnittstelle auch weitere containertransportspezifische logistische Dienstleistungen erfüllen können. Block- und Pufferlager zur Zwischenlagerung von Containern, mit dem Ziel die ausgehenden Züge höher auszulasten, können das Servicespektrum erweitern. Dabei erfolgen sämtliche Servicefunktionen automatisch und sind voll in die Logistiktransportnetze integrierbar. Sämtliche Dienstleistungen werden dabei in einem 24/7/365-h Betrieb erbracht und in Echtzeit überwacht. Das Ziel ist es, durch die Steigerung

⁹⁹ Vgl. Unseld (2011d), S. 4

¹⁰⁰ Vgl. ebenda

¹⁰¹ ebenda

¹⁰² Vgl. Kotzab / Unseld (2010c), S. 2

¹⁰³ Vgl. Unseld (2011c), S. 2; Kotzab / Unseld (2010c), S. 2

der Wettbewerbsfähigkeit dieser Services und der Kostensenkung des Bahntransports von Containern, einen höheren Anteil der Containertransporte auf die Schiene zu verlagern.

Durch das vollständig gleisgeführte railroad®-Bahnladesystem ist es ohne großen Aufwand möglich, die Container über die intra-terminale Gleisanlage für logistische Folgeprozesse zur Verfügung zu stellen. So können nach dem Baukastenprinzip aus verschiedenen Grundkomponenten bedarfsgerecht, abhängig von der Umschlagleistung, der verfügbaren Fläche und der angrenzenden Infrastruktur, Terminals für unterschiedliche Aufgabenstellungen entworfen und gebaut werden. Sämtliche Terminals, die mit einem railroad®-Bahnladesystem ausgestattet sind, folgen einem Basislayout bestehend aus unterschiedlichen funktionalen Zonen (siehe Abbildung-9). Dabei bildet die Ladezone das Kernstück des Terminals, in dem die Zugladeoperationen, wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, während eines Betriebshalts durchgeführt werden.

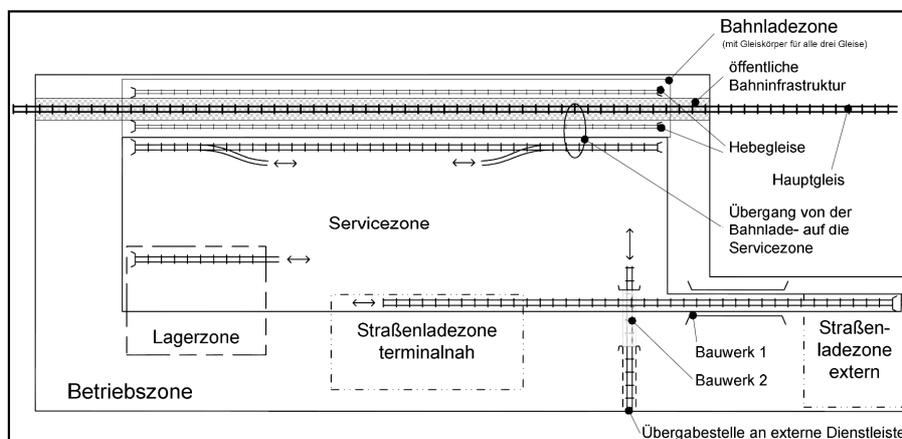


Abbildung-9: Funktionszonen eines generischen Knotenterminals
 Quelle: Unseld (2011c), S. 4

Die Funktionszonen eines Knotenterminals sind über gleisnahe Flächen oder durch Gleisanlagen miteinander verbunden. Tabelle-7 fasst die Funktionen dieser Zonen zusammen.

Zone	Funktion der Zone	Zonenanordnung
Bahnladezone	Zone zur Durchführung der Zugladeoperationen während eines Betriebshalts.	Parallel zu bestehenden Hauptgleisen.
Servicezone	Zone, in der sämtliche intra-terminale Transporte (itt) planmäßig und als autonome Operation nach Instruktionen durchgeführt werden.	Alle Funktionsbereiche, die im KT transportmäßig zu bedienen sind.
Lager- und Speicherzone	Lager als Blocklager zur Zwischenlagerung und Zwischenspeichereinrichtungen mit direktem Zugriff durch itt.	Speicherzone ist integraler Teil der Servicezone. Blocklager innerhalb der Reichweite des itt.
LKW Ladezone an einem terminaleigenen Straßenzugang	Be- und Entladung von LKW an gesicherter KT Schnittstelle zum Straßentransport und Bedienung durch itt.	Direkt außerhalb des Terminalzaunes als Zwei-Tor-Betrieb.
LKW Ladezone außerhalb der Terminalinfrastruktur	Be- und Entladung von LKW an entfernt liegender Straßentransport-Schnittstelle und Bedienung durch itt.	Nahe eines Logistikzentrums mit Straßenanbindung.
Betriebszone	Umfasst die gesamte Betriebsfläche für automatischen Betrieb und verhindert unerlaubten Zutritt.	Physische Absperrung von sämtlichen geschützten Bereichen.
Übergang zu einem externen Service Provider	Zustellung und Abholung von einzelnen Containern.	An jedem Punkt der Absperrung.

Tabelle-7: Zoneneinteilung bei Layouts von Knotenterminals
 Quelle: Eigene Darstellung nach Unseld (2011b), S. 9f.

Mit diesem Knotenterminal-Konzept ist die Möglichkeit gegeben, Bahntransportnetzwerke zu bilden, über die sich die Seehafenhinterlandverkehre zu sog. „Richtungsverkehren“ zusammenführen ließen.¹⁰⁴ Durch diese co-modalen¹⁰⁵ Knotenpunkte entsteht zum Einen eine höhere Netzeffizienz und zum Anderen könnten regionale Import- und Exportladungen nach eigenen Prioritäten und nach neuen Steuerungsparadigmen, wie z.B. nach einem zeitkritischen, kostenbewussten und servicebetonten Farbetrieb, in das Bahntransportnetz eingeschleust werden.¹⁰⁶ Dabei erfolgt in jedem Knotenterminal des Netzwerkes in einem „stop-load-go“-System ein automatischer Containeraustausch nach co-modalen Kriterien, wodurch zum Einen die Auslastung der Züge optimiert und zum Anderen gezielter auf Kundenanforderungen eingegangen werden kann. Anschließend erfolgt der Weitertransport der vom Zug entladenen Container über den Verkehrsträger, der den Transport am effizientesten bedienen kann.

Der nachfolgende Abschnitt bezieht sich auf Kotzab / Unseld (2010a) und soll einen Einblick ins Konzept der Advanced Extended Gateways for Rail geben.

4.2 Advanced Extended Gateway for Rail

Nach den Regeln des im vorigen Abschnitt vorgestellten Knotenterminal-Layouts lassen sich entsprechend der standortspezifischen Anforderungen unterschiedliche Terminals gestalten. Das Advanced Extended Gateway (AEGR) ist dabei als Knotenterminal in Seehafennähe zu betrachten.

Die Effizienz eines Seehafens ist, wie eingangs beschrieben, sehr stark von seiner Verbindung ins Hinterland und insbesondere von der Effizienz und Qualität der Binnenterminals abhängig.¹⁰⁷ Genau an dieser Stelle, zwischen Seehafen und Hinterland, ist das AEGR als Verbindungsstelle zu betrachten. Das Ziel ist es einerseits, Engpässe durch das Verschieben der operationalen Grenzen des Seehafens zu lösen.¹⁰⁸ Dadurch wird ein neuer Stau- und Arbeitsraum geschaffen, in dem auch eine Pufferung außerhalb des Seehafens möglich wird.¹⁰⁹ Andererseits soll durch eine bessere Abstimmung der einzelnen für den Schienengüterverkehr erforderlichen Prozesse, die Effizienz und somit die Attraktivität der Schiene als Hauptverkehrsträger für den Transport von Containern gesteigert werden. Das Ziel ist es, 50 Prozent der Containertransporte ins Seehafenhinterland auf die Schiene zu verlagern.¹¹⁰

Das AEGR baut auf bereits bestehende Konzepte auf, hebt sich jedoch durch die Integration innovativer Automatisierungstechnologien, wie das railroad Verfahren, von ihnen ab. Es greift dabei die Idee des Dry Ports und des Extended Gate Konzeptes auf und erweitert diese.

¹⁰⁴ Interview Unseld (02.09.2011)

¹⁰⁵ „Die co-modale Dimension wird durch alternative und ergänzende Routenangebote auf der Straße dargestellt, die sowohl Reaktionen zwischen den Knotenterminals (Hauptlauf), als auch zwischen Knotenterminal und Kunde (Vor- und Nachlauf) umfassen.“ (Unseld, 2011b, S. 6)

¹⁰⁶ Vgl. Unseld (2011a), S. 6;

¹⁰⁷ Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 5 f.

¹⁰⁸ Vgl. Unseld (2011b), S. 2

¹⁰⁹ Vgl. Unseld (2011b), S. 3

¹¹⁰ Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 14

Ein Dry Port ist ein Binnenterminal, welches direkt mit einem Seehafen verbunden ist. Dort können die Kunden ihre standardisierten Ladeeinheiten abholen und abgeben, als ob sie es direkt am Seehafen täten.¹¹¹ Das Dry Port ist somit sowohl in Import- als auch in Exportrichtung als Erweiterung des Seehafens zu betrachten.¹¹² Die Idee dahinter ist, dass bestimmte Aktivitäten des Seehafens in ein Dry Port ausgegliedert und dort durchgeführt werden, um auf diese Weise sowohl den Seehafen als auch den Verkehr in Seehafenumgebung zu entlasten. Neben dem Umschlag gehören auch weitere Dienstleistungen wie Lagerung, Konsolidierung, Containerinstandhaltung und -reparaturen und Leercontainerdepots zum Servicespektrum.¹¹³

Auch beim Extended Gateway Konzept werden einige Tätigkeiten des Seehafens ins Inland verlagert, da es dort keine räumlichen Restriktionen gibt. Dieses Konzept unterscheidet sich jedoch in dem Punkt vom Dry Port Konzept, dass dabei ein großer Wert auf die Koordination und Steuerung der Güterflüsse in multimodalen Hinterlandnetzwerken gelegt wird.¹¹⁴ Die Idee dahinter ist, den Einflussbereich des Seehafens zu vergrößern, sodass dieser näher am Markt stehen kann. Dazu wird das Eingangstor des Seehafens weiter ins Hinterland verlegt, wodurch der Transportprozess aus der Sicht des Seehafens besser steuerbar und der Informationsfluss zwischen den beteiligten Akteuren transparenter wird.¹¹⁵ Für den Seehafen bedeutet das Wachstum ohne räumliche Ausdehnung am Seehafen.¹¹⁶ Das dadurch entstehende Netzwerk im Hinterland ermöglicht eine bessere Kommunikation und Kooperation zwischen den am Containerverkehr beteiligten Akteuren. Dadurch haben bspw. die Reeder die Möglichkeit, direkt mit Akteuren im Hinterland zu agieren, sodass der Container ohne weitere Zwischenschritte an einem Extended Gate Terminal im Hinterland des Seehafens für den Kunden bereitgestellt werden kann.¹¹⁷

Zudem baut das AEGR Konzept auf das Gateway Intermodalism Konzept von Klink / van den Berg (1998) auf. Dabei wird angenommen, dass eine wachsende Anzahl von intermodalen Terminals, die in Gateway und Hub Services eingebunden werden, zu einem Wachstum des Schiene-Schiene Umschlages von Ladeeinheiten führen wird.¹¹⁸ Das AEGR verfolgt das Ziel, die Integration des Schienentransportes durch eine bessere Anbindung an die Schienennetze im Hinterland zu verbessern.¹¹⁹

Das AEGR ist, wie das Dry Port und das Extended Gate Terminal auch, ein Binnenterminal, welches einige auslagerbare Tätigkeiten der Seehafenterminals durchführt. Es wird strikt zwischen den Tätigkeiten des Seehafens und den Tätigkeiten des AEGR (als Binnenterminal) unterschieden. So sind Tätigkeiten, die systembedingt am Seehafen ablaufen müssen, wie z.B. das Löschen und Beladen der Schiffe von Tätigkeiten, die auch im AEGR durchgeführt werden können, zu trennen. Dabei ist das AEGR über ein Hochleistungsschienennetz per Shuttlezugservice mit den Seehafenterminals verbun-

¹¹¹ Vgl. Leveque / Roso (2002)

¹¹² Vgl. Veenstra / Zuidwijk (2010), S. 4

¹¹³ Vgl. Roso / Woxenius / Lumsden (2009), S. 341

¹¹⁴ Vgl. Veenstra / Zuidwijk (2010), S. 5

¹¹⁵ Vgl. Visser et al. (2007)

¹¹⁶ Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 6

¹¹⁷ Vgl. Veenstra / Zuidwijk (2010), S. 6

¹¹⁸ Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 6

¹¹⁹ Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 8

den (siehe Abbildung-10).¹²⁰ Die Gestaltung des AEGR baut dabei auf das im vorigen Abschnitt beschriebene railroad®-Terminalkonzept auf. So ist auch hier das AEGR in unterschiedliche Zonen unterteilt, die jeweils bestimmte Funktionen erfüllen. Neben den Lagern am Seehafen (Buffer Store I), welche den klassischen Ship-to-Shore und Shore-to-Ship Prozessen im Import und Export dienen, sind im AEGR weitere Lager (Buffer Store II) vorhanden. Durch diese Lager werden sämtliche ein- und ausgehende Verkehre an der Schnittstelle zum Hinterland des Seehafens bedient. Zudem dienen diese dem Ausgleich von Nachfragespitzen, sowohl im Import, als auch im Export.¹²¹

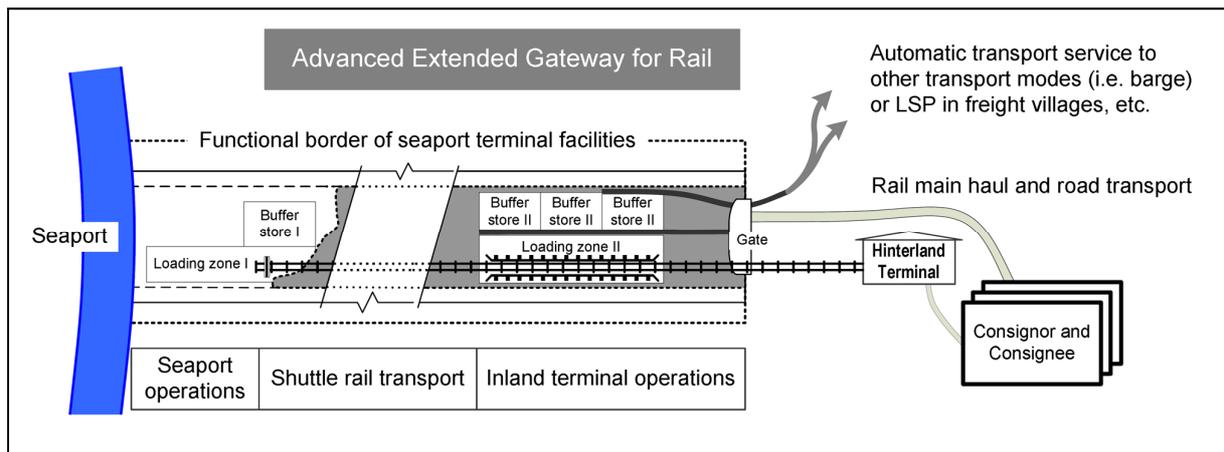


Abbildung-10: Konzept eines Advanced Extended Gateways for Rail

Quelle: Kotzab / Unseld (2010a), S. 8

Ein automatisiertes intraterminales Transportsystem verbindet die Lager mit den Ladezonen für Schiene und Straße, wodurch das AEGR seine Funktion als intermodales Terminal am effizientesten ausführen kann.¹²² Während am AEGR sämtliche Prozesse zur Beladung der Züge und Bedienung der Lager automatisiert ablaufen, erfolgt die Zugbeladung am Seehafen weiterhin klassisch über Portalkrane, um weitere Investitionen gering zu halten.¹²³

4.3 Zwischenfazit

Nachdem in Kapitel 3 und 4 Grundlagen zum Schienengüterverkehr und innovative Terminalkonzepte erläutert wurden, soll an dieser Stelle eine kurze Zusammenfassung mit weiterreichenden Überlegungen des Autors den theoretischen Teil dieser Arbeit abschließen.

In Abschnitt 3.1 wurden die grundlegendsten Produktionsverfahren des Schienengüterverkehrs dargestellt. Wann welches Verfahren zum Einsatz kommt, ist von vielen Faktoren wie bspw. dem Zugang zum Schienennetz, der Transportmenge, dem Ziel, der Frequentierung der Routen, der Kosten und den Anforderungen an die Transportzeit abhängig. So bietet sich der Direktzugverkehr dann an, wenn durch Konsolidierung eine ausreichende Menge von Containern für den Transport zu einem gemeinsamen, aber eher selten nachgefragten Ziel bereitsteht. Handelt es sich um ein Ziel mit hoher

¹²⁰ Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 8

¹²¹ Vgl. Kotzab / Unseld (2010b), S. 10

¹²² Vgl. Kotzab / Unseld (2010a), S. 10

¹²³ Vgl. Kotzab / Unseld (2010b), S. 10

Nachfrage, dann stellt der Shuttleverkehr ein effizientes Produktionsverfahren dar. Das Hub-and-Spoke-System ist als eine Mischung aus Ganzzug- und Einzelwagenverkehren zu sehen, welches sich insbesondere dann anbietet, wenn die Anzahl der Wagen für einen Direktverkehr nicht ausreicht. Sind keine direkten Gleisanschlüsse beim Verloader bzw. Empfänger vorhanden, so muss der Transport über den KV Schiene-Straße erfolgen.

Ein Überblick über die Akteure im Schienengüterverkehr wurde in Abschnitt 3.2 gegeben. Für die Effizienz der Transportkette ist dabei die Vernetzung der beteiligten Akteure und Prozesse von entscheidender Bedeutung. So sind dem Reeder schon vor der Ankunft des Schiffes am Seehafen Informationen zur Beladung und zur ungefähren Ankunftszeit bekannt.¹²⁴ Wenn der Informationsfluss zwischen den Akteuren vom Seeschiff über die Seehafenterminals bis hin zu den EVU gesichert wäre, dann könnten die Umschlag- und eisenbahnbetrieblichen Prozesse bis zur Ausfahrt des Zuges aus dem Hafenumfeld geplant und so übermäßige Sicherheitspuffer im Hauptlauf auf der Schiene minimiert werden.¹²⁵ Der bessere Informationsfluss würde den EVU die Möglichkeit geben, Waggons zeitnah an den Terminals bereitzustellen oder Direktzüge rechtzeitig und bedarfsgerecht zu planen. Eine bessere Planbarkeit der Prozesse würde außerdem auch eine bessere Disposition der Zeitfenster zur Nutzung der Trassen und zur Abwicklung der TUL-Prozesse¹²⁶ in den Terminals ermöglichen. Folglich wird hierdurch die Transportkette komprimiert, was schließlich in einer kürzeren Transportzeit resultiert.¹²⁷ Das Konzept des AEGR knüpft an dieser Stelle an und könnte die Kooperation zwischen den Akteuren des Schienengüterverkehrs durch ein entsprechend großes Bahnnetzwerk mit weitreichenden Verbindungen ins Hinterland fördern. Dieser Punkt wird im folgenden Kapitel erneut aufgegriffen und in einem Zukunftsszenario dargestellt.

In Abschnitt 3.3 wurden verschiedene Umschlagsysteme vorgestellt. Diese sind in sämtlichen containerisierten Transportketten ein wichtiger Bestandteil, der wesentlichen Einfluss auf die Effizienz des gesamten Transportprozesses hat. So summieren sich Umschlagkosten und -zeiten entlang der Transportkette, sodass dem Umschlag selbst großes Optimierungspotential beizumessen ist.

Die Gegenüberstellung von Vertikal- und Horizontalumschlagsystemen hat gezeigt, dass die horizontale Verladung meist weniger leistungsfähig, langsamer und nur für geringe Ladevolumina einsetzbar ist, jedoch eröffnet hier das railroad®-System große Potentiale für die Bahn. Durch die Automatisierung der Umschlagprozesse kann die Umschlaggeschwindigkeit erhöht und so die Stillstandzeiten der Züge drastisch gekürzt werden, was insgesamt in einer höheren Wirtschaftlichkeit für die Bahnverkehre resultiert. Das automatisierte Handling der Container ermöglicht es zudem Züge direkt nach der Einfahrt ins Terminal im „stop-load-go“-Betrieb schnell und bedarfsgerecht zu be- und entladen, um sie so in der Weiterfahrt höher auszulasten. Der Vorteil dabei ist, dass Leerfahrten minimiert werden und so in der Summe weniger Züge die Schieneninfrastruktur belegen. Dadurch könnten weitere freie Slots für Schienengüterverkehre zu Verfügung gestellt werden, was dazu beitragen

¹²⁴ Vgl. Schönemann (2010), S. 31

¹²⁵ Vgl. Schönemann (2010), S. 33

¹²⁶ Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse

¹²⁷ Vgl. Schönemann (2010), S. 31

würde, den Schienenanteil im containerisierten Seehafenhinterlandverkehr zu erhöhen. Daneben ermöglicht die Skalierbarkeit des raiload®-Systems einen an die Aufkommensentwicklung angepassten Einsatz in den Terminals, wodurch sich unnötig überhöhte Investitionen vermeiden ließen. Aus logistischer Sicht ist die Skalierbarkeit für den Schienengüterverkehr revolutionär: Wenn auf jeden Container an einem Zug ein TMS kommt, dann lässt sich dieser Zug innerhalb der Zeit eines Umschlages von ca. 2 Minuten komplett be- und entladen.¹²⁸ Sämtliche Akteure können von den Vorteilen dieses Systems profitieren und sie am Ende in Form von geringeren Preisen direkt an die Kunden weitergeben.

