



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN**

Vienna University of Technology

Diplomarbeit

Automobildistribution mittels Binnenschiff – eine Analyse der derzeitigen Situation in Europa

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Kurt Matyas

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

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

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung,
Fraunhofer Austria Research GmbH)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Mag. Johannes Hoffmann BSc

0526143 (066 482)

Lainzerstraße 22a

1130 Wien

Wien, im Dezember 2014

Johannes Hoffmann



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

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

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

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

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

Wien, im Dezember 2014

Johannes Hoffmann

Danksagung

Für meinen Vater

Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Automobildistribution mittels Binnenschiff, sogenannten Roll-on/Roll-off-Transporten, für fabrikneue PKW im Konzept von multimodalen Transportketten. Den Ausgangspunkt dieser Arbeit bilden die grenzüberschreitenden und wachsenden Transportströme der Automobilhersteller in Europa. Dieser Diplomarbeit liegt die Fragestellung zugrunde auf welchen europäischen Wasserstraßen ein Binnenschiffahrtsliniendienst für die Fertigfahrzeugdistribution derzeit möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Im Detail wird die derzeitige Fertigfahrzeugdistribution mittels Binnenschiff analysiert. Anschließend werden Kosten- und Preisannahmen für den LKW- und Binnenschifftransport getroffen. Ausgehend von diesen Parametern werden bestehende und neue multimodale Transportketten für die Fertigfahrzeugdistribution berechnet und mit Direkttransporten mittels LKW verglichen. Abschließend werden Gründe für und gegen die Verwendung des Binnenschiffes sowie Optimierungsmöglichkeiten genannt. Diese Arbeit umfasst eine qualitative Untersuchung, in deren Rahmen Expertengespräche durchgeführt wurden. Diese Experten wurden vor Durchführung der Befragung anhand verschiedener Kriterien auf Relevanz für die Untersuchung geprüft.

Die ermittelten Ergebnisse zeigen, dass multimodale Transporte mit dem Binnenschiff im Hauptlauf, verglichen mit Direkttransporten per LKW, ab einer Distanz von ungefähr 350 Kilometern Preisvorteile aufgrund der größeren Ladekapazitäten generieren. Vor allem die derzeitigen Transporte auf dem Rhein mit einer Kapazität von 500 PKW zeigen deutlich, dass das Binnenschiff besonders im Verkehr zu und von einem Seehafen auf einer Distanz zwischen 250 und 750 Kilometern erfolgreich eingesetzt werden kann. Zusätzlich zum Rhein sind die Donau zwischen Budapest und Kelheim und der Mittellandkanal alternative attraktive Transportstrecken für das Binnenschiff. Auf diesen Strecken sind jedoch nur Schiffe mit einer geringeren Kapazität von ca. 250 PKW einsetzbar. Jedoch dürfen bei der Betrachtung die Laufzeit, Zuverlässigkeit und bereits bestehende Konzepte von Logistiknetzwerken nicht vernachlässigt werden. Besonders bei längeren Transporten stellt die lange Transportzeit das größte Hindernis für den Umstieg auf das Schiff dar. Die Konkurrenz der Bahn, die zu ähnlichen Kosten aber deutlich schneller als das Schiff verkehrt, ist mit Transporten mittels Ganzzügen in den letzten Jahren stark gewachsen. Eine weitere Verlagerung hin zu multimodalen Transportketten mit dem Binnenschiff ist daher nur langsam und mit Hilfe von schiffahrtsfreundlicheren verkehrspolitischen Rahmenbedingungen umzusetzen.

Schlagworte zur Arbeit: Automobillogistik, Fertigfahrzeugdistribution, Neuwagenlogistik, RoRo-Binnenschiff

Abstract

The present paper examines the finished car distribution out of the factory with a focus on river barge shipping using roll-on/roll-off ships. The paper's initial basis are growing transport streams of the automotive manufacturers spreading through Europe. New markets for passenger vehicles are constantly established, while factories are opened often far away from these markets. The following question is discussed: where is a scheduled service for the finished car distribution on a European river for car manufacturers both possible and economically feasible.

Firstly, existing and potential routes through Europe, where finished vehicles are already transported are analyzed and described. Then cost parameters for multimodal transport shipping with truck and river barge are set up. Using this cost model current and possible multimodal future routes are calculated and compared to direct truck transports. Furthermore the pros and cons of river shipment as well as current relevant topics in the finished vehicle and river barge shipping are discussed.

The present paper is based on a qualitative study during which expert interviews have been conducted.

The results show that multimodal transports with river barges on the main haulage have strong cost benefits from 350 kilometers onwards due to higher loading capacities, compared to direct truck shipments. The current RoRo shipments on the Rhine, with a capacity of up to 500 cars, show that the river barge can successfully serve regions in the proximity to seaports. In the range from 350 to 750 kilometers cost benefits compared to direct truck shipment are possible. In addition, alternative river routes can be established on the Danube between Budapest and Kelheim and on the German Mittellandkanal in the proximity of the German sea ports Hamburg and Emden. Due to infrastructure restrictions only ships with a capacity of up to 250 cars can be used on these routes. Nonetheless, shipment time, reliability and already existing transport and logistic concepts of car manufacturers cannot be disregarded when looking at multimodal transports. Negative effects occur on routes over 750 kilometers due to the long shipping time. Train transports, with comparable costs and lower shipping time, currently are a strong competition to river barge transports. A further shift towards multimodal transport chains can only be made slowly and with the help of a political "river barge-friendly" transport framework.

Keywords: Finished Vehicle Logistics, Automotive River Barge RoRo Shipping

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Problemstellung und Ausgangssituation	3
1.2	Forschungsfrage und Zielsetzung der Arbeit.....	4
1.3	Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	5
1.4	Begriffsdefinitionen	7
2	Die Fertigfahrzeugdistribution	9
2.1	Einführung.....	9
2.2	Multimodale Transportketten.....	13
2.3	Distributionsnetze innerhalb Europas	16
2.4	Verkehrsträger für den Automobiltransport.....	20
2.4.1	LKW	20
2.4.2	Schiff – RoRo-Transport	23
2.4.3	Bahn	26
2.5	Transportschutz für Automobile	27
2.6	Break-Even-Distanz und Verkehrsmittelwahl	29
3	Die RoRo-Binnenschifffahrt.....	32
3.1	Einführung Binnenschifffahrt	32
3.2	Die Akteure des Verkehrssystems Binnenschifffahrt	37
3.2.1	Wasserinfrastruktur	37
3.2.2	Spediteure und Transporteure.....	44
3.2.3	Reedereien.....	46
3.2.4	Binnen- und Seehäfen.....	47
3.2.5	Verladende Wirtschaft – Automobilkonzerne	49
3.3	Ablauf RoRo.....	49
4	Ergebnisse/Auswertung	51
4.1	Untersuchungsdesign.....	51
4.2	Datenbasis der Untersuchung	52
4.3	Untersuchungsinstrument und Datenanalyse.....	53
5	Vorstellung Linienverkehrsmodell.....	54
5.1	Definition Linienverkehr	54
5.2	Existierende RoRo-Dienste für die Fertigfahrzeugdistribution	55
5.3	PKW-Güterströme in Europa.....	61
5.4	Aufbau Kosten RoRo-Schiffstransport	64
5.5	Erstellung Kostenmodell für einen multimodalen Transport	67
5.5.1	Kosten LKW Transport Vor-, Nachlauf und Direktverkehr	67
5.5.2	Kosten RoRo-Binnenschiff-Transport.....	71
5.5.3	Beispielrechnung Suzuki Transport, Esztergom – Kelheim	77
5.5.4	Beispielrechnung Ford Transport, Köln – Antwerpen	79

5.6	Route 1: Westrampe – Hamburg	82
5.7	Route 2: Neckarsulm – ARA-Häfen	85
5.8	Route 3: Budapest – ARA-Häfen	87
5.9	Diskussion der Ergebnisse	90
5.9.1	Gründe für die Nutzung des Binnenschiffes.....	90
5.9.2	Aktuelle Probleme bei der Nutzung des Binnenschiffes	92
5.9.3	Weitere Meinungen über die derzeitige RoRo-Transportsituation	95
5.9.4	Mögliche zukünftige Strecken.....	99
6	Schlussfolgerungen	102
6.1	Zusammenfassung und Gültigkeit der Ergebnisse.....	102
6.2	Implikationen für die Wissenschaft	104
7	Anhang	105
7.1	Berechnungen Routen	105
7.1.1	Route 1: Westrampe – Hamburg	105
7.1.2	Route 2: Neckarsulm – ARA Häfen.....	106
7.1.3	Route 3: Csepel - ARA Häfen	108
7.2	Gesprächsleitfaden	109
8	Literaturverzeichnis	112
9	Abbildungsverzeichnis	119
10	Tabellenverzeichnis	122
11	Abkürzungsverzeichnis	123

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Ausgangssituation

Diese Arbeit befasst sich mit dem Fachgebiet der Distributionslogistik in der Automobilindustrie. Roll-on/Roll-off-Schiffe, sogenannte RoRo-Schiffe, und deren mögliches Einsatzgebiet auf Binnenwasserstraßen in Europa für die Fertigfahrzeugdistribution stellen das Forschungsobjekt dar. In dem folgenden Abschnitt wird die Problemstellung der Arbeit mit der daraus abgeleiteten Forschungsfrage dargestellt.