Allerdings sind für den flächendeckenden Einsatz noch hohe Investitionen und entsprechende Aus- und Umbauarbeiten an den Terminals, sowohl am Seehafen, als auch im Hinterland notwendig, welche allerdings hinsichtlich der steigenden Anzahl der Containerverkehre auf der Schiene gerechtfertigt sind.

Zur Erreichung des Eingangs formulierten Ziels von 50% Schienenanteil bei Containertransporten ins Hinterland, wurde in Abschnitt 4.1 das Konzept der raiload®-Knotenterminals vorgestellt, in dem die Ladeoperationen mit dem beschriebenen raiload®-Verfahren auf sämtliche intraterminalen Prozesse abgestimmt sind. Darauf aufbauend wurde das AEGR-Konzept beschrieben, welches zum Einen auf eine Entlastung der Seehäfen und zum Anderen auf die Vergrößerung des Einflussgebietes der Seehäfen abzielt, wodurch die Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten zwischen den Akteuren entlang der Transportkette verbessert werden sollen. Dies könnte sich insgesamt positiv auf die Preise, die Transportzeiten, die Flexibilität, die Planbarkeit und somit auf die Kundenzufriedenheit auswirken und so die Wettbewerbsfähigkeit der Bahn stärken. Die Folge wäre, dass der Schienengüterverkehr zunehmend auch für die breite Masse an Verladern mit geringem Containeraufkommen an Attraktivität gewinnen und eine gute Alternative zum Straßengüterverkehr darstellen würde.

Im folgenden Kapitel finden genau diese Konzepte im Rahmen eines Zukunftsszenarios Anwendung. Um die Effizienzsteigerung durch solche Konzepte auch messen zu können, soll vorher der containerisierte Seehafenhinterlandverkehr so dargestellt werden, wie er derzeit in Deutschland durchgeführt wird.

¹²⁸ Vgl. Unseld (2009), S. 4

5 MATERIALFLUSS EINES CONTAINERS IM SEEHAFENHINTERLANDVERKEHR¹²⁹

In diesem Kapitel wird der anfangs gestellten Frage nachgegangen, welche Prozesse ein Container auf seinem Transport von der Kaikante bis ins Hinterland und zurück durchläuft. Wichtig sind in diesem Zusammenhang sämtliche mit dem Container durchgeführten Aktionen, die dafür benötigten Zeiten und die beteiligten Akteure. Die Betrachtung beschränkt sich auf den Materialflussanteil des Containertransports. Aus forschungsökonomischen Gründen wird bei den dargestellten Szenarien nicht im Detail auf Leercontainer eingegangen. Zudem entfallen bei der Betrachtung sämtliche containerbezogene Zusatzdienstleistungen, wie Kontrollen, Reinigungen, Instandhaltungen und Reparaturen.

Die Untersuchung wird exemplarisch anhand der Destination Hamburg (HH) – Fürstenfeldbruck (FFB) durchgeführt. Zur Übersicht sind in Anhang E (S.XVI) beide Orte in einer Karte markiert. Der Grund für die Wahl des Hamburger Hafens als Ausgangs- und Endpunkt liegt vor allem in seiner Relevanz für den maritimen Containerverkehr in Deutschland und seiner guten Hinterlandanbindung über verschiedene Verkehrsträger.¹³⁰ Die Wahl von FFB als Zielort im Hinterland wird zum Einen damit begründet, dass sich aufgrund der weiten Transportstrecke neben dem LKW auch die Schiene als wettbewerbsfähiger Verkehrsträger anbietet. Zum Anderen ist FFB ein typischer, kompetitiver Ort im Hinterland, der sowohl mit dem LKW über die Autobahn, als auch über die Umschlagbahnhöfe München-Riem und Augsburg-Oberhausen auf der Schiene gut zu erreichen ist. Diese Route lässt es daher zu, allgemeingültige Rückschlüsse auf den containerisierten Seehafenhinterlandverkehr in Deutschland zu ziehen.

Untersucht werden drei Szenarien, die sich hinsichtlich der Verkehrsrelationen voneinander unterscheiden. Das Basisszenario ist wie folgt aufgebaut:

Ein Kunde in FFB erwartet ein Importgut aus Shanghai (China), welches in einem Container per Seeschiff zum Hamburger Seehafen transportiert wird. Das Seeschiff wird am 07.08.2011 um 21:15 am Container-Terminal Altenwerder (CTA) erwartet. Der Hinterlandtransport zum Kunden erfolgt in allen Szenarien unterschiedlich. Sobald der Container mit dem Importgut beim Kunden bereitgestellt wird, wird dieser entleert und im Anschluss in ein Leercontainerdepot transportiert. Hier endet der Seehafennachlauf. Am nächsten Tag ist ein Export in FFB geplant. Der vom Spediteur bereitgestellte Container wird mit den für den Export bestimmten Gütern beladen. Dieser Container soll nach Brasilien exportiert werden. Der Transport zum

¹²⁹ Die untersuchten Szenarien in diesem Kapitel beziehen sich auf Interviews mit Herrn Unseld. U.a. sind Angaben zu den Prozessabläufen und -zeiten das Ergebnis dieser Interviews.

¹³⁰ Die Containerumschlagsleistung des Hamburger Hafens betrug im Jahr 2010 7,9 Mio. TEU (Vgl. Hafen Hamburg Marketing e.V. (2010))

Seehafen Hamburg erfolgt auch hier in allen Szenarien unterschiedlich. Am Container-Terminal Burchardkai (CTB) wird der Container schließlich auf das Schiff geladen. Die Abfahrt des Seeschiffes in Richtung Santos (Brasilien) erfolgt am 18.07.2011 um 21:00 Uhr.

Der Betrachtungsrahmen für den Materialfluss des Containers reicht vom Import an der Kaikante am CTA über den Hinterlandtransport bis nach FFB zum Empfänger und zurück vom Verloader in FFB in Exportrichtung bis hin zur Kaikante am CTB. Dabei wird der Materialfluss in die Verantwortungsbereiche der Akteure unterteilt.

Folgende drei Szenarien sollen untersucht werden:

- Szenario 1: KV Schiene-Straße Direktverkehr
- Szenario 2: LKW Direktverkehr
- Szenario 3: Richtungsverkehr über ein AEGR und railroad®-KT's

Die Szenarien 1 und 2 stellen den aktuellen Materialfluss im Seehafenhinterlandverkehr dar. Dabei werden nur Normalfälle betrachtet. Besonders eilbedürftige Sendungen, Verkehre außerhalb der Fahrpläne, Staus und sonstige Umwelteinflüsse sind nicht Teil der Betrachtung.

Bei Szenario 3 hingegen handelt es sich um ein Zukunftsmodell für den Seehafenhinterlandverkehr, das in der Form noch nicht durchgeführt wird.

Die Grundlage für die erhobenen Daten bilden die Interviews mit Herrn Unseld. Die Ankunfts- und Abfahrtszeiten der Züge und Schiffe wurden aus Fahrplänen entnommen, die sich auf den Zeitraum 07.07.2011 bis 18.07.2011 beziehen. Die Entfernungsangaben auf der Schiene wurden mit DIUM ermittelt, die auf der Straße basieren auf den Routenplaner von NAVTEQ MAP24.

In Tabelle-8 sind sämtliche Akteure aufgelistet, die in den Szenarien 1 und 2 am Materialfluss des Containers beteiligt sind.

Akteur	Unternehmen	Funktion
Hafenterminal	HHLA Container-Terminal Altenwerder (CTA)	Umschlag Ship-to-Shore, Lagerung
Hafenterminal	HHLA Container-Terminal Burchardkai (CTB)	Umschlag Shore-to-Ship, Lagerung
Eisenbahnverkehrsunternehmen	TXLogistik	Schienentransport
Eisenbahnverkehrsunternehmen	TFG Transfracht	Schienentransport
Speditionsunternehmen	Allied Forwarding	Straßentransport
Bimodales Hinterlandterminal	DUSS Ubf München-Riem	Umschlag Schiene-Straße, Lagerung
Bimodales Hinterlandterminal	DUSS Ubf Augsburg-Oberhausen	Umschlag Straße-Schiene, Lagerung
Empfänger und Verloader in FFB	Güntner AG	Benötigt Transportleistung

Tabelle-8: Beteiligte Akteure in den Szenarien 1 und 2

Quelle: Eigene Darstellung

In den folgenden drei Abschnitten erfolgt eine kurze Beschreibung der Szenarien. Die Prozesse des Materialflusses in den Szenarien werden in Flussdiagrammen dargestellt, in denen die Verantwortungsbereiche der einzelnen Akteure klar voneinander getrennt sind. Dabei werden die Szenarien jeweils in den Seehafennachlauf (Import) und -vorlauf (Export) unterteilt. Zu jedem Flussdiagramm gibt es eine Prozesstabelle, die die Prozesszeiten zu den einzelnen Prozessen und dazugehörige Beschreibungen enthält.

5.1 Szenario 1: KV Schiene-Straße Direktverkehr

In diesem Szenario wird der Hinterlandtransport über den KV Schiene-Straße durchgeführt. In Importrichtung verkehrt der Zug von TXLogistik als Direktzug vom CTA über den Hafenbahnhof Alte Süderelbe bis zum Ubf München-Riem. Der Nachlauf auf der Letzten Meile zwischen Ubf München-Riem und der Güntner AG, dem Empfänger in Fürstenfeldbruck, wird mit dem LKW der Spedition Allied Forwarding durchgeführt. Für den Export wird der Container von FFB per LKW zum Ubf Augsburg-Oberhausen transportiert und im Anschluss per Direktzug der Transfracht zurück über den Hafenbahnhof Alte Süderelbe zum CTB befördert, wo schließlich die Schiffsverladung durchgeführt wird.

Die Flussdiagramme sowie die dazugehörigen Prozesstabellen sind in Anhang F ab S. XVII zu finden.

5.2 Szenario 2: LKW Direktverkehr

Im Gegensatz zum vorigen Szenario erfolgt der Transport hier unimodal auf der Straße. Für den Import stellt die Spedition Allied Forwarding am CTA einen LKW bereit, wo dieser mit dem Container beladen wird. Der Transport wird im Direktverkehr vom CTA zur Güntner AG, dem Empfänger des Containers in FFB, durchgeführt. Analog dazu erfolgt in umgekehrter Reihenfolge der Export des Containers von FFB zum CTB auf der Straße.

Die Flussdiagramme sowie die dazugehörigen Prozesstabellen sind in Anhang G ab S. XXI zu finden.

5.3 Szenario 3: Richtungsverkehr über ein AEGR und railroad®-KT's

In diesem Abschnitt soll ein Modell entwickelt und in einem Zukunftsszenario für das Jahr 2025 betrachtet werden, in dem deutschlandweit mindestens 50% der Containertransporte ins Seehafenhinterland auf der Schiene durchgeführt werden. Die Herausforderung dabei besteht darin, dass nicht nur der Schienenanteil gesteigert wird, sondern auch insgesamt das Containerverkehrsaufkommen steigen wird.¹³¹ Der erste Ansatz dazu liegt darin, mehr Flexibilität auf die Schiene zu bringen.¹³² Dies soll dadurch erreicht werden, dass die Containertransporte über ein zukünftiges landesweites Netzwerk aus Knotenterminals im von Unseld (2011a) beschriebenen Richtungsbahnverkehr durchgeführt werden. Sämtliche Terminals in diesem Szenario sind nach dem von Unseld (2011c) vorgeschlagenen Knotenterminal-Layout aufgebaut und verfügen über das automatisierte railroad®-Umschlagsystem.

In diesem Szenario wird angenommen, dass die Verzollung der Container bereits beim Versender, bzw. vom im Versandort ansässigen Zollagenten durchgeführt wird und die importierten Container am AEGR stichprobenartig geprüft werden. Die Ship-to-Shore Prozesse laufen hier analog zu den vorigen Szenarien ab. Im Seehafenterminal wird zwischen Containerladungen auf destinationsreinen und vollgeladenen Direktzügen und sonstigen Containerladungen, die über Richtungsverkehre in eine Vorzugsrichtung gefahren werden, unterschieden. Da sämtliche Container für den Richtungsverkehr

¹³¹ Vgl. ISL (2010), S. 91

¹³² Interview Unseld (03.09.2011)

den Hafen entweder über teilbeladene Streckenzüge oder über Shuttlezüge verlassen, die zwischen dem CTA und einem AEGR südlich von Hamburg in Maschen verkehren, sind am Hafen kaum Wagenbildungsaktivitäten erforderlich. Vor der Beladung des Shuttlezuges erfolgt eine Vorsortierung der Container nach ihren Vorzugsrichtungen. Da die aus dem AEGR rausfahrenden Züge im Richtungsverkehr eine Vielzahl südgehender Transportrelationen abdecken, können dort weitere Sortierprozesse gering gehalten werden. Dadurch können die Container, die ihr Ziel im Süden haben, direkt auf richtungsreine Züge umgeladen werden. Dies führt dazu, dass die Zeit für eine Zwischenlagerung am Terminal minimiert wird oder zur Pufferung von Containern genutzt werden kann. Dabei werden die Züge bis zu ihrer maximalen streckenbezogenen Maximalauslastung beladen. Auf diese Weise können Transferzeiten erreicht werden, die mit denen des Straßengüterverkehrs vergleichbar sind, jedoch zu günstigeren Preisen angeboten werden können.

Zwischen dem AEGR in Maschen und dem Empfangsterminal in Augsburg-Oberhausen liegen auf der Bahnstrecke entlang der Nord-Süd-Achse Deutschlands sechs nach Erfordernis jedes Containers anfahrbare Knotenterminals, die mit „stop-load-go“-Lagesystemanlagen ausgestattet sind. Diese Knotenterminals und der Schienen- und Straßenverlauf entlang der A7, bei Bebra entlang der B27, sind in der Übersichtskarte in Anhang E (S.XVI) dargestellt. In den Boxen ist die Entfernung zum jeweils vorgelagerten Terminal in Importrichtung auf der Straße und auf der Schiene angegeben. Die Hauptkriterien für die Standortwahl der Knotenterminals liegen in der bereits existierenden Infrastruktur, den regionalen Entwicklungsstrategien, den Friktionskosten und der Umsetzbarkeit am potentiellen Standort.¹³³ Über die Knotenterminals können auch die West-Ost-Verkehrsachsen angebunden werden, wodurch sich das Netzwerk weiter verdichtet und die Züge höher ausgelastet werden können.

Nach UBA (2010) ist bis ins Jahr 2025 vermehrt mit Engpassstellen im deutschen Schienennetz zu rechnen. Insbesondere entlang der Nord-Süd-Achse von Hamburg bis Passau ist eine hohe Störanfälligkeit zu erwarten, da auf einigen Streckenabschnitten bis zu 90% der Kapazitäten verbraucht sein werden.¹³⁴ Auch auf der Straße, insbesondere entlang der A7, an die auch die Knotenterminals angrenzen, sind bereits jetzt vermehrt Engpässe festzustellen.¹³⁵ Das intelligente Netzwerk aus Knotenterminals ist in der Lage, schnell und im Tagesverlauf flexibel auf solche Störungen im Verkehrssystem zu reagieren. Durch eine verkehrsfreundliche co-modale Disposition der Containersendungen soll der Transportbedarf verkehrsgerecht über die verfügbaren Verkehrsträger auf einer großen Fläche gestreut werden, mit dem Ziel, so der Engpassbildung auf der Straße und Schiene entgegenzuwirken. Dazu wird vor den kurzen Zwischenhalten der Züge an den co-modalen Knotenpunkten geprüft, welcher Container seinen Transport in welcher Form am effizientesten fortsetzen kann. Dabei ist allgemein zwischen zeit- und kostenkritischen Sendungen zu differenzieren. So werden bei kurzen Zwischenhalten an den Knotenterminals zeitkritische Sendungen auf stark frequentierten und engpassgefährdeten Trassenabschnitten von der Schiene auf die Straße verlagert und gegen Mehrkosten direkt zum Empfänger zugestellt. Bei kostenkritischen Sendungen hingegen wird der Transport mit

¹³³ Vgl. Kotzab / Unseld (2011), F. 14

¹³⁴ Vgl. UBA (2010), S. 60

¹³⁵ Vgl. IVU 2030 (2011)

dem Zug fortgesetzt, da hier Verzögerungen im Transport sekundär sind. Zudem ergänzen weitere Container den Zug, die ebenfalls kosten- und nicht zeitkritisch sind und tragen so zu einer höheren Auslastung der eingesetzten Züge bei. Allgemein gilt, falls ein Weitertransport auf der Straße oder über einen anderen Zug den anstehenden Transport besser bedienen kann, wird der Container am Knotenterminal abgeladen, um den Transport auf dem entsprechend passenden Verkehrsträger fortzusetzen. Umgekehrt werden Container auf den Zug geladen, die ihr Ziel durch einen Weitertransport mit dem in das Knotenterminal einfahrenden Zug effizienter erreichen können. Auf der Strecke werden im Durchschnitt 10 Prozent, jedoch maximal 30 Prozent der Container ausgetauscht. Dabei erfolgen sämtliche Umladeoperationen mit dem *raiload*[®]-Verfahren, sodass die Zwischenhalte kurz gehalten werden können und der Zug nach dem Containertausch die Fahrt direkt fortsetzen kann.

In Exportrichtung, vom Hinterland zu den Nordsee-Häfen, weisen die Container, im Gegensatz zu den Importverkehren, eine geringere Zielstreuung auf, da hauptsächlich die Containerterminals in Bremerhaven, Hamburg und am noch im Bau befindlichen JadeWeserPort für den seeseitigen Export in Frage kommen. Dieser Umstand erfordert hinsichtlich der zu erwartenden großen Containerströme bis ins Jahr 2025 eine automatisierte sequenzielle Disposition der Verkehre, die bis zu den Stauplänen der Seeschiffe reichen, die sich in ihrem Dispositionshorizont wiederum mit denen anderer Schiffe überlagern können.¹³⁶ Dadurch, dass in diesem Netzwerk sämtliche Akteure der Transportkette, vom Seehafen über das AEGR bis hin ins Hinterland, miteinander vernetzt sind, ist der für dieses Vorhaben nötige Informationsfluss gesichert. Die dadurch gegebene interterminale Kommunikation ermöglicht zudem, dass der Pufferungs- und Lagerbedarf gezielt über eine Vielzahl von Knotenterminals verteilt werden kann, falls witterungsbedingt die Schiffsankunftszeiten nicht eingehalten werden können. Auf diese Weise könnte bedarfsgerecht und intelligent disponiert werden, um der Entstehung von Engpässen in den Lagern der Hafenterminals entgegen zu wirken. Das gesamte Bahnnetzwerk ist so in der Lage, schnell und flexibel auf Verzögerungen im System zu reagieren, was beim gesetzten Ziel von 50% Bahnanteil im Hinterlandtransport von Containern auch zwingend erforderlich ist.

Es werden nicht alle Knotenterminals auf der Strecke angefahren. Dies erfolgt je nach Bedarf und wird dementsprechend bei den Nord-Süd fahrenden Richtungsbahnen vor Fahrtbeginn eingeplant. In diesem Szenario findet lediglich an jedem zweiten Knotenterminal ein Zwischenhalt statt, sodass insgesamt drei Knotenterminals angefahren werden. Zudem verkehren aufgrund des hohen Transportbedarfs die Richtungsbahnen auch am Wochenende, um die Kapazitäten voll auszunutzen.

Alle Knotenterminals verfügen mindestens über die Grundausstattung, welche eine Bahnladezone mit 6 Ladeanlagen, ein integriertes Blocklager für etwa 2.500 TEU pro Block, ein intra-terminales Transportsystem über die gesamte Bahnlänge, ein Pufferlager und eine terminaleigenen Ladezone für LKW umfasst.

¹³⁶ Interview Unseld (08.09.2011)

Das AEGR verfügt über 3 Ladegleise, wovon eines als Reservegleis Anwendung findet. In diesem Szenario wird angenommen, dass die Import- und Exportverkehre am AEGR den gleichen Umfang haben, sodass kein Ungleichgewicht ausgeglichen werden muss.

Die Flussdiagramme und die dazugehörigen Prozesstabellen sind in Anhang H ab S. XXI zu finden. Es ist anzumerken, dass es sich bei den Prozesszeiten um theoretische Werte handelt, da der Seehafenhinterlandverkehr bisher nicht in dieser Form durchgeführt wird.

5.4 Ergebnisse

Die untersuchten Szenarien haben einen detaillierten Einblick in den Materialfluss im containerisierten Seehafenhinterlandverkehr gegeben. Bei der Gegenüberstellung der Szenarien 1 und 2 wird deutlich, dass beim Containertransport über den KV Schiene-Straße wesentlich mehr Einzelprozesse durchlaufen werden müssen als beim Direktverkehr mit dem LKW. Fehlende Abstimmungen zwischen den Akteuren führen so zu langen Stillstandszeiten entlang der Transportkette. Insbesondere Aktivitäten zur Beladung des Zuges oder Rangiervorgänge zur Zugbildung und -auflösung sind sehr zeitintensiv und erfordern dazu systembedingt lange Vorlauf- und Wartezeiten. Der LKW hingegen ist organisatorisch einfacher zu handhaben, da sobald der Container den Hafen verlässt, nur ein Akteur für den Transport verantwortlich ist. Zudem ist auf der Straße der gesamte Transport von Fahrplänen unabhängig, wodurch längere Warte- und Lagerzeiten in den Terminals entfallen, sodass die Disposition auch flexibler an die Kundenanforderungen angepasst werden kann.

In Szenario 3 wird der Containertransport im Richtungsverkehr durchgeführt. Nach dem Ship-to-Shore-Prozess erfolgt eine Sortierung der Container nach ihren Vorzugsrichtungen. Bereits nach einer kurzen Pufferung am Seehafenterminal werden die Container über den Shuttleservice zum AEGR transportiert, was insgesamt zu einer Entlastung des Seehafens führt. Dadurch ist das Wachstum des Seehafens nicht mehr von der Kapazität seiner Lager abhängig. Aufgrund der hohen Gütermengen, die im Szenario bezogen auf das Jahr 2025 deutschlandweit zu 50% über die Schiene transportiert werden sollen, müssen dementsprechend regelmäßige, insbesondere südwärts gehende Fahrten angeboten werden. Somit ist auch der Richtungsbahnverkehr an Fahrpläne gebunden, jedoch können dadurch, dass die Knotenterminals entlang der Hauptverkehrsroute in den Süden Deutschlands liegen, sehr hohe Zugfolgefrequenzen angeboten werden, wodurch sich die Wartezeit auf einen freien Zug auf ein Minimum verkürzt und zudem der Schienengüterverkehr an zeitlicher Flexibilität dazugewinnt. Hinzukommt, dass sämtliche Wagenbildungsaktivitäten am AEGR entfallen, da die Züge in festen Zusammensetzungen zwischen AEGR und den Knotenterminals verkehren. Auch das Be- und Entladen der Züge kann durch das *raiload*[®]-Verfahren in kurzer Zeit erfolgen, wodurch die Gleisbelegungszeiten am AEGR und in den Knotenterminals sehr kurz gehalten werden können. Diese freien Kapazitäten können dann für weitere Züge genutzt werden, wodurch der Auslastungsgrad der Infrastruktur gesteigert werden kann.

In Tabelle-9 sind die Containertransferzeiten aus den drei Szenarien enthalten. Bei der Containertransferzeit handelt es sich um die Zeit, die für den Transfer des Containers von der ersten Beladung des Verkehrsmittels bis einschließlich zur letzten Entladung vom letzten Verkehrsmittel am Zielort

benötigt wird. Dabei werden lediglich systembedingte Zwischenlagerungen und Wartezeiten berücksichtigt. Die in den Prozesstabellen zu den Flussdiagrammen gelb markierten Prozesszeiten ergeben in ihrer Summe die Containertransferzeit.

Szenario	Flussrichtung	Transportstrecke * ¹ [km]	Container- transferzeit * ¹ [h]	Ø-Geschw. [km/h]	Ø-Geschw. bzgl. Luftlinie * ² [km/h]
Szenario 1 LKW	Import über A7	790,00	24,33	32,47	24,74
	Export über A7		24,42	32,35	24,66
Szenario 2 KV Schiene-Straße	Import über Ubf München-Riem	833,00	28,75	28,97	20,94
	Export über Ubf Augsburg-Oberhausen	767,00	43,92	17,46	13,71
Szenario 3 Richtungsverkehr	Import über KT Augsburg-Oberhausen	792,00	22,95	34,51	26,23
	Export über KT Augsburg-Oberhausen		22,55	35,13	26,70

*¹ Werte beziehen sich beim Import auf die Strecke CTA → Güntner AG (FFB) und beim Export auf die Strecke Güntner AG (FFB) → CTB, inkl. aller systembedingten Warte- und Lagerzeiten jeweils von der ersten Beladung bis zur letzten Entladung des Verkehrsmittels.

*² Luftlinie: 602 km

Tabelle-9: Containertransferzeiten im Vergleich

Quelle: Eigene Darstellung; Entfernungsdaten basieren auf DIUM und NAVTEQ MAP24

In den Szenarien unterscheiden sich die Transportstreckenlängen voneinander, weil der Transport über unterschiedliche Routen erfolgt und dabei verschiedene Verkehrsträger einbezogen werden. Aus der Tabelle geht hervor, dass der Containertransport am schnellsten über den Richtungsverkehr durchgeführt werden kann. Dabei ist die Containertransferzeit in Export- und Importrichtung in etwa gleich. Der LKW Direktverkehr liegt bei der Untersuchung hinsichtlich der Containertransferzeit hinter dem Richtungsverkehr. Dabei handelt es sich jedoch um einen groben Mittelwert, in den sämtliche Verzögerungen durch Staus und einzuhaltende Ruhezeiten des Fahrers einbezogen sind. Es ist anzumerken, dass mit dem LKW auch ein wesentlich schnellerer Transport in etwa 12 h durchführbar wäre, jedoch stellt dies nicht den Normalfall dar, da gegen Aufpreis ein Zweitfahrer bereitgestellt werden müsste. Am längsten ist die Transferzeit über den KV Schiene-Straße. Auffällig dabei ist, dass in Exportrichtung der reine Containertransfer, trotz der kürzeren Transportstrecke, um ca. 11,5 h länger dauert. Dies erklärt sich durch die starre Bindung an die Fahrpläne auf der Schiene, nach denen sich sämtliche Prozesse zu richten haben. So muss der Container systembedingt über 15 h am Ubf Augsburg-Oberhausen zwischengelagert werden. Folglich handelt es sich bei den Containertransferzeiten nicht um allgemeingültige Werte, da diese durch äußere Faktoren stark variieren können.

Die Verkehrszahlen in Szenario 3 basieren auf die in UBA (2010) prognostizierten Werte. Demnach sind bis 2025 insgesamt 370 ein- und ausfahrende Güterzüge in Hamburg zu erwarten. Wenn diese Schienengüterverkehre jeweils zu einem Drittel über den EWW, den KV (inkl. Direktverkehre) und über den Richtungsverkehr durchgeführt werden und von 20 Betriebsstunden pro Tag ausgegangen wird, ist vom AEGR ausgehend für Richtungsverkehre eine Zugfolgezeit von ca. 20 Minuten pro Richtung zu erwarten (siehe Tabelle-10). Dies bedeutet, dass die Strecke bis zum ersten Knotenterminal

sehr hoch frequentiert ist, sodass zwischen dem AEGR und den Knotenterminals in Seehafennähe die Schiene große Marktanteile des LKW übernehmen könnte. Das große Marktpotential für die Schiene wird dadurch deutlich, dass im Jahr 2008 im Durchschnitt nur rund 12 % der an Hamburg angrenzenden Bundesländer vom Hamburger Hafen aus über die Schiene bedient wurden.¹³⁷

Parameter	ab HH	ab Hannover bis Fulda	Ost-West-Achse
Zugzahlen pro Tag	370	320	100
- Anteil EWW	33%	33%	33%
- Anteil KV und Direktverkehre	34%	34%	17%
- Anteil Richtungsverkehre	33%	33%	50%
Betriebsstunden pro Tag	20	20	20
Zugzahlen Richtungsverkehr pro Tag	122,10	105,60	50,00
Ø-Zugzahlen pro Stunde	6,11	5,28	2,50
Zugfolgezeit [Minute]	9,83	11,36	24,00
Zugfolgezeit pro Richtung [Minute]	19,66	22,73	48,00

Tabelle-10: Zugzahlen zu Szenario 3

Quelle: Interview Unseld (10.09.2011); Basierend auf Daten von UBA (2010)

Die hohe Zugfolgefrequenz bleibt von Hannover bis Fulda erhalten, sodass auch Gebiete in 200-300 km Entfernung mit einer hoch frequentierten Schienenverbindung angebunden werden können. Darüber hinaus könnten über die Knotenterminals auch die Ost-West Verkehrsachsen angebunden werden. Nach UBA (2010) wird im Jahr 2025 entlang der Ost-West Achse in Deutschland ein Bedarf an 100 Zügen pro Tag bestehen, welcher mit einem Anteil von 50% im Richtungsverkehr durchgeführt werden könnte. Nach den Berechnungen in Tabelle-10 ist dann mit einer Zugfolgezeit von 48 Minuten pro Richtung zu rechnen. Demnach wäre es möglich, in Deutschland ein flächendeckendes Netz aus Richtungsverkehren aufzubauen, in dem die Hinterlandregionen der angebundenen Seehäfen über die Schiene mit hochfrequentierten Zugfolgen bedient werden könnten. Dadurch könnte der Schienengüterverkehr sein Leistungsprofil hinsichtlich der Netzbildungsfähigkeit und der räumlichen Flexibilität verbessern und so seine Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem LKW massiv steigern.

Durch den Transport im Richtungsverkehr erreicht der Container somit nicht nur am schnellsten sein Ziel, es werden zudem mehrere Terminals angefahren. Somit decken die Richtungsbahnen durch die Konsolidierung unterschiedlicher Containersendungen mit hoher Zielstreuung größere Hinterlandregionen ab. Bei den Zwischenhalten an den Knotenterminals entlang der Transportroute, bietet es sich bei noch freien Kapazitäten auf den Containertragwagen an, auch Container aufzuladen, die ihr Ziel in der Nähe des nächsten auf der Route liegenden Knotenterminals haben. Dies würde auf den kurzen Strecken zum Einen eine kostengünstige Alternative zum LKW darstellen und dadurch die Straße entlasten und zum Anderen zu einer höheren Auslastung der Züge entlang der gesamten Transportstrecke führen. Der Richtungsverkehr würde sich somit sowohl auf großen als auch auf kurzen Distanzen anbieten.

¹³⁷ Errechnet aus den Werten in ISL (2010), S. 17

6 SCHLUSSFOLGERUNG

Im Rahmen dieser Arbeit sollte unter anderem die Frage geklärt werden, wie die Wettbewerbs- und Leistungsfähigkeit der Schiene und dadurch ihr Anteil im Modal Split des containerisierten Seehafen-hinterlandverkehrs auf der Grundlage von railroad®-Knotenterminals und Advanced Extended Gateways for Rail gesteigert werden könnte.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde zunächst eine Ist-Aufnahme des Materialflusses im containerisierten Seehafenhinterlandverkehr durchgeführt. So konnten die Abläufe visualisiert und dadurch die Schwachstellen in den aktuellen Systemen verdeutlicht werden. Im Anschluss dazu wurde ein Modell für den Schienengüterverkehr im Jahr 2025 entwickelt, in dem die Konzepte der railroad®-Knotenterminals und Advanced Extended Gateways for Rail Anwendung finden. In diesem Zukunftsmodell werden die Containertransporte über Hochleistungsbahnnetzwerke im Richtungsverkehr durchgeführt. So sollte in diesem Zusammenhang untersucht werden, wie mit diesem Modell der Schienenanteil im Seehafenhinterlandverkehr auf 50 Prozent gesteigert werden könnte und inwiefern sich die Umsetzung eines solchen Systems auf die Produktivität des Schienengüterverkehrs im Seehafenhinterland auswirken würde.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass durch die Einbindung der railroad®-Technologie und der Einführung der Richtungsbahnverkehre in den Schienengüterverkehr große Produktivitätsgewinne zu erzielen wären. Im Schnitt wären mit dem dargestellten Modell höhere Containertransferzeiten als beim LKW Direktverkehr zu erzielen. Dies ist nur durch eine intelligente Disposition möglich. Dabei werden die Transportleistungen nach co-modalem Prinzip erbracht, wobei alle für den Transport des Containers verfügbaren Kapazitäten berücksichtigt werden. Dies führt nicht nur dazu, dass die bestehende Infrastruktur bestmöglich ausgelastet wird, sondern auch die verfügbaren Kapazitäten auf den Verkehrsmitteln. So könnte die Transportleistung speziell auf die Anforderungen der Kunden hinsichtlich der Kosten, der erforderlichen Transportgeschwindigkeit und der zu erbringenden Services zugeschnitten werden.

Mit einer entsprechend hohen Frequentierung der Zugfolgen auf bestimmten Gleisabschnitten, könnte in Deutschland ein flächendeckendes Netz aus Richtungsverkehren aufgebaut werden. So ließe sich der containerisierte Seehafenhinterlandverkehr mit entsprechenden Investitionen flächendeckend, schnell und vor allem preisgünstig zu 50 Prozent auf die Schiene verlagern. So sind hierfür besonders noch Investitionen in die Aufrüstung von herkömmlichen Hinterlandterminals zu automatisierten railroad®-Knotenterminals, in den Aufbau von Advanced Extended Gateways for Rail in Seehafennähe und in die Infrastruktur, dabei insbesondere in Informations- und Kommunikationstechnologien zur Errichtung von großen Hinterlandnetzwerken notwendig. Zudem muss nach den Prognosen der UBA (2010) in Zukunft vermehrt mit Engpässen entlang der Hauptverkehrsrouten auf der Schiene, insbesondere entlang der Nord-Süd-Achse Deutschlands gerechnet werden. Durch einen Ausbau der Verkehrsinfrastruktur könnten nicht nur die Engpässe gelöst werden, es würde zudem

zusätzlicher Verkehr induziert werden, der ohne den Ausbau nicht entstehen würde.¹³⁸ Diese Aufrüstung könnte darüber hinaus zu einer Steigerung des Leistungsprofils der Schiene führen und ihre Flexibilität in räumlicher und zeitlicher Dimension stark ausweiten. Der Richtungsverkehr würde einen Containertransport auf der Schiene mit kurzen Vorlaufzeiten ermöglichen und zudem die Wahl der Schiene als Verkehrsträger sowohl auf großen, als auch auf kurzen Distanzen attraktiver machen und so ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem LKW massiv steigern.

Das vorgestellte Modell richtet sich dabei auch völlig nach den Erwartungen der Akteure des heutigen KV. So wurden im Rahmen der Marktumfrage „KV Spot“ verschiedene Akteure des KV nach ihren Erwartungen bzgl. des KV befragt. Tabelle-11 fasst die Ergebnisse zusammen.

Entscheidungskriterien	Erwartung (Rang)	Erfüllung (Rang)
Zuverlässigkeit (regelmäßig, pünktlich)	1	8
Planbarkeit	2	7
Preis	3	5
Kundenservice	4	15
Sicherheit	5	1
Späte Annahme möglich	6	10
Angebot Gefahrtgut	7	3
Kurze Transportzeiten	8	6
Tracking and Tracing	9	12
Räumliche Nähe zum Terminal	10	4

*Tabelle-11: KV Anspruch und Leistung
Quelle: Eigene Darstellung nach Klotz (2011), S. 1*

Das Ergebnis zeigt, dass von den Befragten hinsichtlich der Zuverlässigkeit, der Planbarkeit und des Preises die höchsten Erwartungen an den KV gestellt werden. Genau hierin liegen auch die Stärken des im Szenario dargestellten Richtungsverkehrs. Durch die hohen Zugfolgefrequenzen und der automatischen Abwicklung vieler Prozesse erfüllt der Richtungsverkehr in vielerlei Hinsicht die Entscheidungskriterien bzgl. der Zuverlässigkeit und Planbarkeit. Durch die automatische und schnelle Be- und Entladung der Züge an den Terminals, könnten die Stillstandszeiten und damit die Kosten und die Transportzeiten gering gehalten werden. Hinzukommt, dass insgesamt die Züge höher ausgelastet werden könnten, wodurch der Preis in Zukunft weiter sinken sollte, da der Fixkostenanteil dauerhaft über eine größere Menge an Sendungen verteilt werden könnte. Auch in den restlichen Entscheidungskriterien kann das vorgestellte Modell den Erwartungen der Akteure gerecht werden.

Somit bietet das dargestellte Modell durchaus die Möglichkeit, den Schienenanteil im Seehafenhinterlandverkehr auf 50 Prozent zu steigern und dabei noch die Effizienz des Schienengüterverkehrs zu erhöhen. Das im Szenario durchgespielte Modell richtet sich zudem nach den Erwartungen der Akteure des KV, sodass zu erwarten ist, dass auch dieses System in Zukunft positiv angenommen wird. Jedoch wird sich ein solches System ohne größere Investitionen in der Zukunft nicht umsetzen lassen.

¹³⁸ UBA (2005), S. 46 ff.

ANHANG

ANHANG A: ISO-CONTAINER UND DIE CONTAINERISIERUNG.....	VI
ANHANG B: CHARAKTERISTIKEN DER VERKEHRSTRÄGER	VIII
ANHANG C: KLASSIFIZIERUNG VON TRANSPORTKETTEN	XIII
ANHANG D: RAILOAD® BAHNLADESYSTEM MARK 2	XV
ANHANG E: ÜBERSICHTSKARTE ZU SZENARIO 3	XVI
ANHANG F: FLUSSDIAGRAMME UND PROZESSTABELLEN ZU SZENARIO 1.....	XVII
ANHANG G: FLUSSDIAGRAMME UND PROZESSTABELLEN ZU SZENARIO 2.....	XXI
ANHANG H: FLUSSDIAGRAMME UND PROZESSTABELLEN ZU SZENARIO 3.....	XXV

ANHANG A: ISO-CONTAINER UND DIE CONTAINERISIERUNG

Die Erfindung des Containers im Jahre 1956 als Großbehälter für die land- und seeseitige Beförderung von Gütern, hat den Güterverkehrsmarkt revolutioniert. Vor allem der Seetransport hat sehr stark von dieser Erfindung profitieren können, da bis zur Einführung des Containers das Stückgut am Seehafen in sehr zeitintensiven Arbeitsgängen einzeln geladen und gestaut werden musste. Auch für den kontinentalen Transport war der Container von großer Bedeutung, da nun ohne ein arbeitsintensives Verladen einer Vielzahl von Ladungsstücken, sondern lediglich eines einzelnen Containers, der Wechsel des Verkehrsmittels vom Schiff auf Binnentransportmittel wie LKW, Binnenschiff oder Bahn möglich wurde.

Definiert wird der Container im Norm-Entwurf ISO 830 [1] „ISO Container Terminologie“ wie folgt:

„Der Container ist ein Transportbehälter, der

- a) von dauerhafter Beschaffenheit und daher genügend widerstandsfähig für den wiederholten Gebrauch ist,*
- b) besonders dafür gebaut ist, den Transport von Gütern mit einem oder mehreren Transportmitteln ohne Umpacken der Ladung zu ermöglichen,*
- c) für den mechanischen Umschlag geeignet ist,*
- d) so gebaut ist, dass er leicht be- und entladen werden kann,*
- e) einen Rauminhalt von mindestens 1 m³ hat.*

Fahrzeug und Verpackung sind nicht Container.

ISO-Container: ein Container, der alle zutreffenden, zur Zeit seiner Herstellung bestehenden ISO-Normen erfüllt.“

Der Standardcontainer mit einer Länge von 20 Fuß¹³⁹ hat sich weltweit als Volumenmaßzahl mit der Einheit „Twenty Foot Equivalent Unit“ (kurz TEU) durchgesetzt, mit der häufig die Ladefähigkeit von Containerschiffen und die Umschlagmengen in Seehäfen angegeben werden. Durch den Einsatz des Containers und den sich daraus ergebenden Kostenreduktionen für den Transport, wurde es auch möglich geringwertigere Güter zu versenden. Als Reaktion der Reedereien auf das Wachstum des weltweiten Containerverkehrs, wurden immer größere Containerschiffe eingesetzt. Durch die Verfügbarkeit von höheren Ladekapazitäten auf den Schiffen, kann zum Einen das Decken der steigenden Nachfrage auch in Zukunft bei hohen Auftragszahlen sichergestellt werden. Zum Anderen bieten höhere Kapazitäten die Möglichkeit, durch das Ausnutzen von Skaleneffekten die Emissionen, aber auch die Transportkosten pro TEU zu senken und so die Einsparung über Preissenkungen an die Kunden weiterzugeben.¹⁴⁰ So hat die Unternehmensberatung *Drewry Shipping Consultants* errechnet,

¹³⁹ 1 Fuß entspricht 12 Inch. 1 Inch entspricht 2,54 cm.

¹⁴⁰ Vgl. Cullinane / Khanna (2000), S. 188

dass die Nutzung von Schiffen mit einer Traglast von 10.000 TEU pro Container 50 Prozent günstiger sind, als die Nutzung von Schiffen mit einer Ladekapazität von 4.000 TEU, wobei der gleiche Auslastungsgrad vorausgesetzt wird.¹⁴¹

Abbildung-11 stellt das Größenwachstum von Containerschiffen seit der ersten Generation dar.