Während Automobilwerke voll von neuen Technologien, einer globalen Supply Chain und synchronisierten Abläufen sind, wie beispielsweise Automated Guided Vehicles oder Advanced Picking Technologies, bewegt sich die Fertigfahrzeugdistribution meist immer noch mit denselben Verkehrsmitteln wie vor Jahrzehnten. Automobilhersteller fordern von Spediteuren moderne Systeme, Abläufe und Geräte. Die Spediteure erwidern, aufgrund geringer Margen keine Mittel für neue Investitionen zu haben. Tracking und Nachverfolgung von Sendungen werden oft noch manuell und auf dem Papier vollzogen und lange Standzeiten von Sendungen in Häfen oder Umschlagplätzen sind die Folge. Auf der anderen Seite halten die Spediteure die Distributionskosten gering und sorgen mit neuen LKW für immer umweltfreundlichere Transportmöglichkeiten (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 2/2014, S.3).

Als Folge der weltweiten Globalisierung wird die Fertigfahrzeugdistribution immer komplizierter, da sich die Transportströme nicht mehr auf einige wenige Länder beschränken. Die Gründe hierfür liegen in der immer stärker werdenden Ausdehnung der Absatzmärkte der Automobilhersteller. Parallel dazu stagniert in Europa der Automobilabsatz seit Jahren - nur noch wenige Marken zeigen in ihren Heimatmärkten in Europa stabile Absatzzahlen. Dagegen wächst global gesehen der Automarkt, in China oder in den USA sogar zweistellig. Deutsche Hersteller haben 2011 300.000 PKW nach China exportiert. Andererseits haben sich die Automobilhersteller in den letzten Jahren zu transnationalen Konzernen entwickelt, in denen die Endmontage von Fahrzeugen immer mehr im Ausland stattfindet und die Exporte ausgeweitet werden, um die Werke in Europa auszulasten. Europäische Werke wurden bereits verkleinert oder geschlossen und besonders in den osteuropäischen Staaten stehen viele kürzlich erbaute Automobilfabriken, die ausgelastet werden müssen. Trotz dieser langen Transportstrecken ist es für die Automobilindustrie wichtig, eine kurze Lieferzeit und eine hohe Liefertreue zu

gewährleisten. Die Absatzkrise der Autobranche in Europa ist gleichzeitig eine große Chance für die Neuwagenlogistik und auch eine Möglichkeit für die Weiterentwicklung der Binnenschifffahrt. Eine weitere Schwierigkeit der aktuellen Verkehrssituation besteht im hohen Anteil des Verkehrsträgers LKW am Modal Split, der hohe externe Kosten verursacht und immer mehr an seine kapazitätsmäßigen Grenzen stößt. Intelligente, nachhaltige und wirtschaftliche multimodale Transportketten sind gefragt um die zukünftigen Herausforderungen zu meistern (vgl. Logistik Express 2013, Werthmann 2013, S.145, Mierka 2009, S.1).

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der Analyse von RoRo-Transporten für fabrikneue PKW im Konzept von multimodalen Transportketten. Bei diesen werden PKW auf Schiffen befördert, deren spezielle Bauart es ermöglicht, das Be- und Entladen ohne Kraneinsatz über RoRo-Rampen durchzuführen. Wasserstraßen besitzen freie Kapazitäten und Schiffstransporte im Vergleich zu Schiene und Straße niedrigere Transportkosten. Automobilhersteller haben multimodale Transporte bisher nur auf ausgewählten Routen eingesetzt, da der Kostenvorteil des Binnenschiffes speziell in der Möglichkeit liegt, zeitlich und kundenübergreifend auf einer Strecke große Mengen operativ zusammenzufassen. Aktuelle Kostenzahlen über den RoRo-Transport oder multimodale Transportketten von Neuwagen sind in wissenschaftlichen Arbeiten derzeit noch wenig zu finden.

Dieser Diplomarbeit liegt daher die Fragestellung zugrunde, wo und unter welchen Rahmenbedingungen ein Binnenschifffahrtsliniendienst für die Fertigfahrzeugdistribution auf einer europäischen Wasserstraße für Automobilhersteller derzeit wirtschaftlich Sinn macht. Es sollen mögliche Strecken und die mit diesem Liniendienst in Verbindung stehenden Gesamtprozesskosten der Transportkette ermittelt werden, die bis heute in wissenschaftlichen Arbeiten noch nicht exakt erfasst wurden. Um den Automobiltransport nach ökonomischen, ökologischen und wettbewerbsfähigen Kriterien zu bewerten, wird die gesamte Prozesskette der Automobildistribution im Theorieteil analysiert.

1.2 Forschungsfrage und Zielsetzung der Arbeit

Aus der oben beschriebenen Problemstellung ergibt sich für die vorliegende Arbeit die folgende Forschungsfrage:

Wie funktioniert die Automobildistribution mittels Binnenschiff in Europa und wie sieht ein realistisches Kostenmodell für einen multimodalen RoRo-Transport mittels Binnenschiff im Vergleich zu direkten LKW-Transporten aus?

Aus der Forschungsfrage können folgende Unterfragen abgeleitet werden:

1. Wie sieht die derzeitige Situation der Automobildistribution mit dem Binnenschiff aus? Welche Strecken werden bedient? Wie funktioniert der Vor- und Nachlauf mit dem LKW?
2. Welche Kostenparameter sind bei der Berechnung von multimodalen Transporten mittels Binnenschiff zu berücksichtigen?
3. Auf welchen Strecken macht ein Linienverkehrsmodell in Zukunft Sinn? Welche Volumen und Auslastung sind in die jeweiligen Richtungen zu erwarten? Welche Kosten entstehen durch diesen Transport? Wie sieht der Vergleich mit einem Direkttransport per LKW aus?
4. Was sind die Gründe für und gegen den Einsatz des Binnenschiffes? Welche Themen spielen im derzeitigen System der Automobildistribution eine Rolle?
5. Welche optimierenden Maßnahmen müssten im System Automobilhersteller – Spediteur gesetzt werden, um auf ausgewählten Strecken einen Wechsel auf das Binnenschiff zu erzielen?

1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit wird anhand qualitativer Forschungsmethoden durchgeführt. Die folgenden Methoden der Datenerhebungen wurden eingesetzt, um Ergebnisse und auch zukünftige Trends, Meinungen und Entwicklungen zu finden: Expertengespräche, Internet-Recherche, Analyse von Dokumenten wie Studien, Berichten, Magazinen, Publikationen sowie statistischem Material. Bei den theoretischen Ausarbeitungen wird vornehmlich auf Standardliteratur und Fachzeitschriften, die sich auf multimodale Transportketten, Automobildistribution und Binnenschifffahrt beziehen, zurückgegriffen. Da sich die Diplomarbeit auf aktuelle Ereignisse und Charakteristika der Binnenschifffahrt und Automobildistribution bezieht, wurden Experteninterviews durchgeführt, um praxis- und branchennahe Erkenntnisse zu finden.

Die vorliegende Arbeit lässt sich in zwei Blöcke unterteilen, wobei im ersten Block, bestehend aus Kapitel 2 und 3, der theoretischen Hintergrund aufbereitet wird, und sich der zweite, bestehend aus Kapitel 4 und 5, der empirischen Analyse widmet.

Der Theorieteil setzt sich aus den Grundlagen der Automobillogistik und der Binnengüterschifffahrt in Europa zusammen. Das Kapitel 2 der Automobillogistik gibt eine Definition von multimodalen Transportketten, erklärt Distributionsnetzwerke und gibt einen Einblick in die Verkehrsmittelwahl und Break-Even-Distanz. Kapitel 3 stellt das System der Binnenschifffahrt, die einzelnen Akteure in der Binnenschifffahrt und die RoRo-Transportkette vor.