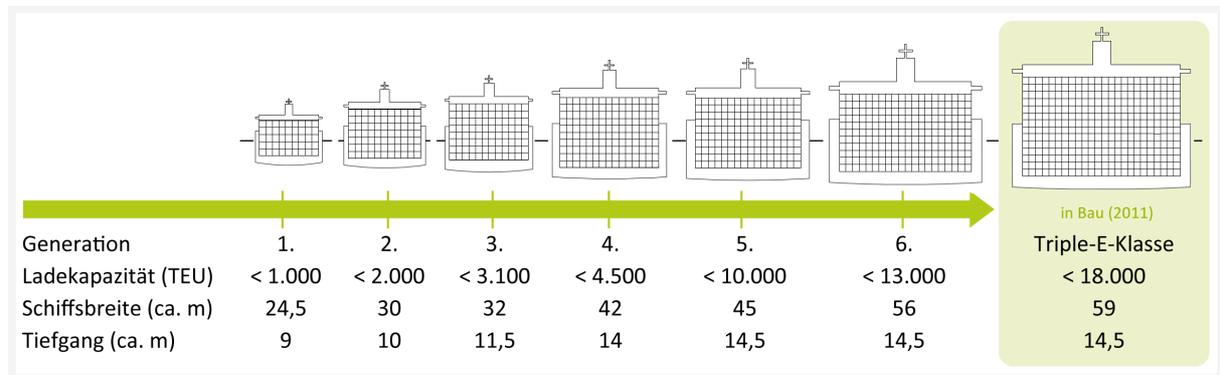


Abbildung-11: Größenwachstum von Containerschiffen

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Nuhn (2005) und Gleißner / Femerling (2008)

Aktuell zählen die zehn von der dänischen Reederei Maersk Line im Februar 2011 in Auftrag gegebenen Schiffe der Triple-E-Klasse mit einer Traglast über 18.000 TEU zu den größten ihrer Art.¹⁴² Die bestellten Schiffe sollen ab dem Jahr 2013 ausgeliefert und im globalen Containerverkehr eingesetzt werden. Auffällig dabei ist, dass trotz der steigenden Ladekapazitäten, der Tiefgang der Schiffe seit der 5. Generation nicht über die 14,5 m hinausgewachsen ist. Der Grund dafür liegt darin, dass die Schiffe bei höherem Tiefgang sonst nicht mehr die großen Seehäfen anlaufen könnten.

Mit dem Wachstum der Schiffsgrößen steigt auch die benötigte Umschlagleistung am Seehafen. Während moderne Containerbrücken bis zu 30 Umschlagoperationen pro Stunde durchführen können, beträgt die landseitige Umschlagleistung bei der Verwendung von Portalkränen 20 Operationen pro Stunde im Umschlag zur Eisenbahn.¹⁴³ Neben vielen anderen Faktoren, erfordern solche Leistungsdefizite an den Schnittstellen der Transportketten die Einrichtung von Lagern zur Pufferung.¹⁴⁴ Durch die steigenden Containerverkehre wachsen auch zugleich die benötigten Lager und damit der Flächenbedarf an den Seehäfen. Diese Entwicklung führt zunehmend zu Kapazitätsengpässen in räumlicher Dimension, die noch zu lösen sind.

¹⁴¹ Vgl. Notteboom (2002)

¹⁴² Vgl. Verkehrs Rundschau (2011)

¹⁴³ Vgl. Schönemann (2010), S. 32

¹⁴⁴ Vgl. ebenda

ANHANG B: CHARAKTERISTIKEN DER VERKEHRSTRÄGER

Um einen Vergleich zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern bzw. Verkehrsmitteln machen zu können, müssen sie nach einheitlichen Auswahlkriterien beurteilt werden. In der Literatur werden hierfür bestimmte Leistungskriterien vorgeschlagen (siehe Tabelle-12).

Leistungskriterien	Beschreibung
Massenleistungsfähigkeit	Fähigkeit zum Transport großer Mengen zu niedrigen Kosten
Schnelligkeit	Fähigkeit Güter schnell zu transportieren
Netzbildungsfähigkeit	Fähigkeit zur Durchführung flächendeckender Transporte
Berechenbarkeit	Maß für die zeitliche Zuverlässigkeit des Transportvorgänge
Zeitliche Flexibilität	Fähigkeit auf zeitliche Veränderungen/Anforderungen zu reagieren
Räumliche Flexibilität	Fähigkeit zur räumlichen Verlagerung/Verflechtung von Transportmitteln/-kapazitäten
Sicherheit	Maß für Unfallhäufigkeit von Transporten und Schadenshöhe
Umweltbeeinflussung	Energieeinsatz, Schadstoff- und Lärmemissionen

Tabelle-12: Leistungskriterien für Verkehrsträger

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Ihde (2001), S. 197 ff., Voigt (1973), S. 73

Straßengüterverkehr¹⁴⁵

Der Güterverkehr im Seehafen hinterland wird überwiegend über die Straße abgewickelt.¹⁴⁶ Die Vorteile des Straßenverkehrs liegen in der dichten und gut ausgebauten flächendeckenden Straßeninfrastruktur in Europa. Die dadurch bedingte hohe Netzbildungsfähigkeit ermöglicht es, praktisch jeden Ort im Hinterland zu erreichen.¹⁴⁷ So können Haus-zu-Haus-Transporte direkt vom Absender zum Empfänger ohne weiteres Umladen erfolgen, wodurch viel Zeit und Kosten eingespart werden können. Diese Eigenschaft macht den Straßengüterverkehr als Verkehrsträger in dieser Hinsicht quasi konkurrenzlos und verdeutlicht seine hohe Logistikkaffinität. Für Kraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5 t, worunter auch die meisten LKW fallen, gilt auf deutschen Autobahnen eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h.¹⁴⁸ So kann bei der Nutzung von Autobahnen die Transportzeit insbesondere bei Transporten über kurze und mittlere Entfernungen relativ kurz gehalten werden. Aus ökonomischer Sicht zählen die öffentlichen Straßen zu den Allmendegütern und stehen daher jedem zur Nutzung zur Verfügung. Ein großer Vorteil der Straße als Verkehrsträger ist, dass sie ohne eine langfristige Planung genutzt werden kann. Auch aus der Sicht der Spediteure prädestiniert sich der LKW als Verkehrsmittel aufgrund seines geringen Organisationsaufwandes. Die Verantwortung kann auf firmeneigene LKW-Fahrer übertragen werden, wodurch eine individuelle

¹⁴⁵ Vgl. zu den Vorteilen des Straßengüterverkehrs: Schulte (2008), S. 174-175; Gleißner / Femerling (2008), S. 45-46; Balsliemke (2004), S. 45

¹⁴⁶ 2010 Betrug der LKW Anteil im Güterverkehr in Deutschland rund 70% (Vgl. Statistisches Bundesamt Deutschland)

¹⁴⁷ Vgl. Schieck (2008), S. 255

¹⁴⁸ Vgl. § 18 Absatz 5 Satz 1 StVO

und vor allem unabhängige Steuerung des Transportes ermöglicht werden kann. Der Vorteil dabei ist, dass vor allem auf kurzfristige Dispositionsänderungen mit geringem Aufwand schnell und kostengünstig reagiert werden kann. So zeichnet sich der LKW durch seine hohe Flexibilität aus, sich im Hinblick „auf die individuellen Erfordernisse der Auftraggeber, etwa im Bezug auf die Produktionsrhythmen, Zeitfenster zur Abholung und Anlieferung oder spezifische Ladegüter, anzupassen.“¹⁴⁹ Relativ geringe Stillstands- und Wartezeiten im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln gehören außerdem zu den Stärken des LKW.

Gegen den Straßengüterverkehr spricht unter anderem die hohe negative Umweltbeeinflussung. Mit 97 g/tkm CO₂ hat der LKW im Güterverkehr mit Abstand die höchsten Emissionswerte.¹⁵⁰ Auch bei der Emission weiterer Schadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub verzeichnet der LKW die höchsten Werte und trägt so stark zur Verschmutzung der Luft bei. So lange LKW mit herkömmlichen Treibstoffen wie Diesel oder Benzin betrieben werden, wird sich an diesem Zustand nichts ändern. Die Transportkosten werden aufgrund der Verknappung des Erdöls in Zukunft steigen, wodurch der LKW seinen Preisvorteil gegenüber anderen Verkehrsmitteln verlieren wird. Hinzukommt, dass der Staat seit 2005 für die Nutzung von Bundesautobahnen und einigen Bundesstraßen durch den gewerblichen Güterkraftverkehr eine Maut eingeführt hat. Dies führt dazu, dass die Transportkosten weiter zunehmen, wodurch der Straßenverkehr weitere Verluste in seiner Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Verkehrsträgern zu tragen hat. Die hohe Störungsanfälligkeit, insbesondere durch Verkehrsengpässe bei Urlaubsbeginn oder schlechten Witterungsverhältnissen, können häufig nicht umgangen werden und führen so zu Verzögerungen im Gütertransport, sodass die zeitgenaue Einhaltung von Fahrplänen nicht gesichert werden kann. Die geringe Massenleistungsfähigkeit zählt wohl zu den größten Nachteilen des LKWs. So können mit einem LKW maximal zwei 20'-ISO-Container verteilt auf LKW-Ladefläche und Anhänger transportiert werden. Zudem schränken gesetzliche Regelungen den Transport mit dem LKW teilweise ein. So gilt für LKW mit einem zulässigem Gesamtgewicht über 7,5 t sowie Anhänger hinter LKW an Sonn- und Feiertagen in der Zeit von 0 bis 22 Uhr deutschlandweit ein Fahrverbot (Ausnahmen ausgenommen).¹⁵¹ Auch der Transport von Gefahrgütern ist in Deutschland über den Straßenverkehr nur eingeschränkt möglich. Zudem sind die Fahrer dazu verpflichtet, die Lenk- und Ruhezeiten einzuhalten, wodurch es insbesondere bei längeren Fahrten zu Unterbrechungen kommt.¹⁵²

Binnenschiffverkehrsverkehr¹⁵³

Der Güterverkehr mit Binnenschiffen erfolgt über Flüsse und Kanäle im Landesinneren. Aufgrund der geringen Transportgeschwindigkeit, kommt das Binnenschiff hauptsächlich dann zum Einsatz, wenn es um den Transport von nicht eilbedürftigen transportkostenempfindlichen Gütern geht.¹⁵⁴ Haupttransportgut dabei sind Massengüter wie Steine, Erde, Erze, Metallabfälle, mineralische Brennstoffe

¹⁴⁹ Balsliemke (2004), S. 45

¹⁵⁰ ifeu (2008)

¹⁵¹ Vgl. § 30 Absatz 3 StVO

¹⁵² Vgl. (EG) Nr. 561/2006

¹⁵³ Vgl. zu den Vorteilen des Binnenschiffverkehrs: Schulte (2008), S. 176-177; Gleißner / Femerling (2008), S. 57-60;

¹⁵⁴ Vgl. Schulte (1990), S. 138

und Mineralölprodukte.¹⁵⁵ In den letzten Jahren konnte die Binnenschifffahrt im Zuge der Containerisierung auch im Containerhinterlandverkehr, insbesondere auf dem Rhein zunehmend an Bedeutung gewinnen.¹⁵⁶ Bis zum Jahr 2015 wird mit einem Umschlagwachstum von 10 Prozent p.a. im Containerverkehr der Binnenschifffahrt gerechnet.¹⁵⁷ Ein großer Vorteil von Binnenschiffen liegt vor allem in der hohen Massenleistungsfähigkeit. So können die Schiffe der „Jowi-Klasse“ bis zu 500 TEU in fünf Lagen transportieren.¹⁵⁸ Besonders bei der Kombination aus großen Gütermengen und großen Entfernungen kann die Binnenschifffahrt große Kostenvorteile gegenüber dem Straßenverkehr bieten. Außerdem unterliegen Wasserstraßen keinen Fahrverboten, sodass durch den 24-Stunden-Betrieb sog. Continue-Fahrten möglich sind, wodurch Verzögerungen im Transport ein Stück weit kompensiert werden können.¹⁵⁹ Ein weiterer Vorteil ist, dass die Wasserstraßen bei weitem nicht so sehr ausgelastet sind, wie es im Straßenverkehr der Fall ist. Aus diesem Grund sind Verkehrsengpässe beim Transport selten zu erwarten. Auch die hohe Umweltfreundlichkeit spricht für den Transport mit dem Binnenschiff. Mit durchschnittlich 35 g/tkm CO₂-Emissionen, emittiert das Binnenschiff nur knapp ein Drittel so viel CO₂ wie ein LKW.¹⁶⁰

Das Streckennetz der Wasserstraßen mit ca. 7.700 km¹⁶¹ ist im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern sehr begrenzt. Hinzukommt dass die Wasserstraßen überwiegend naturgegeben sind und daher keinen strategisch günstigen Verlauf für den Transport bieten. Trotzdem sind rund 50 der 80 größten Städte an die Binnenwasserwege angeschlossen. Da die Schiffe nur mit spezieller Ausrüstung entladen werden können, ist nur ein Transport bis zu einem geeigneten Ankerplatz möglich. Aus diesem Grund sind direkte Haus-zu-Haus-Transporte nur in seltenen Fällen durchführbar. Dies macht daher häufig zusätzliche Umschläge über Inlandterminals erforderlich, deren Kosten erst über längere Fahrten kompensiert werden müssen. Auch die geringe Transportgeschwindigkeit wird als großer Nachteil der Binnenschifffahrt herausgestellt. Die naturgegebene Geometrie der Flussläufe - wie z.B. die Schleifen des Mains - kann die Auswirkung auf die Länge der Transportzeit noch verstärken.¹⁶² Störungen durch Witterungsverhältnisse wie z.B. schwankende Wasserstände, Vereisungen der Wasserstraßen im Winter und starke Nebelbildung können das Befahren einiger Streckenabschnitte vorübergehend behindern, was zu einer spürbaren Verschlechterung des Gütertransportes hinsichtlich der Berechenbarkeit führt.

Schienengüterverkehr¹⁶³

In Folge der Containerisierung, die die Verbreitung des multimodalen Verkehrs gefördert hat, ist der Marktanteil der Schiene in den letzten Jahren angestiegen.¹⁶⁴ So betrug im Jahr 2010 der Marktanteil

¹⁵⁵ Vgl. Meder (2007), S. 113

¹⁵⁶ Vgl. DVZ (2007)

¹⁵⁷ Vgl. Gleißner et al. (2008), S. 59

¹⁵⁸ Vgl. DVZ (2008)

¹⁵⁹ Vgl. Schieck (2008) S. 307

¹⁶⁰ Vgl. ifeu (2008)

¹⁶¹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2009)

¹⁶² Vgl. Schieck (2008), S. 307

¹⁶³ Vgl. zu den Vorteilen des Schienengüterverkehrs: Schulte (2008), S. 175-176; Gleißner / Femerling (2008), S. 47-48; Schieck (2008), S. 279 ff.

der Schiene im deutschen Güterverkehr auf Basis der Verkehrsleistung in tkm ca. 17,2 Prozent und war damit zweitgrößter Verkehrsträger.¹⁶⁵ Im Leistungsspektrum der Schiene zählt mit bis zu 100 TEU pro Zug¹⁶⁶ die hohe Massenleistungsfähigkeit in Kombination mit dem schnellen Transport bei Ganzzügen ohne Rangiervorgänge wohl häufig zu den Hauptgründen für den Einsatz im Güterverkehr. Diese Vorteile kann die Bahn jedoch auf kurzen Strecken im Nahverkehr kaum umsetzen, da zeitaufwendige Rangiervorgänge besonders zur Zugbildung, starre Zeitpläne und lange Stillstandzeiten relativ zur realisierten Gesamtdauer stärker ins Gewicht fallen und so zu erheblich längeren Lieferzeiten führen.¹⁶⁷ Kundenfreundliche Band-zu-Band-Transporte mit der Bahn sind jedoch nur möglich, wenn der Empfänger über die nötige Infrastruktur (Gleisanschlüsse) verfügt, welche jedoch bis zum Lager in Industriegebieten staatlich subventioniert werden. Alternativ kann der Hauptlauftransport über Terminal-zu-Terminal-Verkehre mit der Schiene erfolgen und dort anschließend umgeschlagen und im Vor- und Nachlauf auf der sogenannten ersten bzw. letzten Meile mit dem zusätzlichen Einsatz von Straßenverkehrsfahrzeugen bis zum Empfänger befördert werden (siehe KV in Kap. 3.1.3).¹⁶⁸ Dies hat allerdings zur Folge, dass die direkte Kundenbindung geschwächt wird und zudem zeit- und kostenaufwendige Umladevorgänge anfallen.¹⁶⁹ Hinsichtlich der Kosten weist der Schienenverkehr aufgrund des hohen Aufwandes für die Herstellung und Instandhaltung der Infrastruktur sehr hohe Fixkosten auf.¹⁷⁰ Dahingegen sind die variablen Kosten im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern sehr gering, weshalb die Bahn besonders für Transporte über längere Relationen ab 300 bis 500 km wirtschaftlich sein kann.¹⁷¹

Im Gegensatz zum Straßenverkehr, ist die Bahn räumlich wesentlich stärker von der Infrastruktur (Schienennetz) abhängig. Aus diesem Grund erfolgt der gesamte Verkehr auf der Schiene über feste Fahrpläne, an die sämtliche Akteure streng gebunden sind. Dies geht sehr stark mit der Reduzierung der zeitlichen und räumlichen Flexibilität des Verkehrsträgers Schiene einher und erfordert zudem einem relativ langen Planungsvorlauf und Planungsaufwand. Auf Kundenwünsche kann nur bedingt eingegangen werden, da die Bindung an festgelegte Trassen und Fahrpläne die Unabhängigkeit der Leistungserstellung in zeitlicher und räumlicher Sicht stark einschränkt.¹⁶⁹ Der Vorteil der Fahrplan- und Fahrtrassenbindung liegt vor allem in der hohen Termintreue und -sicherheit und macht darüber hinaus den Transport auf der Schiene unabhängig vom saisonal schwankenden Verkehrsaufkommen und ist ausgenommen von Fahrverboten an Sonn- und Feiertagen. Dies gewährleistet einen weitgehend ununterbrochenen Verkehr und zeichnet die Schiene besonders bedingt durch den spurgeführten Verkehrsweg durch eine hohe Transportsicherheit aus, weshalb etliche Gefahrgüter nur per Bahn

¹⁶⁴ Vgl. Gleißner / Femerling (2008), S. 48

¹⁶⁵ Vgl. Statistisches Bundesamt Deutschland (2011)

¹⁶⁶ Vgl. Schönknecht (2009), S. 123 f.

¹⁶⁷ Vgl. Balsliemke (2004), S. 46; Gleißner / Femerling (2008), S. 48

¹⁶⁸ Vgl. Gleißner / Femerling (2008), S. 47

¹⁶⁹ Vgl. Kummer (2010), S. 73

¹⁷⁰ Vgl. Schieck (2008), S. 279

¹⁷¹ Vgl. Balsliemke (2004), S. 46

und nicht per LKW Transport werden dürfen.¹⁷² Andererseits scheint ein konstantes Minimum an Transportschäden in Höhe von durchschnittlich 3 Prozent unvermeidlich zu sein.¹⁷³ Im Gegensatz zum Straßenverkehr, bei dem aufgrund des kurzen Bremsweges „auf Sicht“ gefahren wird und daher vergleichsweise geringe Abstände zwischen den Verkehrsmitteln nötig sind, wird im Bahnverkehr im Blockabstand gefahren, wobei ein bestimmter Streckenabschnitt nur von einem Zug belegt sein darf.¹⁷⁴ Der Vorteil dabei liegt darin, dass der gesamte Verkehr von Sichtverhältnissen wie Nebel unabhängig ist. Der Nachteil ist, dass auf der Schiene die Infrastrukturkante nicht so dicht genutzt werden, und sich auf den Strecken erhebliche Kapazitätsverluste ergeben.¹⁷⁴

Auch unter dem Umweltaspekt kann die Schiene viele Vorteile gegenüber alternativen Verkehrsträgern bieten. Während die Entwicklung der Elektromobilität im Straßenverkehr noch in der Anfangsphase steckt, wird bereits 88 Prozent der Verkehrsleistung im Schienengüterverkehr elektrisch erbracht und ist daher weitgehend erdölunabhängig.¹⁷⁵ Der elektrische Energiemix, der vom DB Konzern für den Schienenverkehr genutzt wird, wurde im Jahr 2010 zu 19,8 Prozent aus erneuerbaren Energien bezogen.¹⁷⁶ Neue Technologien ermöglichen außerdem die Rückgewinnung der Energie beim Bremsen und verstärken somit den Nachhaltigkeitscharakter der Bahn. Hinzukommt dass der geringe Rollreibungswiderstand zwischen den Stahlrädern und Stahlschiene die Transporte sehr energieeffizient macht. So hat die Bahn mit 23 g/tkm CO₂, 0,08 g/tkm NO_x und 0,001 g/tkm Partikel (PM 2,5) aus Verbrennung die geringsten Schadstoff-Emissionen im Güterverkehr.¹⁷⁷ Im Bezug auf den Lärm, kann die Schiene ihren Umweltvorsprung nicht gegenüber anderen Verkehrsträgern halten. Jedoch hat sich die DB das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 durch den Einsatz von sog. Flüsterbremsen den entstehenden Lärm beim Bremsen zu halbieren.

Bedingt durch nationale Standards für Eisenbahnbetriebstechnik, ist die intraeuropäische Leistungserstellung über der Schiene heute noch nicht reibungslos durchführbar.¹⁷⁸ Besonders inkompatible Spurweiten, Strom-, Versorgungs- und Signalsysteme zwischen Nachbarstaaten und Unterschiede in der Gesetzgebung erschweren den Gütertransport über die Landesgrenzen hinaus und erfordern daher häufig intramodale Terminals für den Schiene-Schiene Umschlag beim Grenzübergang.¹⁷⁹

¹⁷² Vgl. Allianz pro Schiene: Fakten zur Leistungsfähigkeit des Schienenverkehrs (2011)

¹⁷³ Vgl. Schieck (2008), S. 279; Long (2004), S. 140; Vahrenkamp / Siepermann (2007), S. 306

¹⁷⁴ Vgl. Kummer (2010), S. 72

¹⁷⁵ Daten vgl. Allianz pro Schiene: Elektromobilität findet auf der Schiene statt (2011)

¹⁷⁶ Daten vgl. DB Schenker (2010)

¹⁷⁷ Daten vgl. ifeu (2011)

¹⁷⁸ Vgl. Kummer (2006), S. 73

¹⁷⁹ Vgl. Roso / Woxenius / Lumsden (2009)

ANHANG C: KLASSIFIZIERUNG VON TRANSPORTKETTEN

„Eine Transportkette ist eine Folge von technischen und organisatorisch miteinander verknüpften Vorgängen, bei denen Personen oder Güter von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden.“¹⁸⁰

Transportketten lassen sich in eingliedrige und mehrgliedrige Transportketten unterteilen (siehe Abbildung-12). Beim eingliedrigen Verkehr, deren Organisationsform auch ungebrochener Verkehr bezeichnet wird, wird der Transport nicht durch Umschlagvorgänge unterbrochen sondern erfolgt direkt ohne den Wechsel des Verkehrsmittels. Daraus schließt sich, dass der eingliedrige Verkehr auch zwangsläufig unimodal ist, d.h. dass nur ein Verkehrsträger zum Einsatz kommt.

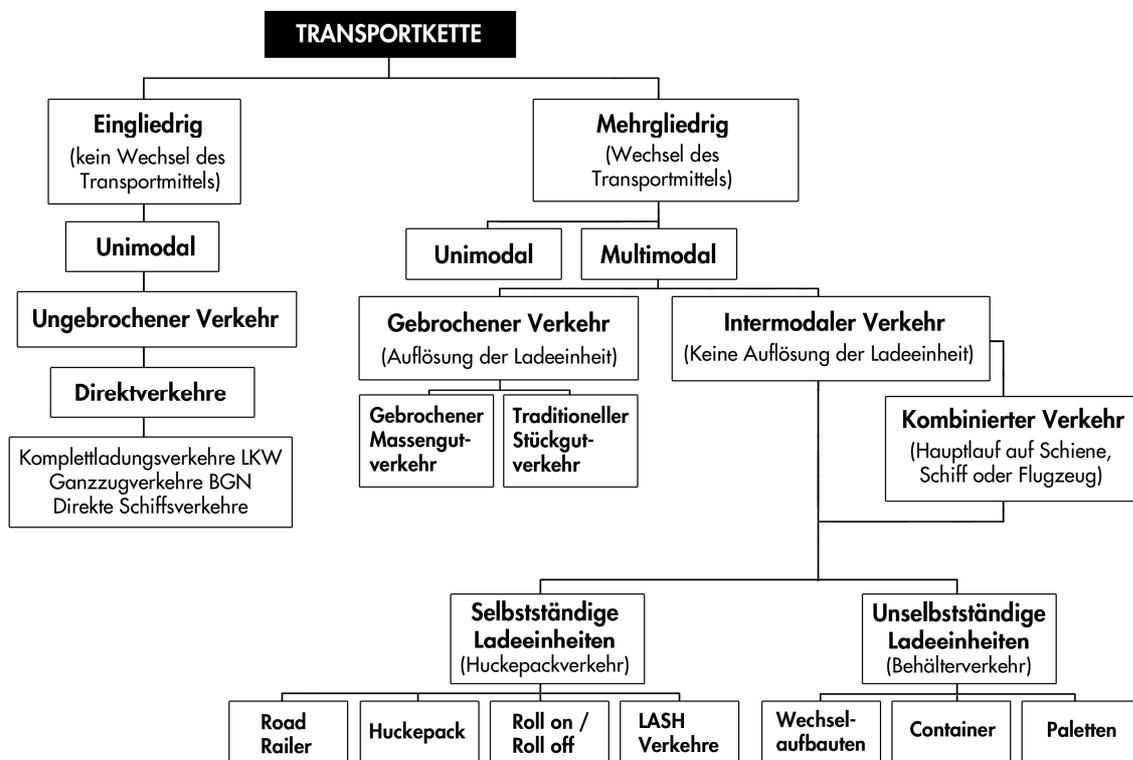


Abbildung-12: Klassifizierung von Transportketten

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Kummer (2006), S. 48; Ihde (2001), S. 204

Bedingt durch differenzierte Nachfrageanforderungen und zunehmende Transportweiten gewinnen jedoch mehrgliedrige Transportprozesse immer mehr an Bedeutung.¹⁸¹ Im Gegensatz zum eingliedrigen, wird beim mehrgliedrigen Verkehr, der auch gebrochener Verkehr bezeichnet wird, der Transport durch Umschlagprozesse unterbrochen, sodass mehrere Verkehrsmittel zum Einsatz kommen können. Dies ist häufig der Fall, wenn es darum geht, dass in den Vorlaufphasen Objekte aus einem geographischen Raum zusammengeführt werden, um mit ihnen im Hauptlauf einen Verkehrsträger

¹⁸⁰ DIN 30781

¹⁸¹ Vgl. Kummer (2006), S. 47

wirtschaftlich auszulasten und sie dann an dessen Endpunkt im Nachlauf an ihre verschiedenen Empfänger zu verteilen.¹⁸²

Werden zur Durchführung eines Transportauftrages nicht nur die Verkehrsmittel gewechselt, sondern mindestens zwei verschiedene Verkehrsträger eingesetzt, so spricht man vom multimodalen Verkehr. Dies ist jedoch nur dann effizient, „wenn und solange die dadurch erzielten Ersparnisse durch den zusätzlichen Aufwand für die erforderlichen Umschlagleistungen nicht überkompensiert werden.“¹⁸³ Da der schadensanfällige Umschlagvorgang besonders arbeits- und zeitintensiv ist, einigten sich alle beteiligten Partner auf genormte Ladeeinheiten.¹⁸⁴ So ist der mehrgliedrige Verkehr nach der Art der Ladeeinheit aufzuteilen.

Wird nach dem Umschlag die Ladeeinheit aufgelöst, so handelt es sich um den gebrochenen Verkehr im engeren Sinne. Beim intermodalen Verkehr hingegen, bleibt die Ladeeinheit erhalten. Das bedeutet, dass sich die Güter während des gesamten Transportes, auch beim Wechsel des Verkehrsträgers, in derselben Transporteinheiten (oft ITU „Intermodal Transport Unit“ bezeichnet) befinden. Dies hat den Vorteil, dass die im ITU enthaltenen Güter nicht jedes Mal separat umgeschlagen werden müssen, sondern lediglich ein Umschlag des Behälters erfolgt, was auch die administrative Abfertigung erleichtert. Zudem trug die Vereinheitlichung stark dazu bei, dass sich die Ladeeinheiten schnell verbreiteten.

Dabei wird beim intermodalen Verkehr nach dem Kriterium Eigenantrieb zwischen selbstständigen und unselbstständigen Ladeeinheiten unterscheiden. Von selbstständigen Ladeeinheiten ist die Rede, wenn sie über einen eigenen Antrieb verfügen. In dem Fall werden die Transporte allgemein Huckepackverkehre oder auch begleitete Verkehre bezeichnet. Diese werden jedoch aufgrund ihrer geringen Relevanz (ca. 15 Prozent der intermodalen Verkehre in Europa)¹⁸⁵ im Rahmen dieser Arbeit nicht näher erläutert. Dem gegenüber stehen die unselbstständigen Ladeeinheiten, die über keinen eigenen Antrieb verfügen, wie z.B. Paletten, Wechselaufbauten und besonders Container. Wichtig dabei ist die Verträglichkeit der Ladeeinheiten zueinander.¹⁸⁶ Anfangs stellte das Zusammenspiel aus ISO-Container und Europoolpalette aufgrund der unterschiedlichen Einheitssysteme in Amerika und Europa ein großes Problem dar, da das Containervolumen nicht im vollen Maße durch die Europoolpaletten ausgenutzt werden konnte. Erst durch die Einfuhr von Kunststoffpaletten, mit an den Container angepassten Maßen, konnte der Stauraum optimal ausgenutzt werden. Es wurden allerdings auch eigens für den innereuropäischen Verkehr Binnencontainer eingeführt, die mit einer Innenbreite von 2.440 mm Platz für zwei nebeneinandergestellte Europoolpaletten bieten.

¹⁸² Vgl. Schieck (2008), S. 171

¹⁸³ Ihde (2001), S. 201

¹⁸⁴ Vgl. Ihde (2001), S. 201

¹⁸⁵ Vgl. UIRR (2011), S. 11

¹⁸⁶ Vgl. Ihde (2001), S. 203

ANHANG D: RAILOAD® BAHNLADESYSTEM MARK 2

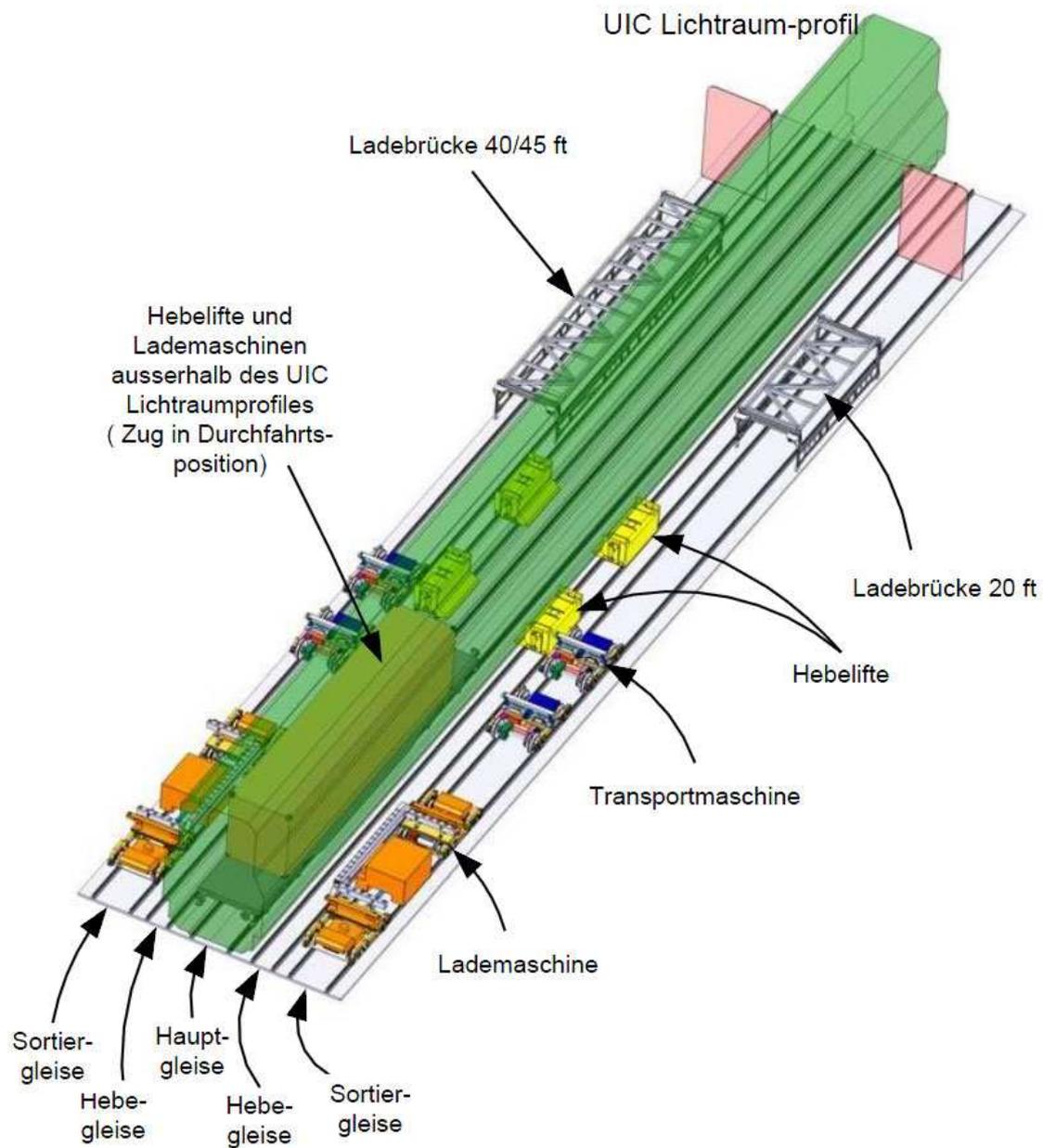


Abbildung-13: Raiload Bahnladesystem Mark 2
 Quelle: Unseld (2011b), S. 6

ANHANG E: ÜBERSICHTSKARTE ZU SZENARIO 3

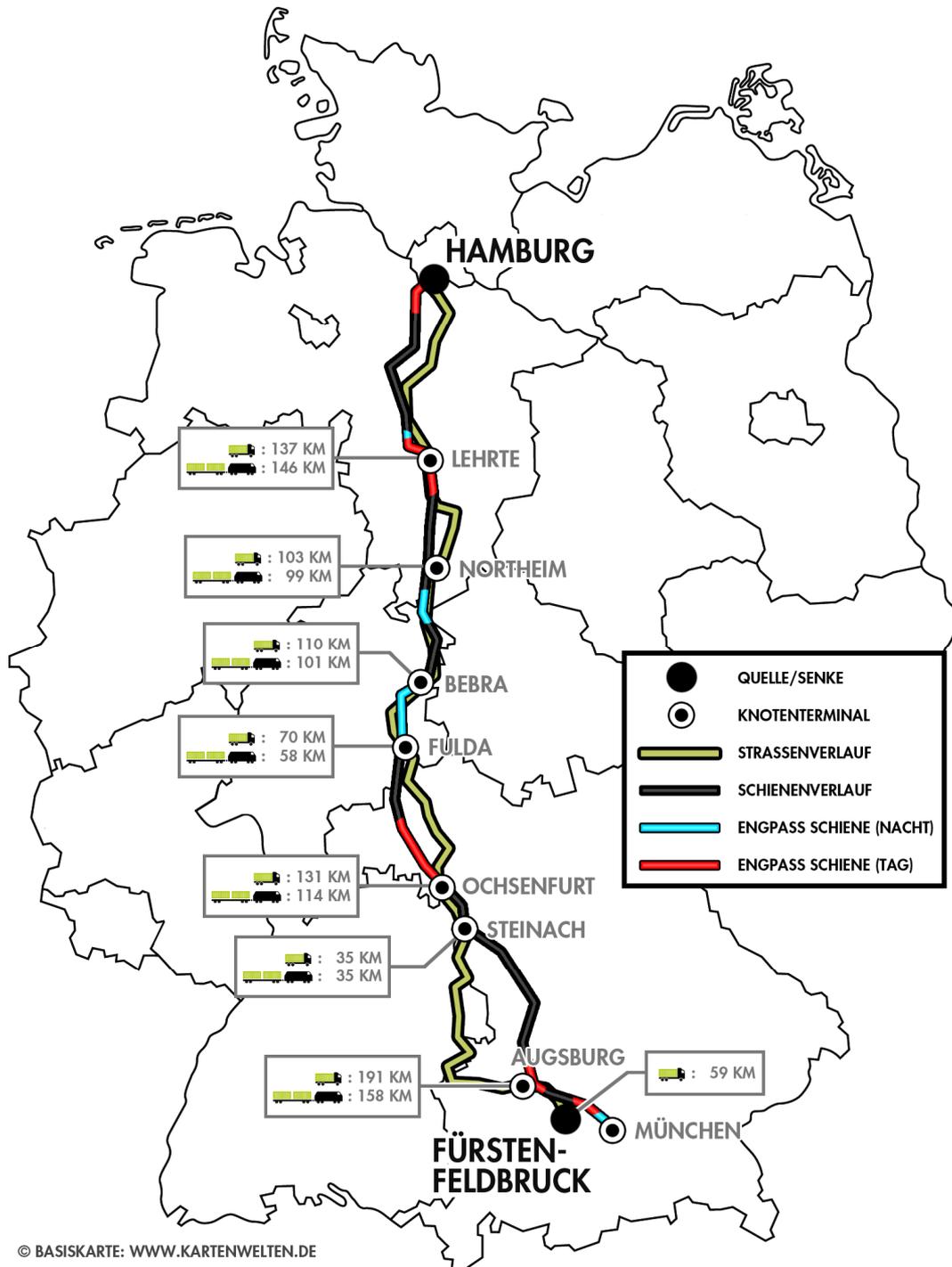
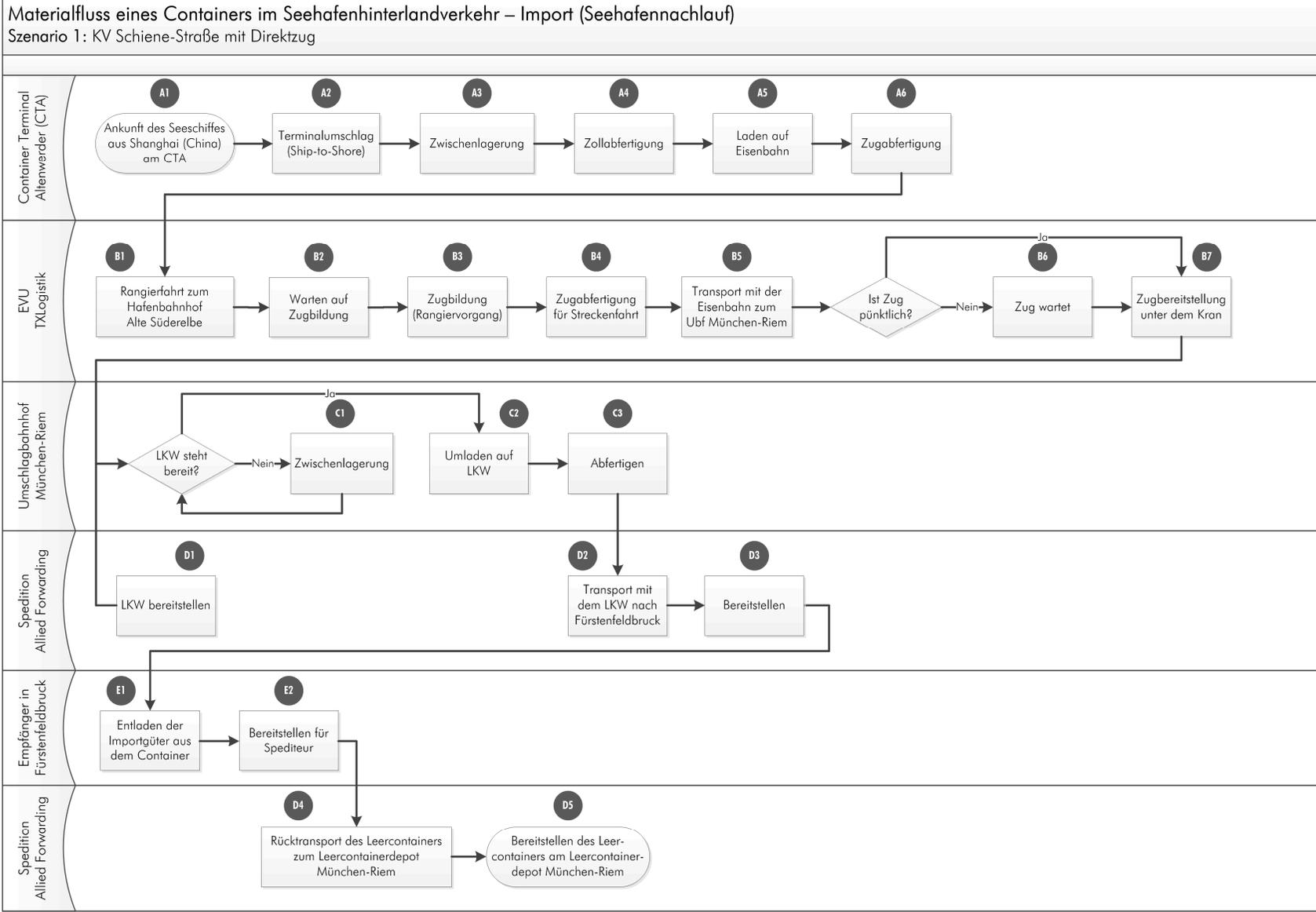