Der Praxisteil sieht eine empirische Grundlage vor, in deren Rahmen Gespräche mit unterschiedlichen Akteuren aus der RoRo-Transportkette geführt werden, die durch

eine Literaturrecherche ergänzt werden. Die Vorgehensweise um die Forschungsfrage zu beantworten ist daher *qualitativ* im Sinne von Experteninterviews und Recherche. Eine Reihe von Studien über den allgemeinen Binnenschiffmarkt und den Gütertransport existieren bereits. Konkrete ausgearbeitete Konzepte, Strecken und Berechnungsmodelle für einen RoRo-Liniendienst bzw. multimodale Transportketten für die Automobillogistik fehlen jedoch derzeit noch. Hier gilt es Marktteilnehmer zu befragen um ein aussagekräftiges Modell für die Praxis zu entwerfen. Es sollen konkrete Strecken, Verbesserungen und Zahlen für einen attraktiven und profitablen Liniendienst herausgefunden werden.

Der Praxisteil beginnt mit der Vorstellung der Untersuchungsmethodik in Kapitel 4. Dieses befasst sich mit dem gewählten Untersuchungsdesign, dem Instrument und der Datenbasis. Im darauffolgenden Kapitel 5 werden die Ergebnisse der empirischen Analyse vorgestellt. Bereits bestehende RoRo-Dienste werden aufgezählt und im Detail beschrieben. Des Weiteren werden in diesem Kapitel PKW-Warenströme in Europa behandelt um potenziell attraktive Strecken ausfindig zu machen. Kosten für Binnenschiff und LKW Transporte werden analysiert und Modellannahmen getroffen. Im Anschluss werden drei multimodale Routen für das Binnenschiff vorgestellt und ihre Kosten mit einem direkten Transport mit dem LKW verglichen. Argumente und Optimierungsmöglichkeiten, die im Zuge der Gespräche und Recherchen gefunden wurden, werden präsentiert. Die Arbeit endet mit einer Zusammenfassung der Ergebnisse und Implikationen für Wissenschaft und Praxis in Kapitel 6. Abbildung 1 gibt einen graphischen Überblick über die Aufteilung der Arbeit:

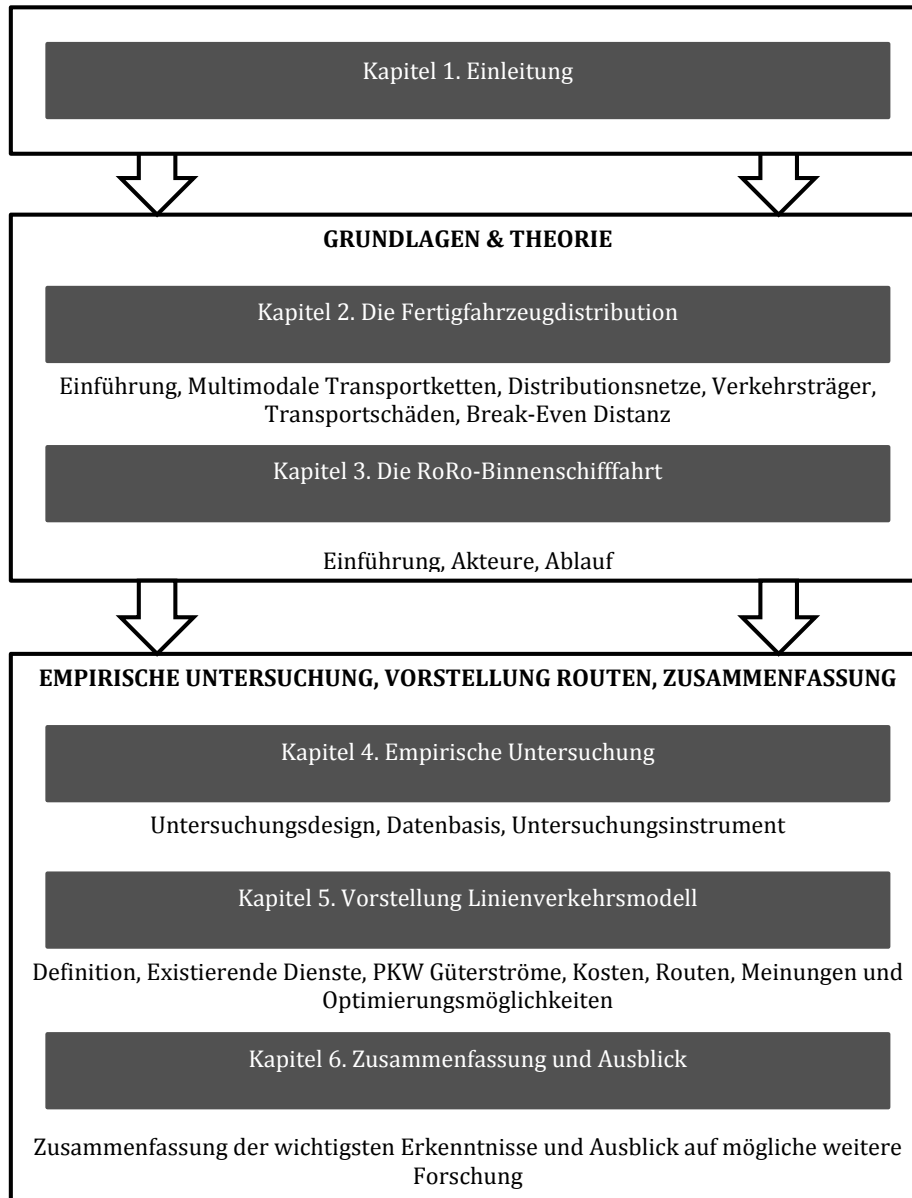


Abbildung 1: Aufbau der Arbeit (eigene Darstellung)

1.4 Begriffsdefinitionen

- **Binnenschifffahrt:** Die Binnenschifffahrt wird als System mit den Elementen Wasserstraße, Schiffe, Häfen, Binnenschifffahrts-Informationsdienste sowie dem rechtlichen und politischen Rahmen verstanden (vgl. via donau 2013, S.13).
- **Distributionslogistik:** Verteilung von Waren von den Betrieben zu den Empfängern (vgl. Gudehus 2005, S.12).
- **Fertigfahrzeugdistribution:** Der Distributionsprozess der Automobillogistik verfolgt das Ziel einer zeitgerechten Auslieferung der Fertigfahrzeuge beim Endkunden mit einer hohen Transportqualität unter Berücksichtigung von

Kosten und Nachhaltigkeitsfaktoren. Die Fahrzeuglogistik versendet und verteilt Fahrzeuge in ein zuvor geplantes und eingerichtetes Distributionsnetzwerk, mit dem Ziel die Fahrzeuge nach Kundenwunsch dem Handel bzw. den Importeuren zu Verfügung zu stellen (vgl. Klug 2010, S.429).

- **Paarigkeit:** Die Verkehrsmenge innerhalb einer bestimmten Zeitspanne ist in beiden Verkehrsrichtungen (z.B. auf der Donau zu Tal und zu Berg) gleich groß (vgl. via donau 2013, S.199).
- **RoRo:** Unter RoRo-Verkehr (Roll-on/Roll-off-Verkehr) wird der Transport von LKW, LKW-Zügen (schwimmende Landstraße), LKW-Anhängern, Sattelaufliegern und PKW verstanden. RoRo bedeutet, dass ein Verkehrsmittel mit eigener oder fremder Kraftquelle auf ein anderes Verkehrsmittel auffährt (Roll on) und am Zielort wieder abfährt (Roll off). Je nach Fahrerbegleitung werden der begleitende und der unbegleitete RoRo-Verkehr unterschieden (vgl. Plätzer 2007, S.144f).
- **RoRo Schiff:** Motorgüterschiff oder Schubleichter, die für den Transport rollender Güter geeignet sind. Auf Binnenschiffen werden hafen- oder schiffseitige Rampen verwendet, um Transporte an und von Bord zu bringen (vgl. via donau 2005, S.A1). Im Rahmen dieser Arbeit wird von nun an die einheitliche Abkürzung RoRo verwendet.