Abbildung-14: Knotenterminals entlang der Nord-Süd-Achse Deutschlands
 Quelle: Eigene Darstellung; Engpassstrecken aus Rompf (2011), F. 4; Primärquelle: IVP 2030; Basiskarte © www.kartenwelten.de

ANHANG F: FLUSSDIAGRAMME UND PROZESSTABELLEN ZU

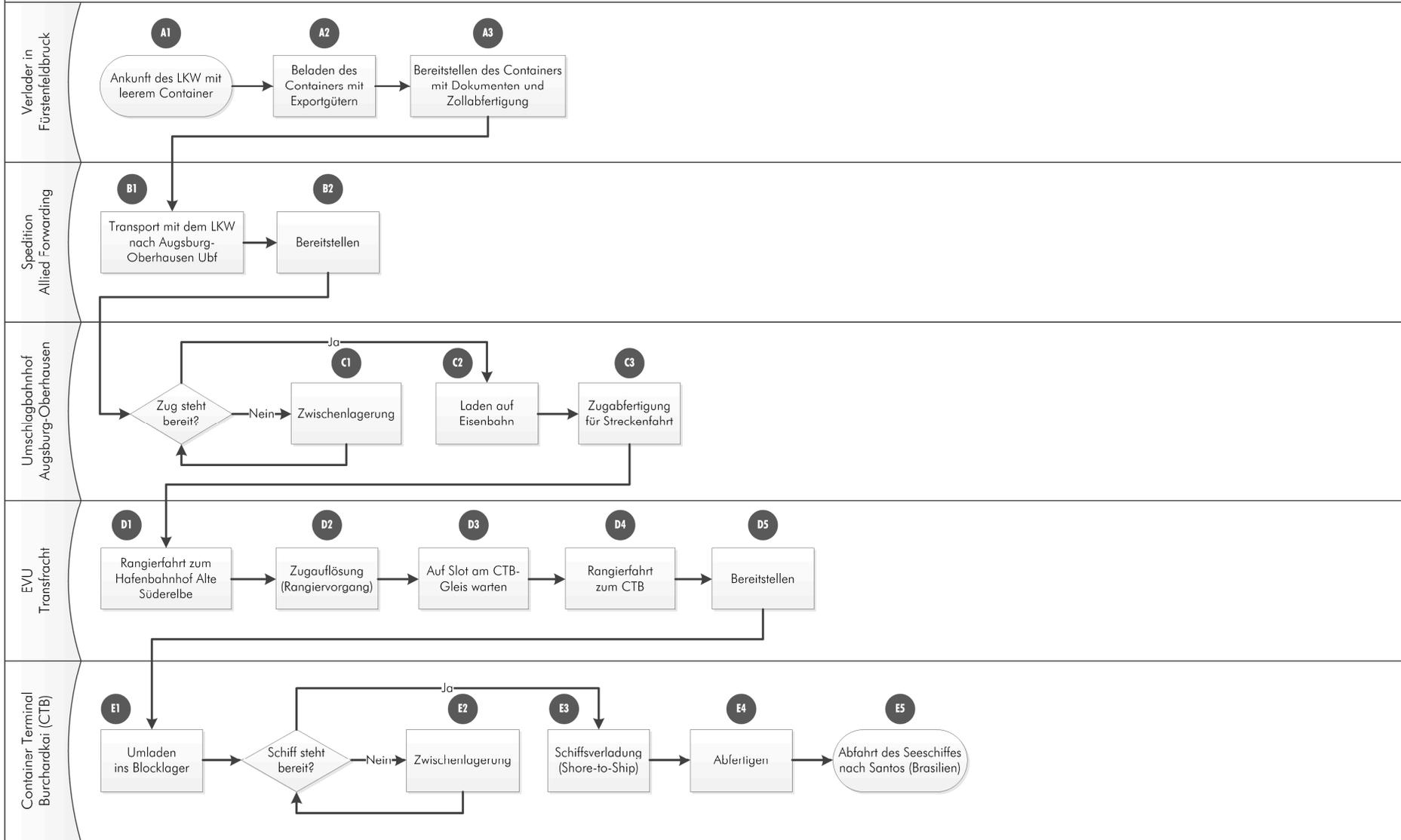
SCENARIO 1



	Akteur	#	Prozess	Beginn	Prozesszeit	Beschreibung		
Szenario 1 : KV Schiene-Straße Import (Seehafennachlauf)	Container-Terminal Altenwerder (CTA)	A1	Ankunft des Seeschiffes aus Shanghai (China) am CTA	07.07. - 21:15	10 min	Das Seeschiff kommt mit dem Container am CTA an. Dieser wird anschließend mit der Containerbrücke auf einen AGV geladen (Ship-to-Shore). Der Container wird mit dem AGV zu einem der 26 Blocklager transportiert, wo ihn ein Portalkran zur Zwischenlagerung ablädt (davon die ersten 72h kostenfrei). Da Transporte am Wochenende generell sehr teuer sind, wird der Container bis Montag gelagert. Bevor der Container das Hafengebiet verlässt, wird Importwarte verzollt. Die Einfahrt des Zuges richtet sich nach den Slotzeiten. Sobald ein Zug bereitsteht, wird der Container mit dem Portalkran auf eine Lafette geladen und am Gleiskran bereitgestellt. Dort lädt der Portalkran den Container auf einen freien Wagen. Im Anschluss werden die Wagen geprüft und der Zug abgefertigt.		
		A2	Terminalumschlag (Ship-to-Shore)	07.07. - 21:25	24 h			
		A3	Zwischenlagerung	08.07. - 21:25	3 d			
		A4	Zollabfertigung	11.07. - 12:00	1h			
		A5	Laden auf Eisenbahn	11.07. - 13:00	5 h			
		A6	Zugabfertigung (Wagenprüfung)					
	Eisenbahnverkehrsunternehmen TXLogistik	B1	Rangierfahrt zum Hafenbahnhof Alte Süderelbe	11.07. - 18:00	10 min	Der Container wird mit der Eisenbahn (i.d.R. Diesellokomotive) zum Hafenbahnhof Alte Süderelbe befördert. Dort werden die beladenen Einzelwagen bzw. Wagengruppen, die für die gleiche Richtung bestimmt sind, aus den verschiedenen Terminals zu einem Zug zusammengestellt, für die Streckenfahrt abgefertigt und zum Hinterlandterminal München-Riem Ubf transportiert. Ist der Zug pünktlich, werden sie direkt unter dem Kran bereitgestellt. Anderenfalls muss der Zug auf einen freien Slot warten.		
		B2	Warten auf Zugbildung	11.07. - 18:10	4 h, 50 min			
		B3	Zugbildung (Rangiervorgang)	11.07. - 23:00	4,5 h			
		B4	Zugabfertigung für Streckenfahrt (Bremsprobe)					
		B5	Transport mit der Eisenbahn zum Umschlagbahnhof München-Riem	12.07. - 03:30	12 h			
		B6	Ist Zug pünktlich?	Nein:	Zug wartet		-	-
		B7		Ja:	Zugbereitstellung unter dem Kran		12.07. - 15:30	30 min
	Sped. Allied	D1	LKW bereitstellen	12.07. - 15:15	1 h	Der Spediteur fragt nach der Bereitstellungszeit des Containers am Ubf München-Riem nach und stellt dementsprechend dort einen LKW bereit.		
	Umschlagbahnhof München-Riem	C1	LKW steht bereit?	(1) Nein:	Zwischenlagerung	12.07. - 16:00	15 min	Sobald der Zug den Ubf München-Riem erreicht, wird der Container umgeladen. Die Abholzeit mit dem LKW richtet sich nach einem festen Plan. Bis zur Ankunft des LKW wird der Container zwischengelagert. Dabei werden 90% direkt abgeholt und der Rest eingelagert. Ab einer Lagerzeit von mehr als 2 Tagen ist ein Ladeentgelt zu zahlen, was in etwa in 5% der Fälle zutrifft. Bei Abholung werden wichtige Dokumente an den Fahrer übergeben und der Container auf den LKW geladen.
				(2) Ja:	Umladen auf LKW	12.07. - 16:15	10 min	
		C3	Abfertigen	12.07. - 16:25	10 min			
	Spedition Allied Forward.	D2	Transport mit dem LKW nach Fürstenfeldbruck	12.07. - 16:35	1 h	Nachdem der LKW am Ubf München-Riem bereitgestellt und mit dem Container beladen wurde, erfolgt der Transport zum Empfänger des Importcontainers nach Fürstenfeldbruck.		
		D3	Container Bereitstellen	12.07. - 17:35	10 min			
	Empfänger in FFB Günther AG	E1	Entladen der Importgüter aus dem Container	12.07. - 17:45	2 h	Der Empfänger nimmt den Container entgegen und entlädt die Importgüter. Die ersten 2 h für das Entladen des Containers durch den Empfänger sind i.d.R. entgeltfrei. Der Container ist nun ein Leercontainer und wird wieder für den Spediteur zur Abholung bereitgestellt.		
E2		Bereitstellen des Leercontainers						
Spedition Allied Forwarding	D4	Rücktransport des Leercontainers zum Leercontainerdepot München-Riem	12.07. - 19:45	1 h	Der Spediteur stellt seinen LKW zur Abholung des Leercontainers beim Kunden bereit. Anschließend wird der Rücktransport des Leercontainers in Leercontainerdepot in München-Riem durchgeführt. Hier endet der wertschöpfende Anteil des Containers als Container im Transport.			
	D5	Bereitstellen des Leercontainers am Leercontainerdepot München-Riem	12.07. - 19:55	10 min				

Materialfluss eines Containers im Seehafen hinterlandverkehr – Export (Seehafenvorlauf)

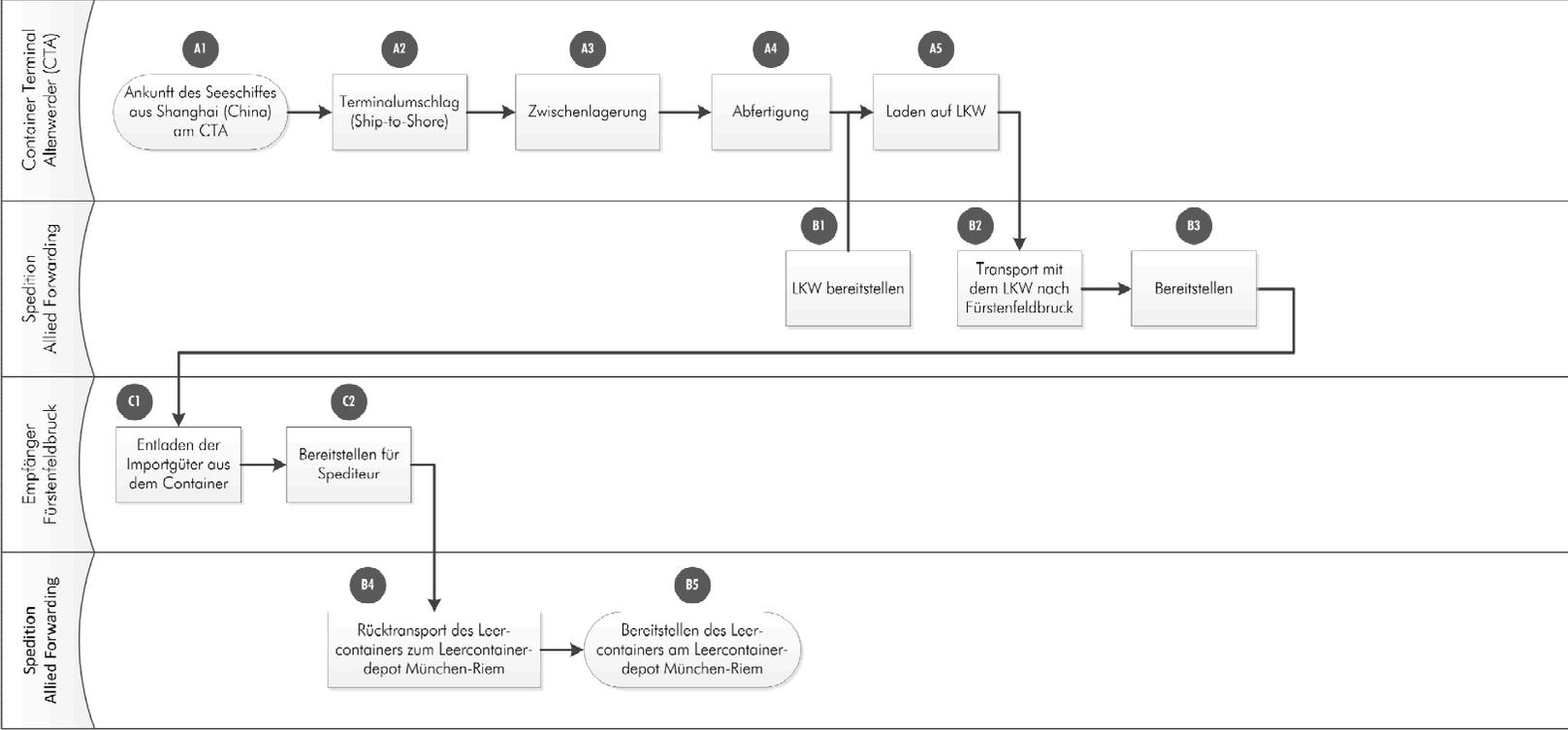
Szenario 1: KV Schiene-Straße mit Direktzug



Szenario 1: KV Schiene-Straße Export (Seehafenvorlauf)		Akteur	#	Prozess	Beginn	Prozesszeit	Beschreibung
Verlader in FFB Güntner AG	A1	Ankunft des LKW mit leerem Container			13.07. - 08:00	10 min	Der leere Container wird vom Spediteur beim Verlader bereitgestellt. Vereinbart werden 2 h für die Beladezeit. Für eine darüber hinausgehende Beladezeit ist ein Entgelt zu zahlen. Der Verlader belädt den Container mit den verzollten Exportgütern und stellt den Container mit den erforderlichen Dokumenten bereit.
	A2	Beladen des Containers mit Exportgütern			13.07. - 08:10	2 h, 10 min	
	A3	Bereitstellen des Containers mit Dokumenten und Zollabfertigung					
Spedition Allied Forwarding	B1	Transport mit dem LKW zum Umschlagbahnhof Augsburg-Oberhausen			13.07. - 10:20	1 h	Der Spediteur nimmt vom Verlader den Container und alle erforderlichen Dokumente entgegen und führt anschließend den Transport zum Ubf Augsburg-Oberhausen durch. Dort wird der Container schließlich unter einem Kran bereitgestellt.
	B2	Bereitstellen			13.07. - 11:20	10 min	
Ubf Augsburg- Oberhausen	C1	Zug steht bereit?	(1) Nein:	Zwischenlagerung	13.07. - 11:30	15 h, 15 min	Laut Fahrplan muss der Container einen Tag vor Fahrtbeginn bereits am Terminal bereitstehen (systembedingt). Systembedingt wird der Container bis zur Beladung des Zuges im Blocklager zwischengelagert. Im Anschluss wird der Container auf einen Wagen geladen. Vor der Streckenfahrt werden Bremsproben und Wagenprüfungen durchgeführt.
	C2		(2) Ja:	Laden auf Eisenbahn	14.07. - 02:45		
	C3	Zugabfertigung für Streckenfahrt (Bremsprobe, Wagenprüfung)			14.07. - 04:45	4,5 h	
EVU Transfracht	D1	Transport mit der Eisenbahn zum Hafenbahnhof Alte Süderelbe			14.07. - 09:15	12 h	Der Container wird mit der Eisenbahn zum Hafenbahnhof Alte Süderelbe befördert. Dort wird der Zug aufgelöst. Die Wagen werden nach ihren Zielterminals sortiert. An den Hafenterminals werden eigens für die EVU Slotzeiten zur Entladung der Wagen vergeben. Bis zur planmäßigen Einfahrt des Zuges ins CTB, muss die Wagengruppe auf den Slot des EVU Transfracht warten. Nach dem Transport zum CTB, wird die Wagengruppe dort bereitgestellt und liegt nun im Verantwortungsbereich des Terminals.
	D2	Zugauflösung (Rangiervorgang)			14.07. - 21:15	4,5 h	
	D3	Auf Slot am CTB-Gleis warten			15.07. - 01:45	5 h, 50 min	
	D4	Rangierfahrt zum CTB			15.07. - 07:35	10 min	
	D5	Bereitstellen			15.07. - 07:45	10 min	
Container-Terminal Burchardkai	E1	Umladen ins Blocklager			15.07. - 07:55	5 h	Die Container werden von einem Portalkran auf Lafetten umgeladen und anschließend an die entsprechenden Blocklager verteilt. Dort erfolgt die Umladung ins Blocklager durch einen Portalkran. Der Container wird bis zur Schiffsverladung dort zwischengelagert. Bei einer Überschreitung von 72 h ist ein Entgelt für die Lagerung zu zahlen. Das Seeschiff kommt am 17.07.2011 um 18:40 Uhr am CTB an und wird zunächst entladen. Anschließend beginnt die Schiffsverladung (Shore-to-Ship) mit den Containerbrücken. Am 18.07.2011 ist um 21:00 Uhr die Abfahrt des Seeschiffes Richtung Santos (Brasilien) geplant.
	E2	Schiff steht zur Beladung bereit?	(1) Nein:	Zwischenlagerung	15.07. - 12:55	ca. 3 d	
	E3		(2) Ja:	Schiffsverladung (Shore-to-Ship)	18.07. - 06:00	14,5 h	
	E4	Abfertigen			18.07. - 20:30	30 min	
	E5	Abfahrt des Seeschiffes			18.07. - 21:00	-	

**ANHANG G: FLUSSDIAGRAMME UND PROZESSTABELLEN ZU
SZENARIO 2**

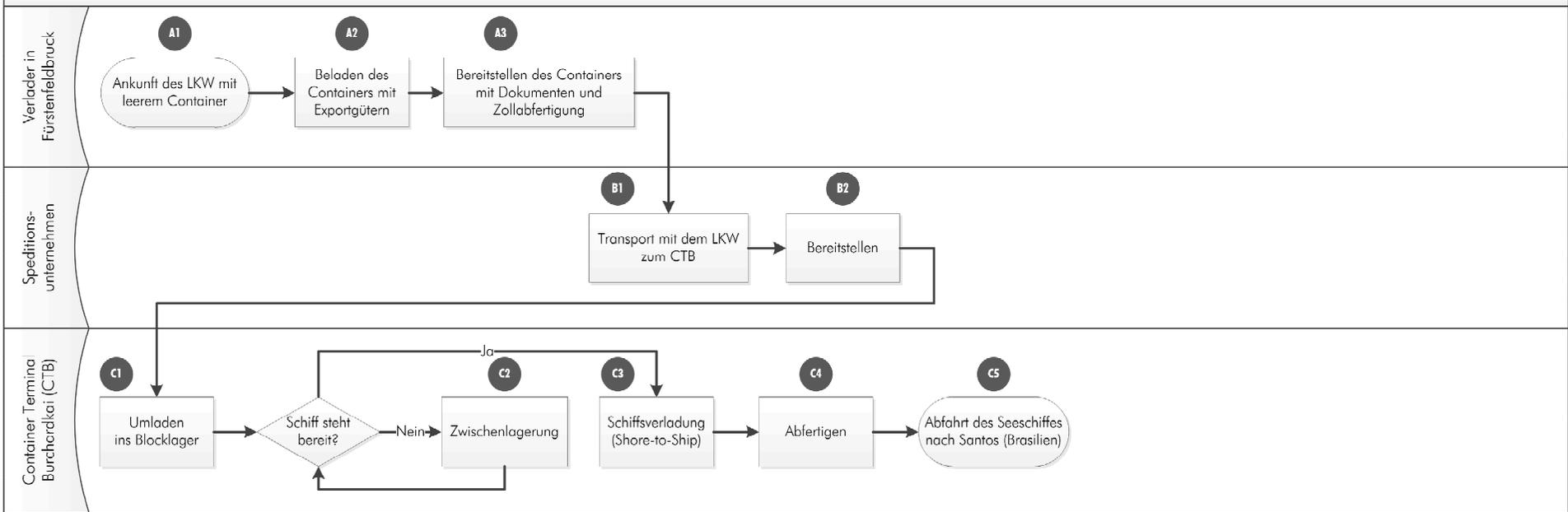
Materialfluss eines Containers im Seehafenhinterlandverkehr – Import (Seehafennachlauf)
Szenario 2: LKW Direktverkehr