2 Die Fertigfahrzeugdistribution

2.1 Einführung

Hohe Produktionsvolumen, Dynamik und Komplexität in der Automobilbranche brauchen stabile und klare Prozesse. Abbildung 2 zeigt, wie sich der Prozess der Fahrzeugdistribution in die gesamte Auftragsabwicklung eines Automobilunternehmens eingliedern lässt. Dieser Prozess reicht vom Kunden, der eine Automobilbestellung beim Händler abgibt, über die Bestellannahme, Auftragsplanung, Fahrzeugfertigung, Fahrzeugdistribution und Fahrzeugübergabe wieder zurück an den Kunden. Für eine genauere Betrachtung wird der Hauptprozess der Fahrzeugdistribution mit seinem dazugehörigen Unterprozess dargestellt. Dieser Unterprozess wird von Grieneisen (2013, S.354) in die Prozesse Fahrzeugumschlag, LKW-Transport, Bahn-Transport und Umschlagpunkt eingeteilt. In dieser Diplomarbeit wird diesem Unterprozess noch der Binnenschiff-Transport hinzugefügt.

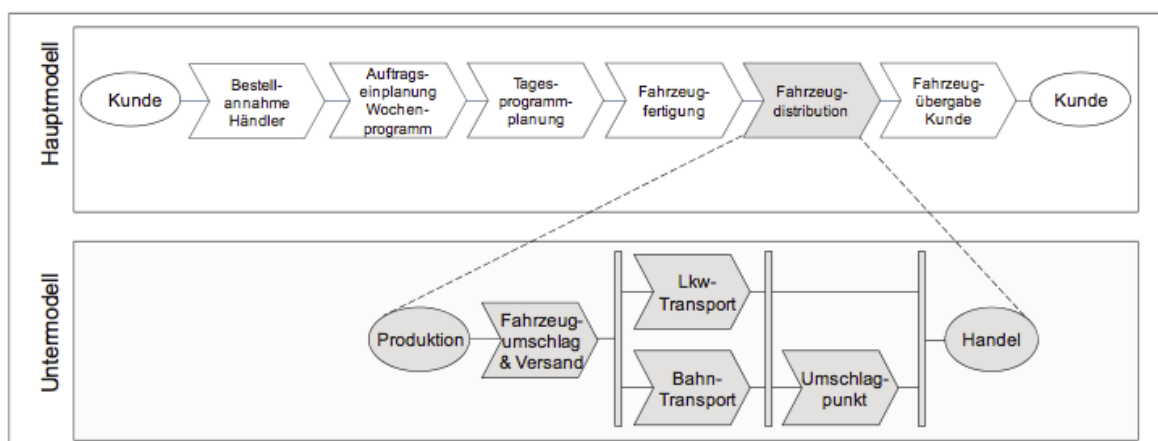


Abbildung 2: Prozesskettenmodell der nationalen Fahrzeugdistribution (aus Grieneisen 2013, S.354)

Der gesamte Prozessschritt Fahrzeugdistribution lässt sich nach Klug (2010 S. 431f) wie folgt beschreiben: Die Qualitätssicherung in der Fertigungslogistik prüft die Freigabe des fertigen Fahrzeuges zur Auslieferung an den Kunden und übergibt das Fahrzeug der Distributionslogistik. Für den Transport werden mehrere Fahrzeuge destinationsspezifisch gemäß Händlerabrufen gebündelt und zu Versandlosen zusammengefasst, um die Auslastung der für den Transport eingesetzten Transportmittel zu erreichen. Nach Bereitstellung und Meldung der zu transportierenden Fahrzeuge durch den Hersteller ordnet der erste Abhollogistiker die Fahrzeuge einem Transportmedium zu und übermittelt diese an den Logistikpartner. Anschließend werden die Fahrzeuge auf das jeweilige Transportmedium verladen, der Bestand ausgebucht und die Frachtdokumente

bereitgestellt. Für einen optimalen Distributionsprozess ist die logistische Anbindung des Produktionswerkes für eine schnelle Transportabwicklung entscheidend. Hier besitzen Werke sehr oft einen Zugang zu sowohl Straße als auch Schiene oder Binnengewässern.

Abbildung 3 zeigt das verzweigte und komplexe Logistiknetzwerk eines Automobilwerkes in Zusammenarbeit mit Logistikdienstleistern in der Inbound- und Outbound-Logistik. Das Inbound-Netzwerk der Automobilfabrik erstreckt sich von den vorgelagerten Stufen (2nd und 3rd tier) der Teile- und Komponentenhersteller über die erste Vorstufe (1st tier) der Modullieferanten zur Fahrzeugmontage. Das Outbound-Netzwerk hat die Aufgabe, das fertige Fahrzeug über die Fahrzeugverladung und das Zentrallager zu den Umschlagpunkten bis zu den Verkaufsstellen in aller Welt zu versenden. Das Netzwerkmanagement erstreckt sich von den Kunden der Kunden bis zu den Lieferanten der Lieferanten. Das Ziel ist es, die benötigten Logistiksysteme so zu gestalten, dass sie die Leistungsanforderungen erfüllen und die einzelnen Systeme so zu einem leistungsfähigen Logistiknetzwerk zu verknüpfen (vgl. Gudehus 2005, S.38f und S.5).

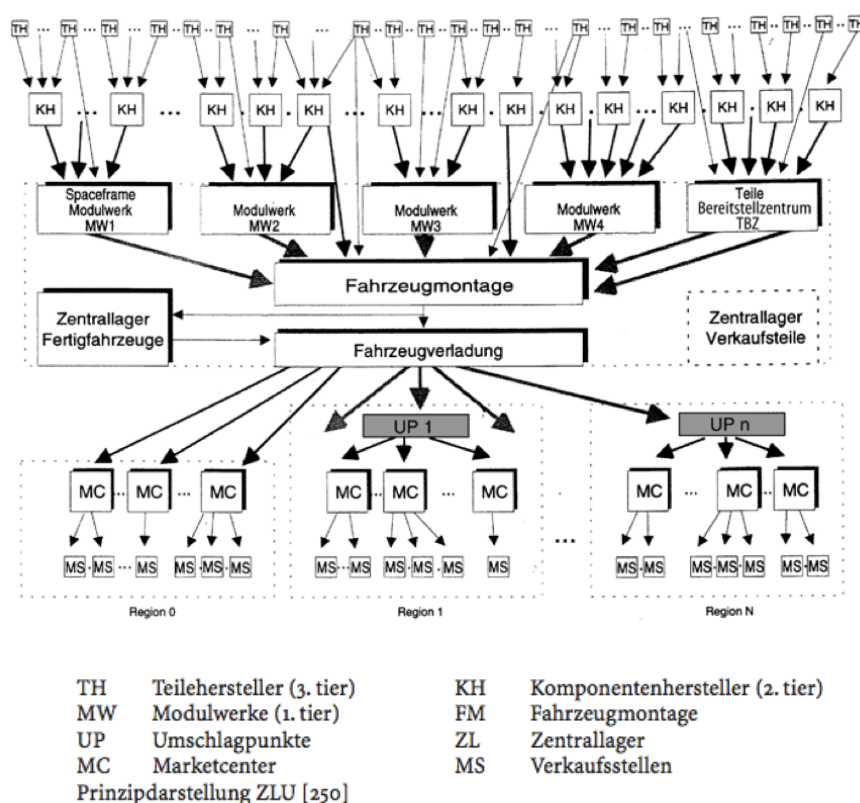


Abbildung 3: Logistiknetzwerk eines Automobilwerkes (aus Gudehus 2005, S.39)

Laut Gudehus (2005, S.1017) betragen Logistikkosten in der Automobilindustrie zwischen 5% und 15% der Gesamtkosten eines Fahrzeuges. Abbildung 4 zeigt die Gesamtkostenaufteilung von Automobilen in Prozent nach Holweg (2003, S.67). Dieser sieht sogar geringere Prozentwerte und gibt Outbound-Logistikkosten in der Höhe von 1,2% der Gesamtkosten an. Holweg äußert auch, dass eine schnellere

Auslieferung die Kosten stark ansteigen lässt. Die Logistik ist für die Produktionsunternehmen keine Kernkompetenz; sie muss funktionieren ist aber nicht geschäftsentscheidend. Automobilkonzerne sind daher zunehmend bereit, immer umfassendere Anteile ihrer Logistikketten geeigneten Dienstleistern zu übertragen. Auf der Absatzseite sind Systemdienstleister für die gesamte Fertigwarenlagerung und Distribution verantwortlich. Sie errichten Logistikzentren und betreiben Transportnetze, die vollständig oder in entscheidenden Teilen auf den speziellen Kundenbedarf zugeschnitten sind. Die Grenzen der Fremdvergabe von Logistikdienstleistungen liegen für ein Industrieunternehmen dort, wo unmittelbar das Geschäftsinteresse berührt wird. Auch wenn ein Industrieunternehmen einen großen Anteil seines Logistikleistungsbedarfs mit Nutzen und Gewinn fremd vergibt, sollte sichergestellt sein, dass es die Systemführung seiner Unternehmenslogistik nicht aus der Hand gibt und das Management seines Logistiknetzwerks in eigener Regie behalten wird (vgl. Gudehus 2005, S.1017).

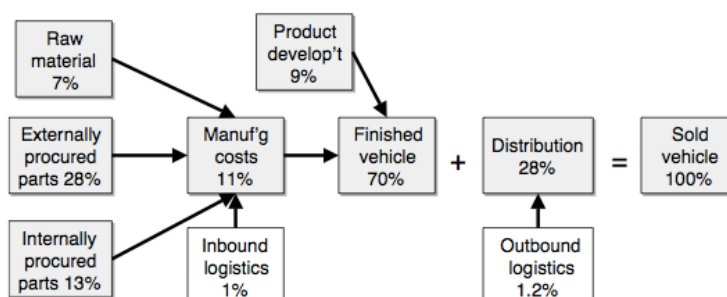


Abbildung 4: Kostenaufteilung Wertschöpfung Automobil (aus Holweg 2003, S.68)

Zusammenfassend verfolgt der Distributionsprozess das Ziel einer zeitgerechten Auslieferung der Fertigfahrzeuge beim Endkunden mit einer hohen Transportqualität unter Berücksichtigung von Kosten und Nachhaltigkeitsfaktoren. Die Fahrzeuglogistik versendet und verteilt Fahrzeuge in ein zuvor geplantes und eingerichtetes Distributionsnetzwerk mit dem Ziel die Fahrzeuge nach Kundenwunsch dem Handel bzw. den Importeuren zur Verfügung zu stellen (vgl. Klug 2010, S.429).

Bei den Umschlagpunkten kann zusätzlich noch eine Pre-Delivery Inspection (PDI) oder technische Dienstleistungen an den Fahrzeugen durchgeführt werden. Die beschriebenen Transport- und Serviceleistungen können von einem oder mehreren Logistikdienstleistern durchgeführt werden (vgl. Werthmann 2013, S.146).

Ein Problem der Automobilhersteller und der Distributionslogistik ist die häufig fehlende Paarigkeit der Transporte. Paarigkeit bedeutet, dass Verkehrsträger sowohl auf dem Hinweg als auch auf dem Rückweg Fracht transportieren können und ausgelastet sind. Bei fehlender Logistik kommt es zu schlechten Verknüpfungen an einem Terminal. Die Folge ist, dass ein Verkehrsträger den Vor-, Haupt- oder Nachlauf durchführt, jedoch die Retourestrecke unbeladen zurücklegt. Die dadurch

entstehenden Kosten können somit nur auf eine Fahrt angerechnet werden (vgl. Herry 2001, S.99) In nächster Zeit werden signifikante Exportüberschüsse in Polen, Tschechien und der Slowakei sowie Importüberschüsse in Frankreich und Italien vorausgesagt. Die Lösung dieses Problems wird nur durch eine unternehmensübergreifende Kooperation der einzelnen Automobilhersteller gelöst werden können um die Frachttträger in beide Richtungen auszulasten (vgl. Klug 2010, S.438).

Es werden zwei Arten von Distributionskanälen der Automobilhersteller unterschieden: die direkte und die indirekte Auslieferung. Die direkte Auslieferung bezeichnet einen Direktvertrieb ohne Zwischenschaltung von werksfremden Absatzmittlern. Dazu gehört die Distribution durch Werksabholung, werkseigene Niederlassungen der Hersteller und die interne Auslieferung an Großkunden, wie freie Leasinggesellschaften oder Mietwagengesellschaften. Diese Form wird nur vereinzelt in der Fahrzeugdistribution eingesetzt. Die indirekte Auslieferung dominiert die Absatzstrukturen der Automobilhersteller. Sie erfolgt durch Händler oder Werkstätten, die im eigenen Namen und auf eigene Rechnung handeln. Zusätzlich werden Kommissionsagenten eingesetzt, welche im eigenen Namen und auf Rechnung des Händlers handeln. Der indirekte Vertrieb von Fertigfahrzeugen kann ein- oder mehrstufig organisiert sein und Unterhändler oder auch Vertragswerkstätten miteinbeziehen (vgl. Klug 2010, S.430).

Abbildung 5 zeigt, wie Logistik und Speditionsaufgaben intern oder extern vergeben werden können. Der Verlager, in diesem Fall die Automobilindustrie, entscheidet, ob die speditionellen Aufgaben intern oder extern abgewickelt werden. Für die interne Abwicklung ist eine Logistikabteilung verantwortlich. Bei einer externen Abwicklung – Outsourcing genannt – werden die Aufgaben an einen Logistikdienstleister oder „Third Party Logistics Provider“ (3PL) übergeben. Diese führen die Logistikleistungen entweder selbst durch oder geben sie an andere Transportdienstleister weiter (vgl. Ritschl 2012, S.13). Einige Automobilhersteller besitzen interne Logistikabteilungen, wie z.B. VW Logistics oder Hyundai – Glovis.

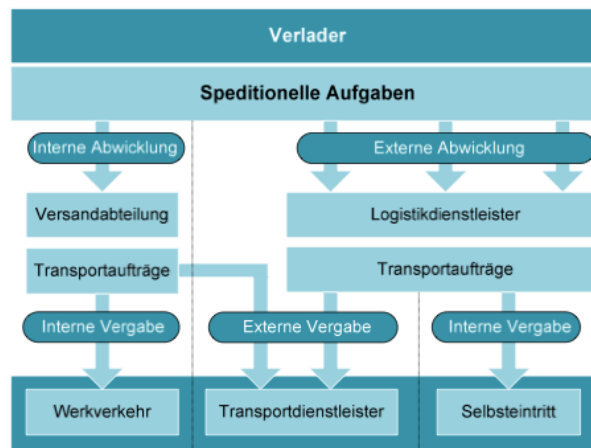


Abbildung 5: Trennung interne und externe Vergabe (aus Ritschl 2012, S.14)

Holweg beschreibt in seiner Studie „Automotive Outbound Logistics“ als nicht „just-in-time“ und nicht-kundenorientiert. Fahrzeuge werden entweder auf Lager oder auf einen konkreten Kundenauftrag hin produziert. Allgemein ist der Informationsfluss entscheidend für einen schnellen Transport der Fahrzeuge. Obwohl Logistiker im Voraus Informationen über Anzahl und Type der zu transportierenden Fahrzeuge bekommen, kann der genaue Zeitpunkt der Fahrzeugübergabe oft nicht genau vorhergesehen werden (vgl. Holweg 2003, S.65).

2.2 Multimodale Transportketten

Im Nahverkehr eines Produktionswerkes wird der Transport meist einstufig, auf direktem Wege ohne Umschlagprozesse und mit einem einzigen Transportmittel, dem LKW, durchgeführt. Der Ferntransport im Inland und auf dem europäischen Festland erfolgt über mehrstufige Prozessketten mit Umschlagpunkten und es kommen verschiedene Transportmittel zum Einsatz (vgl. Grieneisen 2013, S.355). Dieses Unterkapitel soll einen Überblick über die verschiedenen Transportketten geben.

Nach DIN 30781 ist eine Transportkette als die „Folge von technisch und organisatorisch miteinander verknüpften Vorgängen, bei denen Personen oder Güter von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden“ definiert (Deutsches Institut für Normung e.V. 1989, S.3).

Bei Transportketten kann in eingliedrige und mehrgliedrige Transporte unterschieden werden: Eingliedrige oder ungebrochene Transporte verwenden ein Verkehrsmittel und der Transport erfolgt unmittelbar und ohne Unterbrechung durch einen Umschlagprozess. Im Automobiltransport bspw. wird der PKW direkt vom Werk durch einen LKW zum Händler gebracht. Abbildung 6 stellt einen solchen Prozess für die Automobildistribution dar.