	Akteur	#	Prozess	Beginn	Prozesszeit	Beschreibung
Szenario 2: LKW Direktverkehr Import (Seehafennachlauf)	Container-Terminal Altenwerder (CTA)	A1	Ankunft des Seeschiffes aus Shanghai (China) am CTA	07.07. - 21:15	10 min	Das Seeschiff kommt mit dem Container am CTA an. Dieser wird anschließend mit der Containerbrücke auf einen AGV geladen (Ship-to-Shore). Der Container wird mit dem AGV zu einem der 26 Blocklager transportiert, wo ihn ein Portalkran zur Zwischenlagerung ablädt (davon die ersten 72h kostenfrei). Mit dem Spediteur wird eine Abholtermin vereinbart, bis zu dem der Container im Blocklager zwischengelagert wird. Da Transporte am Wochenende generell sehr teuer sind, wird der Container bis Montag, dem 13.07. gelagert. Die Zollabfertigung erfolgt am Hamburger Hafen.
		A2	Terminalumschlag (Ship-to-Shore)	07.07. - 21:25	24 h	
		A3	Zwischenlagerung	08.07. - 21:25	2,5 d	
		A4	Zollabfertigung	11.07. - 08:00	1 h	
	Sped. Allied	B1	LKW bereitstellen	11.07. - 08:00	1 h	Der Spediteur fragt nach der Bereitstellungszeit des Containers am CTA nach und stellt dementsprechend dort einen LKW bereit.
	CTA	A5	Laden auf LKW	11.07. - 09:00	10 min	Sobald der LKW zur vereinbarten Uhrzeit am LKW bereitsteht, wird der Container mit dem Portalkran auf den LKW geladen.
	Spedition Allied Forward.	B2	Transport mit dem LKW nach Fürstenfeldbruck	11.07. - 09:10	24 h	Nachdem der LKW mit dem Container beladen wurde, erfolgt der Transport über der Straße bis nach Fürstenfeldbruck. Da es sich um keinen Eiltransport handelt, steht nur ein Fahrer im LKW zur Verfügung, sodass die Fahrt zur Einhaltung der Lenk- und Ruhezeiten unterbrochen werden muss. Anschließend wird der Container beim Empfänger in Fürstenfeldbruck bereitgestellt.
		B3	Container Bereitstellen	12.07. - 09:10	10 min	
	Empfänger in FFB Güntner AG	C1	Entladen der Importgüter aus dem Container	12.07. - 09:20	2 h	Der Empfänger nimmt den Container entgegen und entlädt die Importgüter. Die ersten 2 h für das Entladen des Containers durch den Empfänger sind i.d.R. entgeltfrei. Der Container ist nun ein Leercontainer und wird wieder für den Spediteur zur Abholung bereitgestellt.
		C2	Bereitstellen des Leercontainers für den Spediteur			
Spedition Allied Forwarding	B4	Rücktransport des Leercontainers zum Leercontainerdepot München-Riem	12.07. - 11:20	1 h	Der Spediteur stellt seinen LKW zur Abholung des Leercontainers beim Kunden bereit. Anschließend wird der Rücktransport des Leercontainers in Leercontainerdepot in München-Riem durchgeführt. Hier endet der wertschöpfende Anteil des Containers als Container im Transport.	
	B5	Bereitstellen des Leercontainers am Leercontainerdepot München-Riem	12.07. - 12:20	10 min		

Materialfluss eines Containers im Seehafen hinterlandverkehr – Export (Seehafenvorlauf)

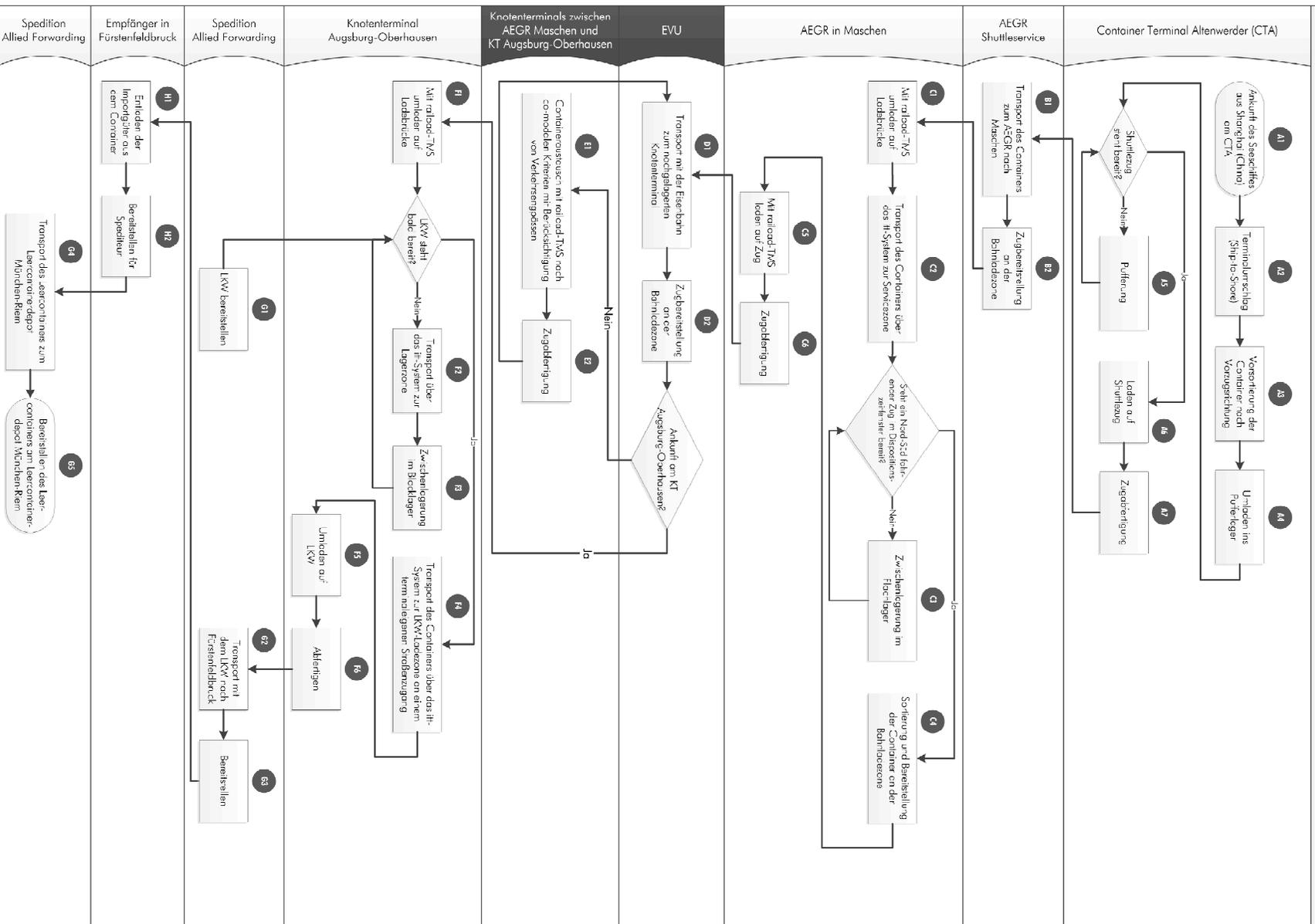
Szenario 2: LKW Direktverkehr



	Akteur	#	Prozess	Beginn	Prozesszeit	Beschreibung	
Szenario 2: LKW Direktverkehr Export (Seehafennachlauf)	Verlader in FFB Güntner AG	A1	Ankunft des LKW mit leerem Container	13.07. - 08:00	10 min	Der leere Container wird vom Spediteur beim Verlader bereitgestellt. Vereinbart werden 2 h für die Beladezeit. Für eine darüber hinausgehende Beladezeit ist ein Entgelt zu zahlen. Der Verlader belädt den Container mit den verzollten Exportgütern und stellt den Container mit den erforderlichen Dokumenten bereit.	
		A2	Beladen des Containers mit Exportgütern	14.07. - 08:10	2 h, 10 min		
		A3	Bereitstellen des Containers mit Dokumenten und Zollabfertigung				
	Spedition Allied Forwarding	B1	Transport mit dem LKW zum CTB	13.07. - 10:30	24 h	Der Spediteur nimmt vom Verlader den Container und alle erforderlichen Dokumente entgegen und führt anschließend den Transport zum CTB durch. Da es sich um keinen Eiltransport handelt, steht nur ein Fahrer im LKW zur Verfügung, sodass die Fahrt zur Einhaltung der Lenk- und Ruhezeiten unterbrochen werden muss. Am CTB wird der Container schließlich zur vereinbarten Zeit unter einem Kran bereitgestellt.	
		B2	Bereitstellen	14.07. - 10:30	10 min		
	Container-Terminal Burchardkai	E1	Umladen ins Blocklager	14.07. - 10:40	15 min	Die Container wird von einem Portalkran ins Blocklager umgeladen. Dort wird er bis zur Schiffsverladung zwischengelagert. Bei einer Überschreitung von 72 h ist ein Entgelt für die Lagerung zu zahlen. Das Seeschiff kommt am 17.07.2011 um 18:40 Uhr am CTB an und wird zunächst entladen. Anschließend beginnt die Schiffsverladung (Shore-to-Ship) mit den Containerbrücken. Am 18.07.2011 ist um 21:00 Uhr die Abfahrt des Seeschiffes Richtung Santos (Brasilien) geplant.	
		E2	Schiff steht zur Beladung bereit?	(1) Nein: Zwischenlagerung	14.07. - 10:55		ca. 4 d
		(2) Ja: Schiffsverladung (Shore-to-Ship)		18.07. - 06:00	14,5 h		
		E4	Abfertigen	18.07. - 20:30	30 min		
E5		Abfahrt des Seeschiffes	18.07. - 21:00	-			

ANHANG H: FLUSSDIAGRAMME UND PROZESSTABELLEN ZU SZENARIO 3

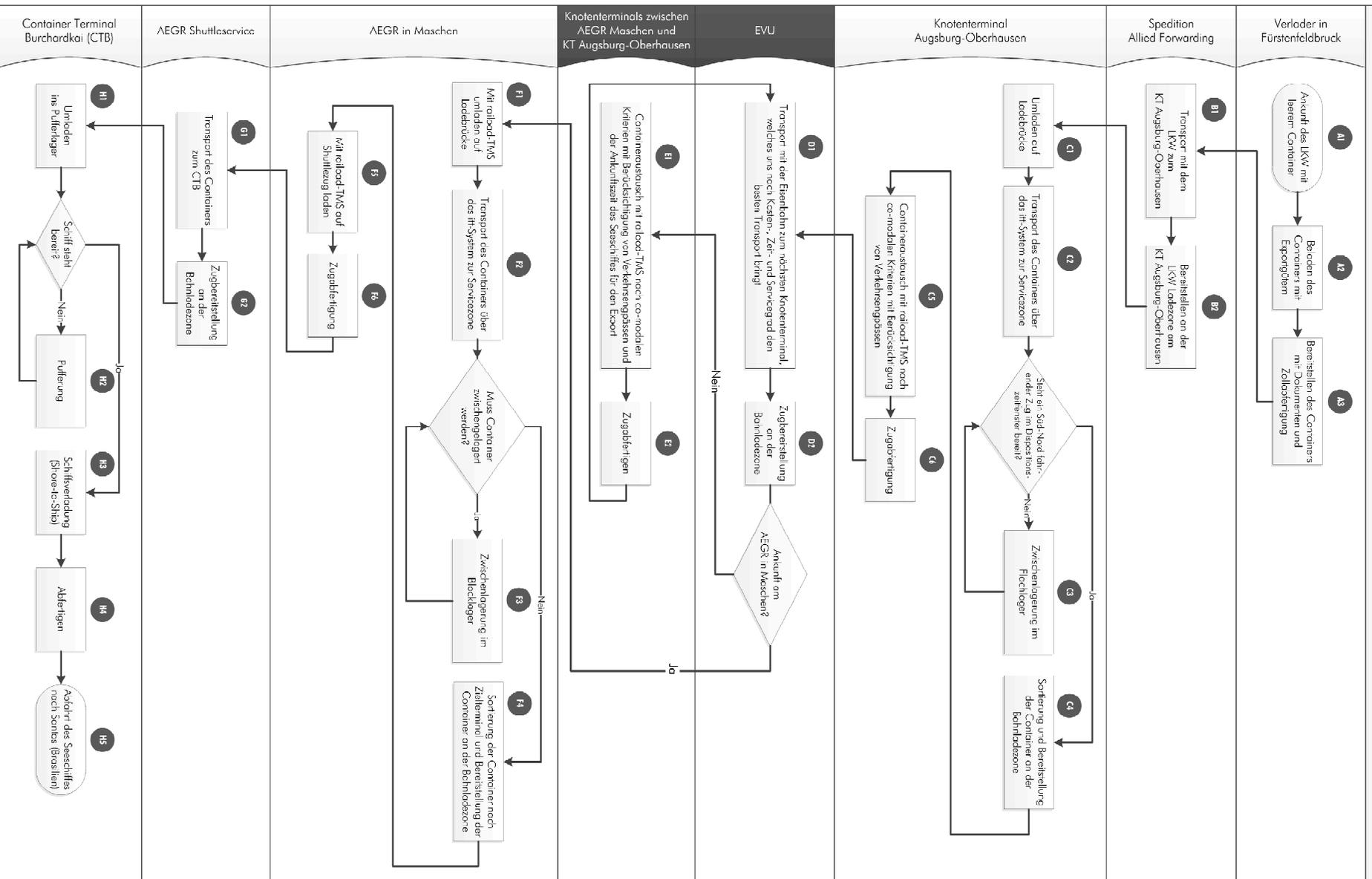
Materialfluss eines Containers im Seehafenhinterlandverkehr – Import (Seehafennachlauf)
Szenario 3: Richtungsverkehr über ein AEGK und railcod-Knotenterminal



	Akteur	#	Prozess	Beginn	Prozesszeit	Kommentar		
Szenario 3: Richtungsverkehr Import (Seehafennachlauf)	Container-Terminal Altenwerder (CTA)	A1	Ankunft des Seeschiffes aus Shanghai (China) am CTA		07.07. - 21:15	10 min	Analog zu Szenario 1 und 2.	
		A2	Terminalumschlag (Ship-to-Shore)		07.07. - 21:25	24 h		
		A3	Vorsortierung der Container nach Vorzugsrichtung [S-SO-SW]-[O]-[N]-[W]		-	-	Dieser Prozess wird planerisch durchgeführt.	
		A4	Umladen ins Pufferlager zur direkten Verladung am Zug		08.07. - 21:25	4h	Der Shuttlezug wird vollbeladen und wird für die Fahrt zum AEGR abgefertigt.	
		A5	Shuttlezug steht bereit?	(1) Nein:				Pufferung
		A6		(2) Ja:				Laden auf Shuttlezug
		A7	Zugabfertigung					
	AEGR Shuttle-service	B1	Transport des Containers zum AEGR nach Maschen		09.07. - 01:25	20 min	Distanz HH Waltershof - AEGR Maschen: 22 km	
		B2	Zugbereitstellung an der Bahnladezone					
	AEGR in Maschen	C1	Mit railroad-TMS umladen auf Ladebrücke		09.07. - 01:45	36 min	Hier sind Ent- und Beladung (mit vorsortierten Importcontainern) enthalten. Beide Prozesse laufen parallel ab. Daher sind die Container bereits 36 min vor Abfahrt bereitzustellen.	
		C2	Transport des Containers über das itt-System zur Servicezone					
		C3	Steht ein Nord-Südfahrender Zug im Dispositionszeitfenster bereit?	(1) Nein:	Zwischenlagerung im Blocklager	-	-	Dies ist abhängig vom Fahrplan und wird in diesem Szenario nicht berücksichtigt.
		C4		(2) Ja:	Sortierung und Bereitstellung der Container an der Bahnladezone	09.07. - 02:21	20 min	Annahme zur Dauer der zusätzlichen Aufwendungen zur Bereitstellung der Importcontainer.
		C5	Mit railroad-TMS laden auf Zug		09.07. - 02:41	36 min	Siehe Bemerkungen bei C1/C2	
		C6	Zugabfertigung					
	EVU	D1	Transport des Containers zum nachgelagerten KT		09.07. - 03:17	4 x 3 h	In diesem Szenario wird nur bei jedem zweiten KT gehalten, d.h. dass insgesamt drei Knoten terminals auf dem Weg zum KT Augsburg-Oberhausen angefahren werden. Hierfür werden insgesamt vier Fahrten mit der Eisenbahn durchgeführt. Pro Strecke sind es im Durchschnitt 183 km.	
		D2	Zugbereitstellung an der Bahnladezone					
			Ankunft am KT Augsburg-Oberhausen?	(1) Nein:	Fortsetzen mit E1	-	-	
			(2) Ja:	Fortsetzen mit F1	-	-		
	KT zwischen AEGR und KT Augsburg	E1	Containeraustausch mit railroad-TMS nach co-modalen Kriterien mit Berücksichtigung von Verkehrsengpässen		-	3 x 45 min	Diese Prozesse werden an jedem zweiten KT in dem Szenario durchgeführt, d.h. drei mal bis KT Augsburg-Oberhausen.	
		E2	Zugabfertigung					

Szenario 3: Fortsetzung - Import (Seehafennachlauf)								
Szenario 3: Fortsetzung - Import (Seehafennachlauf)	KT Augsburg	F1	Mit railroad-TMS umladen auf Ladebrücke		09.07. - 17:42	26 min	Hier wird der Zug vollständig entladen. Die Container werden auf Ladebrücken umgeladen, die über das gesamte KT transportierbar sind.	
		Spedit. Allied Forward.	G1	LKW am KT Augsburg-Oberhausen bereitstellen		11.07. - 07:00	1 h	Spediteur wird benachrichtigt und stellt LKW zur vereinbarten Zeit bereit.
	Knotenterminal Augsburg-Oberhausen		F2	LKW steht bald bereit?	(1) Nein:	Transport über das itt-System zur Lagerzone	09.07. - 18:08	10 min
		F3			Zwischenlagerung im Blocklager	09.07. - 18:18	1,5 d	Da es Samstag ist, wird vom Montagmorgen zwischengelagert, weil die Anlieferung per LKW sonst außerhalb der Geschäftszeiten liegt.
		F4	(2) Ja:	Transport des Containers über das itt-System zur LKW-Ladezone an einem terminaleigenen Straßenzugang	11.07. - 07:45	15 min	Sobald der LKW bereitsteht, wird der Container über das itt-System zur entsprechenden LKW-Ladezone an einem terminaleigenen Straßenzugang transportiert und dort zur Umladung auf den LKW bereitgestellt.	
		F5	Umladen auf LKW		11.07. - 08:00	5 min	Der Container wird auf den LKW umgeladen.	
		F6	Abfertigen					
	Spedition Allied Forwarding	G2	Transport mit dem LKW nach Fürstenfeldbruck		11.07. - 08:05	1 h	Nachdem der LKW am KT Augsburg-Oberhausen bereitgestellt und mit dem Container beladen wurde, erfolgt der Transport zum Empfänger des Importcontainers nach Fürstenfeldbruck.	
		G3	Container Bereitstellen		11.07. - 09:05	10 min		
	Empfänger in FFB Güntner AG	H1	Entladen der Importgüter aus dem Container		11.07. - 09:15	2 h	Der Empfänger nimmt den Container entgegen und entlädt die Importgüter. Die ersten 2 h für das Entladen des Containers durch den Empfänger sind i.d.R. entgeltfrei. Der Container ist nun ein Leercontainer und wird wieder für den Spediteur zur Abholung bereitgestellt.	
		H2	Bereitstellen des Leercontainers für den Spediteur					
	Spedition Allied Forwarding	G4	Rücktransport des Leercontainers zum Leercontainerdepot München-Riem		11.07. - 11:15	1 h	Der Spediteur stellt seinen LKW zur Abholung des Leercontainers beim Kunden bereit. Anschließend wird der Rücktransport des Leercontainers in Leercontainerdepot in München-Riem durchgeführt. Hier endet der wertschöpfende Anteil des Containers als Container im Transport.	
		G5	Bereitstellen des Leercontainers am Leercontainerdepot München-Riem		11.07. - 12:15	10 min		

Materialfluss eines Containers im Seehafenlandverkehr – Export (Seehafenvorlauf)
Scenario 3: Richtungsverkehr über ein AEGR und raiload-Knotenminals