Abbildung 6: Eingliedriger Transport mit dem LKW (aus Klug 2012 S.429)

In der Binnenschifffahrt werden Transportketten wie bei anderen Verkehrsträgern in gebrochene Verkehre und Direktverkehre unterteilt. Dem Direktverkehr liegt die direkte Lage des Liefer- und Empfangspunkts an der Wasserstraße zugrunde. Abbildung 7 stellt einen eingliedrigen Transport mit dem Binnenschiff dar.

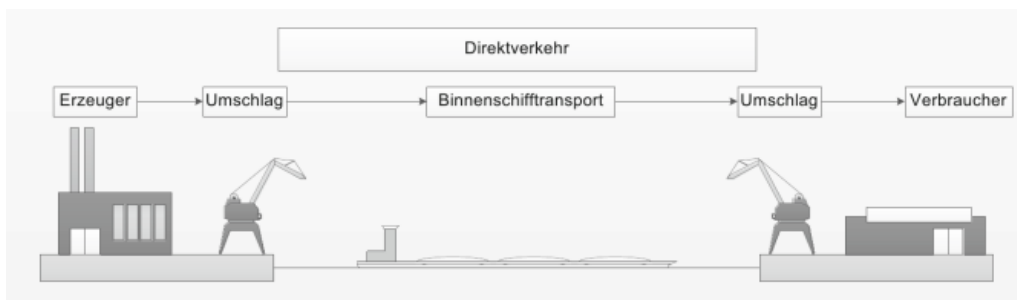


Abbildung 7: Eingliedriger Transport mit dem Binnenschiff (aus Muschkiet 2013, S.193)

Mehrgliedrige oder gebrochene Transporte verlangen mehrere Verkehrsmittel, sind durch mindestens einen Umschlagprozess gekennzeichnet und etwaige Lagerleistungen sind notwendig (vgl. Kummer 2006, S.47 aus Mierka 2009, S.24).

Unter Umschlag versteht man die Umladung von Gütern von einem Verkehrsmittel auf ein anderes, wobei dabei auch der Verkehrsträger gewechselt werden kann. Umschlagplätze werden auch Terminals oder Compounds bezeichnet. Beim Umschlag fallen auch die größten Kosten an und Transportschäden kommen in 2,5% der Fälle vor (vgl. Holweg 2003, S.65 und Expertengespräch BMW).

In der Automobildistribution kann der Transport mit Bahn oder LKW erfolgen, falls das Automobilwerk direkt über einen Bahnanschluss verfügt. Abbildung 8 zeigt einen mehrgliedrigen, unimodalen Prozess für die Automobillogistik mit zwei LKW-Transporten und einem Umschlagprozess. Dies ist ein unimodaler Prozess, da nur der LKW verwendet wird (vgl. Bühler 2005, S.51).

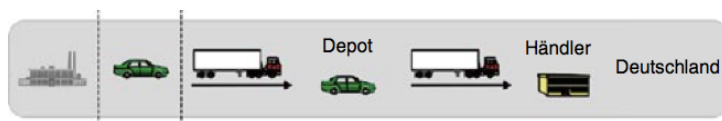


Abbildung 8: Mehrgliedriger Transport (aus Klug 2012 S.429)

Einen Spezialfall definiert die European Conference of Ministers of Transport (ECMT) unter kombiniertem Verkehr als „multimodaler Verkehr, bei dem der

überwiegende Teil der in Europa zurückgelegten Strecke mit der Eisenbahn, dem Binnen- oder Seeschiff bewältigt wird und der Vor- und Nachlauf auf der Straße so kurz wie möglich gehalten wird (vgl. ECMT 2001, S.18). Abbildung 9 zeigt Beispiele für einen kombinierten Verkehr für die Automobillogistik.

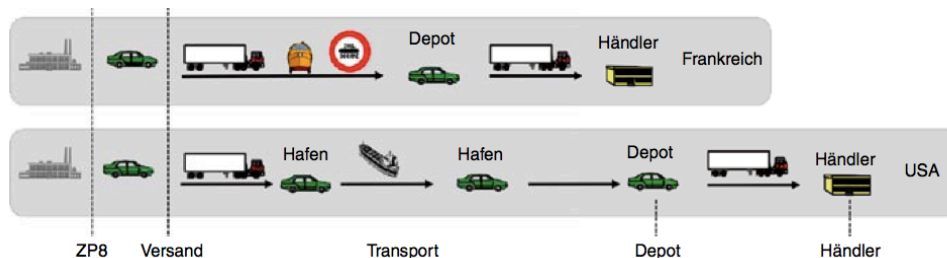


Abbildung 9: Multimodale Transportketten (aus Klug 2012 S.429)

Die folgende Abbildung 10 stellt einen gebrochenen Verkehr in der Binnenschifffahrt dar. Der gebrochene Verkehr besteht aus einem Vor-, Haupt-, und Nachlauf (engl. pre-haulage, long-haul shipment and post-haulage) und Umschlagstationen (vgl. Sandberg Hannsen 2012, S.190 aus Dangl 2014, S.7).

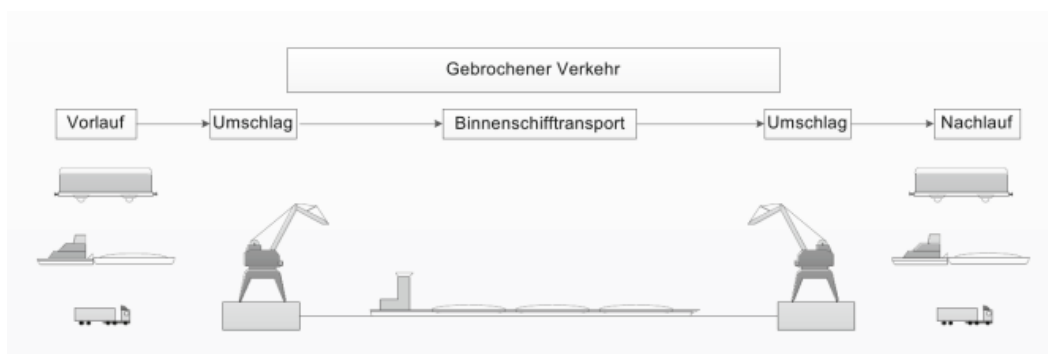


Abbildung 10: Gebrochener Verkehr mit dem Binnenschiff (aus Muschkiet 2013, S.193)

Der Hauptlauf nimmt den überwiegenden Teil der Strecke ein. Die PKW werden hierbei von den Versendern zum Umschlagpunkt bzw. vom Terminal zum Empfänger befördert. Vor- und Nachlauf können 25% bis 40% der Gesamtkosten betragen und sollten daher möglichst kurz gehalten werden. Bei Häfen wird der geographische Raum, der als Einzugsgebiet für Vor- und Nachlauf dient, als Hinterland bezeichnet. Dieser endet dort, wo der Transport zu einem anderen Hafen aus zeitlichen oder preislichen Gründen günstiger wäre (vgl. Dangl 2014, S.7 und Macharis 2004, S.404).

2.3 Distributionsnetze innerhalb Europas

Transportdienstleister wie Spediteure, Reedereien oder Frachtführer führen für eine Vielzahl von Automobilherstellern die Transport- und Distributionsleistung durch. Für dieses Geschäft werden Kapazitäten sowie ein Transportnetz gehalten, das ein bestimmtes Gebiet abdeckt. Dieses Unterkapitel soll einen grundlegenden und theoretischen Einblick in einen solchen Netzaufbau geben.

Ein Transportnetz besteht aus einer Anzahl regionaler Umschlagpunkte (RU). Von jedem Umschlagpunkt wird ein zugehöriges Einzugsgebiet bedient. Zwischen den regionalen Umschlagpunkten finden mit den Beförderungsfrequenzen und Transportmitteln Hauptlauftransporte statt. Die Anzahl der Umschlagpunkte der Transportkette hängt vom Bestimmungsort des Fahrzeuges und von den Rahmenbedingungen des Distributionsnetzwerkes ab (vgl. Werthmann 2013, S.146).

Man unterscheidet dezentrale und zentrale Netze, wie in Abbildung 11 dargestellt. Dezentrale Netze besitzen regionale Umschlagpunkte (RU), die einzeln direkt miteinander verbunden sind und auf denen regelmäßig Hin- und Rücklauftransporte stattfinden. Zentrale Netze, auch Nabe-Speiche-System oder Hub and Spoke genannt, besitzen einen zentralen Umschlagpunkt (ZU), bei dem aus mehreren Regionen einlaufende Ladungen zu auslaufenden Ladungen umsortiert und gebündelt werden.

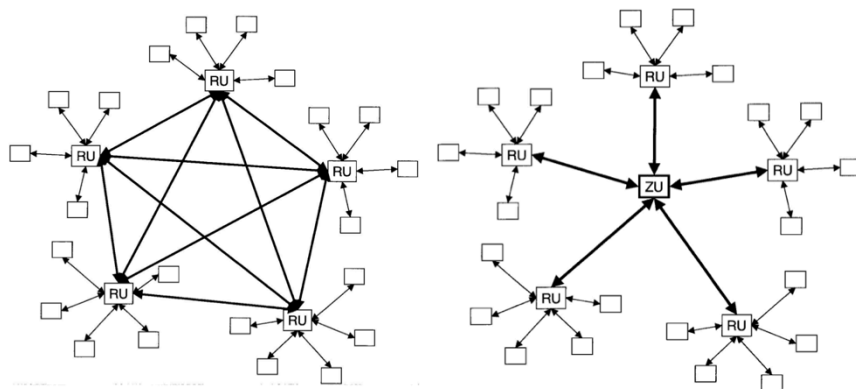


Abbildung 11: Dezentrales und zentrales Transportnetz (aus Gudehus 2005, S.956f)

Vorteile dezentraler Netze sind die im Mittel kürzeren Entfernungen und Beförderungszeiten zwischen den Stationen. Der Nachteil ist eine geringere Auslastung großer wirtschaftlicher Transportmittel bei unzureichenden Ladungsströmen und höherer Transportfrequenz. Bei einem zentralen Netz reduziert sich die Anzahl der Transporte und es können größere Transportmittel eingesetzt oder eine höhere Beförderungsfrequenz angeboten werden. Der positive Effekt des zentralen Netzes tritt ab vier Umschlagpunkten ein und nimmt dann linear mit der Anzahl der Umschlagpunkte zu. Nachteile des zentralen Netzes sind die Kosten und der Zeitverlust für einen zusätzlichen Umschlag sowie den längeren Transportweg.

In der Praxis sind die Transportnetze aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen und des in der Regel ungleichmäßig verteilten Frachtaufkommens zwischen den Regionen eine Kombination aus zentralen und dezentralen Netzen. Hier lässt sich die Annahme tätigen, dass das Binnenschiff mit seiner Massenleistungsfähigkeit lediglich auf stark ausgelasteten Routen zwischen einem oder mehreren zentralen Umschlagpunkten eingesetzt werden kann.

Abbildung 12 zeigt als Beispiel die Lösung einer Gebietsteilung zur europaweiten Distribution von Fertigfahrzeugen aus Deutschland, die nach den Gestaltungsgrundsätzen des Stern- und Kreisverfahrens erstellt wurde. Ein zentrales Umschlaglager ZL besteht zur Kundenbelieferung in der Zentralregion und zur Nachschublieferung der regionalen Umschlaglager RL. Häufig werden einzelne Gebiete durch Ausschreibungen optimiert und den örtlichen Gegebenheiten angepasst.

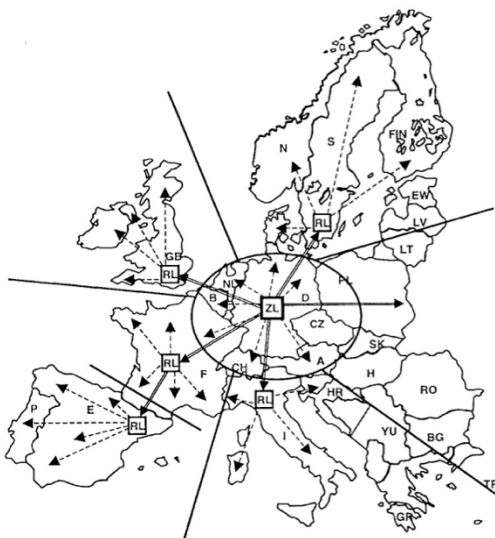


Abbildung 12: Aufteilung von Europa nach dem Stern- und Kreisverfahren in Servicegebiete zur Distribution von Fertigwaren aus Deutschland (aus Gudehus 2005, S.964)

Automobilhersteller besitzen Werke in vielen Ländern und mehreren Kontinenten; die Absatzmärkte sind ebenso über den Globus verteilt und brauchen für ihre Distribution kombinierte und mehrstufige Netzwerke (vgl. Gudehus 2005, S.38).

Im regionalen, nationalen, kontinentalen und globalen Warenverkehr stehen die Frachtketten der unterschiedlichen Logistikdienstleister und Verkehrsträger miteinander im Wettbewerb. Automobilhersteller stehen vor der Frage, ob und zu welchem Anteil die benötigten Transporte mit eigenen Transportmitteln und über ein eigenes Netz durchgeführt werden sollen und wann ein Logistikdienstleister einzusetzen ist. Hier gibt es nach Gudehus (2005, S.960) keine allgemeingültige Lösung, sondern nur unternehmensindividuelle Antworten.

Abbildung 13 stellt die häufigsten Standardfrachtketten oder Transportvarianten für die Fertigfahrzeugdistribution nach Hoepke dar. Der größte Teil der nationalen oder internationalen Distribution für die Automobildistribution in Europa läuft nach einer dieser Frachtketten ab:

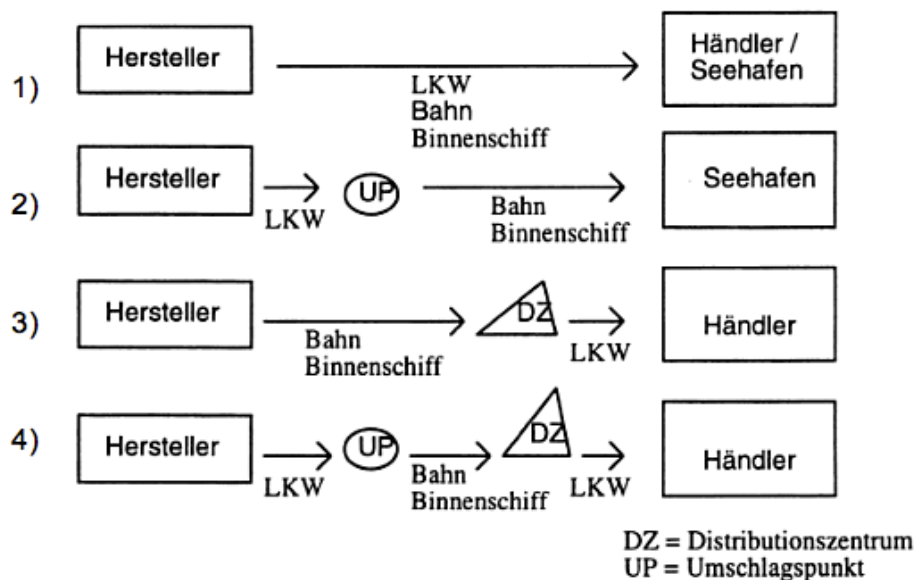


Abbildung 13: Distributionsketten in der Automobilindustrie (aus Hoepke 1997, S. 209)

Die erste Kette stellt einen Direktverkehr ohne Umschlag zwischen einer Lieferstelle und einer Empfangsstelle als einfache Transportverbindung dar. Sie ist bei ausreichendem Ladungsaufkommen auch über größere Strecken am schnellsten und wirtschaftlichsten. In der Automobildistribution werden hierbei LKW, Bahn und Binnenschiff eingesetzt. Am häufigsten ist dabei der Direkttransport im Straßenverkehr mit dem LKW. Bei großen und regelmäßigen Ladungsaufkommen kann auch eine direkte Bahn- oder Schiffsverbindung wirtschaftlich sein. Ziele sind entweder Händler oder Seehäfen zum Weitertransport nach Übersee.

Die zweite Kette stellt den Zulauf zu einem Seehafen dar. Verfügt das Automobilwerk über keinen Bahn- oder Schiffsanschluss, so werden die Fahrzeuge per LKW über einen Umschlagpunkt auf Bahn oder Binnenschiff geladen und schließlich zum Seehafen gebracht.

Die dritte Kette verläuft umgekehrt zur eben beschriebenen zweiten Kette. Hier verfügt das Automobilwerk über einen Bahn- oder Schiffsanschluss. Fahrzeuge werden über Bahn oder Schiff zu einem Distributionszentrum gebracht. Der LKW übernimmt schließlich von diesem Punkt die Feinverteilung zu den einzelnen Händlern.