	Akteur	#	Prozess	Beginn	Prozesszeit	Kommentar		
Szenario 3: Richtungsverkehr Export (Seehafenvorlauf)	Verlader in FFB Güntner AG	A1	Ankunft des LKW mit leerem Container	12.07. - 08:00	10 min	Der leere Container wird vom Spediteur beim Verlader bereitgestellt. Vereinbarung werden 2 h für die Beladezeit. Für eine darüber hinausgehende Beladezeit ist ein Entgelt zu zahlen. Der Verlader belädt den Container mit den verzollten Exportgütern und stellt den Container mit den erforderlichen Dokumenten bereit.		
		A2	Beladen des Containers mit Exportgütern	12.07. - 08:10	2 h, 10 min			
		A3	Bereitstellen des Containers mit Dokumenten und Zollabfertigung					
	Spedition Allied Forwarding	B1	Transport mit dem LKW zum Knotenterminal Augsburg-Oberhausen	12.07. - 10:20	1 h	Der Spediteur nimmt vom Verlader den Container und alle erforderlichen Dokumente entgegen und führt anschließend den Transport zum Ubf Augsburg-Oberhausen durch. Dort wird der Container schließlich unter einem Kran bereitgestellt.		
		B2	Bereitstellen an der LKW Ladezone am KT Augsburg-Oberhausen	12.07. - 11:20	10 min			
	Knotenterminal Augsburg-Oberhausen	C1	Umladen auf Ladebrücke	12.07. - 11:30	5 min	Der Container wird vom LKW auf eine mobile Ladebrücke geladen.		
		C2	Transport des Containers über das itt-System zur Servicezone	12.07. - 11:35	10 min	Der Container wird über das itt-System zur Lagerzone transportiert.		
		C3	Steht ein Süd-Nord fahrender Zug im Dispositionszeitfenster bereit?	(1) Nein:	Zwischenlagerung im Flachlager	12.07. - 11:45	15 min	Zwischenlagerung im Flachlager bis kurz vor Einfahrt des Süd-Nord fahrenden Zuges.
				(2) Ja:	Sortierung und Bereitstellung der Container an der Bahnladezone	12.07. - 12:00	20 min	Annahme zur Dauer der zusätzlichen Aufwendungen zur Bereitstellung der Exportcontainer.
		C5	Mit railroad-TMS laden auf Zug	12.07. - 12:20	26 min	Hier wird der Zug vollständig mit den auf den Ladebrücken bereitstehenden Containern beladen.		
		C6	Zugabfertigung					
	EVU	D1	Transport des Containers zum nächsten KT	12.07. - 12:46	4 x 3 h	In diesem Szenario wird nur bei jedem zweiten KT gehalten, d.h. dass insgesamt drei Knotenterminals auf dem Weg zum AEGR in Maschen angefahren werden. Hierfür werden insgesamt vier Fahrten mit der Eisenbahn durchgeführt. Pro Strecke sind es im Durchschnitt 183 km.		
		D2	Zugbereitstellung an der Bahnladezone					
		Ankunft am AEGR in Maschen?	(1) Nein:	Fortsetzen mit E1	-		-	
	(2) Ja:		Fortsetzen mit F1	-	-			
	KT zwischen KT Augsburg und AEGR	E1	Containeraustausch mit railroad-TMS nach co-modalen Kriterien mit Berücksichtigung von Verkehrsengpässen	-	3 x 45 min	Diese Prozesse werden an jedem zweiten KT in dem Szenario durchgeführt, d.h. drei mal bis zum AEGR in Maschen.		
		E2	Zugabfertigung					

Szenario 3: Fortsetzung Export (Seehafenvorlauf)		AEGR in Maschen		13.07. - 03:01	36 min	Hier sind Ent- und Beladung (mit vorsortierten Importcontainern) enthalten. Beide Prozesse laufen parallel ab. Daher sind die Container bereits 36 min vor Abfahrt bereitzustellen.		
		F1	F2					
AEGR Shuttle-service	Muss Container zwischengelagert werden?	(1) Ja:	Zwischenlagerung im Blocklager	13.07. - 03:37	ca. 5 d	Dies ist keine systembedingte Zwischenlagerung. Richtet sich nach der Schiffsabfahrtszeit. Da die Schiffsbeladung planmäßig am 18.07.2011 um 06:00 Uhr am CTB beginnt, wird der Container am AEGR zwischengelagert, da die Seehafenterminals hier die höchste Bedienungshäufigkeit haben und daher garantiert werden kann, dass der Container dann am CTB eintrifft, wann er benötigt wird.		
		(2) Nein:	Sortierung der Container nach Zielterminal und Bereitstellung der Container an der Bahnladezone	18.07. - 01:44	20 min	Annahme zur Dauer der zusätzlichen Aufwendungen zur Bereitstellung der Importcontainer.		
AEGR Shuttle-service	F5	Mit railroad-TMS auf Shuttlezug laden		18.07. - 02:04	36 min	Hier sind Ent- und Beladung (mit vorsortierten Importcontainern) enthalten. Beide Prozesse laufen parallel ab. Daher sind die Container bereits 36 min vor Abfahrt bereitzustellen.		
	F6	Zugabfertigung						
AEGR Shuttle-service	G1	Transport des Containers zum CTB		18.07. - 02:40	20 min	Distanz HH Waltershof - AEGR Maschen: 22 km		
	G2	Zugbereitstellung an der Bahnladezone						
Container-Terminal Burchardkai	H1		Umladen ins Pufferlager		18.07. - 03:00	4 h	Die Container werden vollständig vom Shuttlezug entladen und im Pufferlager bis zur Schiffsverladung zwischengelagert. Das Seeschiff wird am 17.07.2011 um 18:40 Uhr am CTB erwartet und wird dann zunächst entladen. Anschließend beginnt die Schiffsverladung (Shore-to-Ship) mit den Containerbrücken. Am 18.07.2011 ist um 21:00 Uhr die Abfahrt des Seeschiffes Richtung Santos (Brasilien) geplant.	
	H2	Schiff steht zur Beladung bereit?	(1) Nein:	Pufferung	18.07. - 03:15	2 h, 45 min		
			(2) Ja:	Schiffsverladung (Shore-to-Ship)	18.07. - 06:00	14,5 h		
	H3	H4		Abfertigen		18.07. - 20:30		30 min
	H5		Abfahrt des Seeschiffes nach Santos (Brasilien)		18.07. - 21:00	-		

QUELLENVERZEICHNIS

- Arnold, D. (2008). Handbuch Logistik (Band 3, erw. Aufl.). Heidelberg: Springer Verlag.
- Balsliemke, F. (2004). Logistiksysteme zur integrierten Distribution und Redistribution. Wiesbaden: Gabler.
- Becker, K. G. (2009). Marktchancen einer mittelständischen Bahnspedition. Rail Business. S. 6.
- Beisler, L. (1995). Effiziente Produktionsstrukturen für den Kombinierten Verkehr. Eisenbahntechnische Rundschau (Heft 4).
- Berndt, T. (2001). Eisenbahngüterverkehr. Stuttgart: Teubner.
- Biebig, Althof, Wagener (1995). Seeverkehrswirtschaft (Band 2). München: Oldenbourg.
- BMVBW - Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2005). Verkehr in Zahlen 2007/2005. Hamburg.
- BMWi - Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009). FlexCargoRail - Definitionsphase. Berlin.
- Bruckmann, D. (2007). Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des containerisierbaren Aufkommens im Einzelwagenverkehr und Optimierung der Produktionsstruktur (Verkehrswesen und Verkehrsbau, Band. 5) Essen: Universität Duisburg-Essen.
- Bühler, G. (2005). Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr: eine Analyse ordnungs- und preispolitischer Maßnahmen. Freiburg: Physica-Verlag.
- Cullinane, Khanna (September 2000). Economies of scale in large containerships: optimal size and geographical implications. Journal of Transport Geography. 8 (3), S. 181-195.
- Deutsche Bahn AG (1. Oktober 2007). Masterplan Schiene Seehafen-Hinterland-Verkehr. Berlin.
- DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung (03.07.2007). Ausgabe 79. Container auf dem Rhein legen zu.
- DVZ - Deutsche Verkehrs-Zeitung (25.10.2008). Ausgabe 129.
- Drevry Shipping Consultants (2008). Annual Review of Global Container Terminal Operators.
- Eisenkopf, A. (1999). City-Logistik. In C. Schulte, Lexikon der Logistik (S. 49-53). München, Wien.
- Fagagnini, H. P. (2010). Güterverkehr kompakt. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Gleißner, H., Femerling, J. C. (2008). Logistik: Grundlagen - Übungen - Fallbeispiele. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH.
- Hildebrand, W.-C. (2008). Management von Transportnetzwerken im containerisierten Seehafenhinterlandverkehr: ein Gestaltungsmodell zur Effizienzsteigerung von Transportprozessen in der Verkehrslogistik. Berlin: Univ.-Verl. der Techn. Univ. Berlin.
- ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung (2008). Datenbank Umwelt & Verkehr.
- Ihde, G. (2001). Transport, Verkehr, Logistik: Gesamtwirtschaftliche Aspekte und einzelwirtschaftliche Handhabung (Band 3, völlig überarb. und erw. Aufl.). München: Vahlen.
- ISL - Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (2010). Prognose des Umschlagpotenzials des Hamburger Hafens für die Jahre 2015, 2020 und 2025. Bremen.
- ISL- Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (2011). Aktuelle Entwicklungen im Containerverkehrs- und Chartermarkt. Bremen.
- Klink / van den Berg (1998). Gateways and intermodalism. Journal of Transport Geography, Vol 6, No.1, pp. 1-9.
- Klotz, H. (2011). Kombiniertes Verkehr muss Qualität verbessern. DVZ - Deutsche Logistik-Zeitung (Nr. 56), 1.

- Kotzab, H., Unseld, H. G. (2010a). Improving the efficiency of rail-based hinterland transport by the means of Advanced Extended Gateway for Rails. In T. Blecker, W. Kersten, C. Lüthje, Innovative Process Optimization Methods in Logistics - Emerging Trends, Concepts and Technologies. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Kotzab, H., Unseld, H. G. (2010b). Innovative intermodal container transshipment at seaports. Wien.
- Kotzab, H., Unseld, H. G. (2010c). Integration des Bahntransports in innovative Logistiksysteme. Wien.
- Kotzab, H., Unseld, H. G. (2011). The potential of high-performance transports in rail networks - the case of Advanced Extended Gateways and Rail Network Nodes for Rail-based Hinterland Container Traffics. Wien.
- Kummer, S. (2006). Einführung in die Verkehrswirtschaft (Bd. I). Wien: Facultas.
- Kummer, S. (2010). Einführung in die Verkehrswirtschaft (Bd. II). Wien: Facultas.
- Lennarz, G. (2009). Leistungsvielfalt auf der Schiene. Güterbahnen, Heft 2, S. 41-43.
- Leveque, P., Roso, V. (2002). Dry Port concept for seaport inland access with intermodal solutions. Chairmers University of Technology.
- Long, D. (2004). International Logistics. Global Supply Chain Management. Norwell: Kluwer Academic Publ.
- Meder, H. (2007). Handbuch für Transport und Logistik (Band 41). Hamburg: Storck Verlag.
- Notteboom, T. (2002). The interdependence between liner shipping networks and intermodal networks. IAME 2002 - International Association of Maritime Economists Annual Conference. Panama.
- Notteboom, T. (2008). The relationship between seaports and the intermodal hinterland in light of global supply chains, European challenges. Paris: OECD International Transport Forum.
- Notteboom, T., Rodrigue, J.-P. (2005). Port regionalization: towards a new phase in port development. Maritime Policy and Management, 32(3), S. 297-313.
- Nuhn, H. (2005). Internationalisierung von Seehäfen – vom Cityport und Gateway zum Interface globaler Transportketten. In M. Gather, A. Kagermeier, M. Lanzendorf, Waren um die Welt bewegen Strategien und Standorte im Management globaler Warenketten (S. 109-124). Mannheim: Verlag MetaGIS Infosysteme.
- Phohl, H.-C. (2010). Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen (Bde. 8., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage). Berlin: Springer.
- PLANCO - PLANCO Consulting GmbH (2007). Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtung - Seeverkehrsprognose - Los 3., Essen.
- Roso, V., Woxenius, J., Lumsden, K. (2009). The dry port concept: connection container seaports with the hinterland. Journal of Transport Geography, 17, S. 338-345.
- Schieck, A. (2008). Internationale Logistik - Objekte, Prozesse und Infrastrukturen grenzüberschreitender Güterströme. München: Oldenbourg.
- Schnieder (2007). Verkehrsleittechnik: Automatisierung des Straßen- und Schienenverkehrs. Berlin: Springer.
- Schönemann, R. (2010). Schienengüterverkehr an der Schnittstelle zum Seeschiff - Integration in der Transportkette. Internationales Verkehrswesen (62), S. 30-35.
- Schönknecht, A. (2009). Maritime Containerlogistik: Leistungsvergleich von Containerschiffen in intermodalen Transportketten. Berlin: Springer.
- Schubert, W. (2000). Verkehrslogistik: Technik und Wirtschaft. München: Vahlen Verlag.
- Schulte, C. (1990). Logistik (Band 3). München: Verlag Vahlen.
- Schulte, C. (2005). Logistik - Wege zur Optimierung der Supply Chain. München: Verlag Franz Vahlen.
- Schulte, C. (2008). Logistik - Wege zur Optimierung der Supply Chain. München: Verlag Franz Vahlen.
- Schwarz, F. (2006). Modellierung und Analyse trimodaler Transportketten für Seehafenhinterlandverkehre. Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- Trafico (1998). Umschlagsysteme für den Kombinierten Verkehr unter besonderer Berücksichtigung des Horizontalumschlages und der Eignung für den alpenquerenden Güterverkehr. Wien.

- UBA – Umweltbundesamt (2005). Determinanten der Verkehrsentstehung. UBA-Texte 26/2005. Berlin
- UBA – Umweltbundesamt (2009). Strategie für einen nachhaltigen Güterverkehr – Kurzfassung. Dessau-Roßlau.
- UBA - Umweltbundesamt (2010). Ausbaukonzeption für einen leistungsfähigen Schienengüterverkehr in Deutschland. Dessau-Roßlau.
- UIRR (2011). UIRR Jahresbericht 2010. Brüssel.
- Unsel, H. G. (2008). Das EU-Projekt "FastRCargo". Bahntechnik Aktuell. 18.
- Unsel, H. G. (2009). RailCrossDocking - Zugbildungsanlagen für Hinterlandtransporte. Wien.
- Unsel, H. G. (2011a). Hochleistungsgütertransporte in Bahnnetzwerken - Optimierung der Netzauslastung durch Steuerung von Zugprofilen. Wien.
- Unsel, H. G. (2011b). Bahnseitige Hinterlandanbindung des Hamburger Hafens. Wien.
- Unsel, H. G. (2011c). Knotenterminals zur Steigerung des Bahnanteils im norddeutschen Seehafen-Hinterlandverkehr. Wien.
- Unsel, H. G. (2011d). Beschreibung einer Bahnserviceanlage mit Bahn-Logistik Schnittstelle. Wien.
- Vahrenkamp, R., Siepermann, C. (2007). Logistik: Management und Strategien. München: Oldenbourg.
- VDI – VDI Nachrichten (2008). Ausgabe 42 (17.10.2008). Düsseldorf.
- VDV - Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. (2008a). Handbuch Schienengüterverkehr. Hamburg: DVV Media Group.
- Veenstra, A., Zuidwijk, R. (2010). The future of seaport hinterland networks
- Verkehrs Rundschau (2011). Wo können 18.000-TEU-Schiffe noch festmachen? Ausgabe 09/2011, S. 10.
- Visser, J., Konings, R., Pielage, B.-J., Wiegman, B. (2007). A New Hinterland Transport Concept for the Port of Rotterdam: Organizational and/or Technological challenges? Boston, USA.
- Voigt, F. (1973). Verkehr - die Theorie der Verkehrswirtschaft (Bd. I). Berlin: Duncker & Humbold.
- Vrenken, H., Macharis, C., Wolters, P. (2005). Intermodal Transport in Europe (E. I. Association, Hrsg.) Brüssel.
- Wendrich, G., Ordemann, F., Plociennik, W., Hopf, H. (1998). Attraktivitätssteigerung der deutschen Seehäfen durch Attraktivitätssteigerung der deutschen Seehäfen durch Verbesserung der Hinterlandanbindung. Hamburg: UNICONSULT.
- Woitschützke, C.-P. (2002). Verkehrsgeographie (Bde. 2., aktual.). Troisdorf: Bildungsverl. Eins.

Internetquellen

- Allianz pro Schiene: Die Bedeutung des Schienengüterverkehrs für Deutschland. Abgerufen am 9. Mai 2011 von <http://www.allianz-pro-schiene.de/gueterverkehr/bedeutung-schienengueterverkehr-wirtschaftsstandort-deutschland/>
- Allianz pro Schiene: Elektromobilität findet auf der Schiene statt. Abgerufen am 5. Juni 2011 von <http://www.allianz-pro-schiene.de/umwelt/umweltdatenbank/elektromobilitaet/>
- Allianz pro Schiene: Fakten zur Leistungsfähigkeit des Schienenverkehrs. Abgerufen am 5. Juni 2011 von <http://www.allianz-pro-schiene.de/gueterverkehr/fakten-zur-leistungsfahigkeit-des-schienenverkehrs/>
- Allianz pro Schiene: Schienengüterverkehr im Umweltvergleich auf Platz 1. Abgerufen am 10. Mai 2011 von <http://www.allianz-pro-schiene.de/umwelt/umweltdatenbank/schienengueterverkehr-umweltvergleich-platz-1>
- Allianz pro Schiene: Gleisnetz: 5 Milliarden jährlich für Ausbau und Pflege nötig. Abgerufen am 29. August 2011 von <http://www.allianz-pro-schiene.de/infrastruktur/investitionen-schieneninfrastruktur/>
- Allianz pro Schiene: Umweltvergleich der Verkehrsmittel. Abgerufen am 29. August 2011 von <http://www.allianz-pro-schiene.de/umwelt/umweltvergleich-der-verkehrsmittel/>

DB Schenker (2010). Die Güterbahn ist der Verkehrsträger mit den geringsten Emmissionswerten. Abgerufen am 5. Juni 2011 von http://www.dbschenker.com/site/logistics/dbschenker/com/de/umwelt/erfolge__messen/schienengueterverkehr/schienengueterverkehr.html

DIUM – Entfernungsanzeiger für den internationalen Güterverkehr (2011). DB Schenker. Abgerufen am: 29.08.2011 von <http://diium.dbschenker.com/dium/profisuche.do?initContext=1&style=stinnnes>

FIS - Forschungs-Informationssystem (2010) (B. u. Bundesministerium für Verkehr, Herausgeber) Abgerufen am 26. Juni 2011 von Einzelwagenverkehr im Schienengüterverkehr: <http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/9249/>

FIS - Forschungs-Informationssystem (2011). Abgerufen am 9. August 2011 von Akteure im Schienengüterverkehr: <http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/307089/?clsId0=276654&clsId1=276659&clsId2=276928&clsId3=0>

Hafen Hamburg Marketing e.V (2010). Daten & Fakten. Abgerufen am 29. August 2011 von <http://www.hafen-hamburg.de/figures/facts>

Hafen Hamburg Marketing e.V (2011). Hamburger Hafen: Daten und Fakten. Abgerufen am 8. Mai 2011 von http://www.hafen-hamburg.de/sites/default/files/images/daten/time-ser-con_10.xls

Kombiverkehr - Deutsche Gesellschaft für kombinierten Güterverkehr mbH & Co KG (2011a). Transportketten. Abgerufen am 19. Juni 2011 von http://www.kombiverkehr.de/web/Deutsch/Startseite/Wissen/Kombinierter_Verkehr/Transportketten/

Kombiverkehr - Deutsche Gesellschaft für kombinierten Güterverkehr mbH & Co KG (2011b). Produktionssysteme. Abgerufen am 22. Juni 2011 von http://www.kombiverkehr.de/web/Deutsch/Startseite/Wissen/Kombinierter_Verkehr/Produktionssysteme/

Kombiverkehr - Deutsche Gesellschaft für kombinierten Güterverkehr mbH & Co KG (2011c). Direkt- und Shuttlezugverkehre. Abgerufen am 29. August 2011 von http://www.kombiverkehr.de/web/Deutsch/Startseite/Verkehre/Produktionssysteme3cyiba/Direkt_und_Shuttlezugverkehre/

NAVTEQ MAP24 (2011) – Routenplaner. Abgerufen am 29.08.2011 von <http://www.de.map24.com/>

Portal C - DB Schenker Rail Deutschland AG (2011b). Einzelwagenverkehr - Beförderung kleinerer Mengen nach Plan. Abgerufen am 22. Juni 2011 von <http://www.transportberater.portal-c.info/einzelwagenverkehr.html>

Portal C - DB Schenker Rail Deutschland AG (2011a). Ganzzugverkehr - Große Mengen direkt ans Ziel. Abgerufen am 22. Juni 2011 von <http://www.transportberater.portal-c.info/ganzzugverkehr.html>

SGKV - Studiengesellschaft für den kombinierten Verkehr e.V (2011). Was ist der KV? Abgerufen am 21. Juni 2011 von http://www.sgkv.de/index.php?option=com_content&view=article&id=37&Itemid=1 &limitstart=1

VDV - Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2008b). Pressemitteilung vom 14.01.2008: VDV fordert Finanzierungsgesetz für Infrastruktur der Nichtbundeseigenen Eisenbahnen. Abgerufen am 09. August 2011 von http://www.vdv.de/medienservice/pressemitteilungen_entry.html?nd_ref=4514

Universität Bremen
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Lehrstuhl für ABWL und Logistikmanagement
Wilhelm-Herbst-Str. 12
28359 Bremen

Telefon: +49 0421 218 66981
E-Mail: kotzab@uni-bremen.de
www.lm.uni-bremen.de

ISSN 2365-2101

Als wissenschaftliches elektronisches Dokument veröffentlicht in der Staats- und
Universitätsbibliothek Bremen und auf dem Lehrstuhlserver

Veröffentlicht: 2015