Die vierte Kette wird als klassische multimodale Transportkette mit einem Vor-, Haupt- und Nachlauf bezeichnet. Der Vorlauf findet im Einzugsgebiet eines Sammelumschlagpunktes, der Hauptlauf zu einem Distributionszentrum und der

Nachlauf in einem anderen Gebiet statt. Während der Vorlauf und der Nachlauf mit einem flexiblen und geeigneten LKW auf der Straße abgewickelt werden, wird beim Hauptlauf die Bahn oder das Schiff eingesetzt. Diese Kette ist die einfachste Verbindungsmöglichkeit in einem dezentralen Netz (vgl. Gudehus 2005, S.959f).

Die verschiedenen Distributionsnetzwerke, die gerade vorgestellt wurden, werden nun anhand von Praxisbeispielen erläutert. Die VW Logistikgruppe wird dabei als Exempel dargestellt. Zu den Aufgaben der Gruppe gehören operative Funktionen wie Vermittlung, Kapazitätsmanagement und Verrechnung. Außerdem werden Planungsaufgaben für das Netzwerk innerhalb Europas und Exportkonzepte von Europa aus nach Übersee geprüft. Die Volkswagen Logistikgruppe hat dazu ein „Neues Logistik Konzept“, NLK, eingeführt, um die bestehende Supply Chain zu beschleunigen und zu synchronisieren. NLK wurde von Andrea Eck wie folgt beschrieben: Fahrzeuge in der unmittelbaren Nähe zum einem Werk werden direkt per LKW zugestellt, wie in Abbildung 14 dargestellt. Direkte Lieferungen finden häufig in der Automobillogistik statt, sei es aufgrund geringer Stückzahlen von Seehäfen direkt zum Händler oder in der direkten Umgebung eines Werks.



Abbildung 14: Direkte Lieferung (eigene Darstellung)

Als Beispiel für direkte Transporte kann auch BMW genannt werden. Lagermax beliefert aus Bremerhaven BMW X-Modelle, die in den USA gefertigt werden, nach Österreich (vgl. Expertengespräch Lagermax und Finished Vehicle Magazin 4/2012, S.24ff).



Abbildung 15: Regionale Distribution (eigene Darstellung)

In den letzten Jahren haben viele Automobilhersteller regionale Hub-Strukturen eingeführt oder diese sind in durch Expansionen mit der Zeit gewachsen, siehe als Beispiel Abbildung 15. Wenn möglich wird die gesamte Produktion in geografische Bündel vorgeplant und eingeteilt. So können Fahrzeuge bereits im Werk, direkt nach der Assembly Line, zusammengefasst werden und in eine bestimmte Region

geliefert werden. Diese werden dann auf Ganzzüge umgeschlagen und über Verschiebebahnhöfe zu einem regionalen Hub befördert. In dem regionalen Hub werden die Fahrzeuge wieder zu den Händlern oder Importeuren in direkter Nähe mit einem LKW beliefert. In früheren Systemen wurde viel Prozesszeit und wertvoller Lagerplatz im Werk verloren, indem Fahrzeuge im Werk warteten bis der Zug oder LKW voll war. Mit NLK wurden laut Eck Schienenverkehre um 60% gesteigert und Emissionen verringert (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 4/2012, S.24ff).

Regionale Distributionen finden häufig auf Länder- oder Regionenbasis statt. Lagermax bedient zum Beispiel exklusiv den österreichischen Markt für BMW mit seinem Umschlagpunkt Strasswalchen. Zu diesem regionalen Umschlagpunkt kommen die PKW entweder über LKW oder Ganzzüge und werden dann von dort wiederum mit LKW zu den einzelnen Händlern feinverteilt (vgl. Expertengespräch Lagermax).

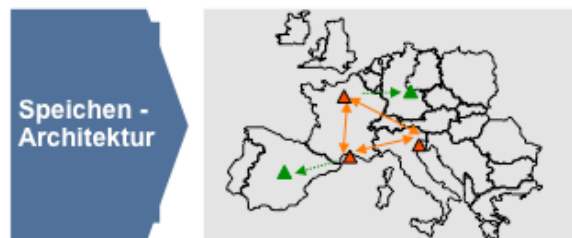


Abbildung 16: Speichenarchitektur (eigene Darstellung)

BLG Logistik hat in Europa eine Speichenarchitektur aufgebaut, wie schematisch in Abbildung 16 dargestellt. Durch den Aufbau von Hubs und über Europa verteilte Zentren sind Hub-Verkehre notwendig geworden. So werden auf der Achse Bremerhaven–Kelheim, die zwei Hubs miteinander verbindet, Suzuki-PKW von BLG befördert.

2.4 Verkehrsträger für den Automobiltransport

Automobilhersteller können für die Fertigfahrzeugdistribution zwischen verschiedenen Verkehrsträgern und Kombinationsvarianten wählen. Nachfolgend werden LKW, Binnenschiff und Bahn einzeln näher erläutert. Kosten und Preise von LKW und Binnenschiff im Direktverkehr und in multimodalen Transportketten werden in Kapitel 5 analysiert und verglichen.

2.4.1 LKW

Beim Transport über die Straße werden doppelstöckige Autotransporter eingesetzt. Auf diesen können zwischen sieben und elf PKW, je nach Größe, befördert werden. Man unterscheidet zwischen offenen und geschlossenen Transporten. Abbildung 17

zeigt einen solchen offenen Transporter. Während offene Transporte derzeit noch häufiger sind, werden von den Automobilherstellern immer häufiger geschlossene gefordert, um Beschädigungen sowie Transportschutzkosten zu verringern. LKW für den Fertigfahrzeugtransport sollten flexibel Fahrzeuge unterschiedlicher Bauart verladen können und sowohl OEM-spezifische Vorgaben als auch gesetzliche Vorgaben bei der Ladungssicherheit der jeweiligen Transitländer berücksichtigen (vgl. Klug 2010 S.435).



Abbildung 17: Doppelstöckiger offener LKW-Autotransporter (aus BLG 2014)

Der Straßengüterverkehr hat derzeit eine dominierende Stellung im Gütertransport, da besonders bei zeitkritischen Zulieferungen dieses Verkehrsmittel einzigartig ist. In der Automobilindustrie werden die meisten Just-in-Time-Transporte mit dem LKW durchgeführt. Eigenschaften des Verkehrssystems Straße sind die hohe Netzdichte, Schnelligkeit mit einem niedrigen Transportrisiko, rationale Bedienung der Flächen, die hohe Flexibilität sowie die relativ niedrigen Stillstands- und Wartezeiten. Jedoch schneidet der Straßengüterverkehr hinsichtlich seiner Umweltbelastung pro Tonnen-km durch Energieverbrauch, Schadstoffausstoß, Lärmentwicklung und Verkehrsüberlastung im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern am schlechtesten ab. Der Straßengüterverkehr verursacht im Vergleich zu Bahn und Binnenschifffahrt bei entsprechender Auslastung höhere externe Kosten. Externe Kosten werden von jedem verursacht, der am Verkehr direkt teilnimmt, jedoch werden diese Kosten von den Verkehrsteilnehmern nicht selber getragen. Die Folgekosten entstehen durch Unfälle, Staus und Lärm, Luftverschmutzung und Klimawandel sowie Eingriffe in Natur und Landschaft und werden indirekt durch den Steuerzahler getragen (vgl. Thaler 2013, S.34). Außerdem sind die begrenzte Ladungsfähigkeit und das schlechte Verhältnis zwischen Nutzmasse und Eigenmasse auf die Umweltbelastung als negative Aspekte zu sehen (vgl. Mierka 2009, S.32 und Vesely 2008, S.14).

Die Verlagerung auf andere Verkehrsträger stellt sich bislang aufgrund fehlender Alternativen zum LKW meist als schwierig dar. Die starke Position der Straße am Modal Split ist nicht nur durch die sehr gut ausgebaute Infrastruktur zu erklären, sondern auch aufgrund spezieller Eigenschaften. Der LKW ist netzungebunden, kann

im Nah- und im Fernverkehr eingesetzt werden und benötigt keine Abstimmung mit Fahrplänen. Der LKW ist daher schnell einsatzbereit und im Kurz- und Mittelstreckenbereich praktisch konkurrenzlos (vgl. Bensel 2008, S.221).

LKW sind durch die Association of European Vehicle Logistics (ECG) in der Länge durch 18,75 Meter und in der Höhe von 4,00 Meter beschränkt. Einige Länder wie Schweden oder Finnland erlauben eine maximale Länge von 25 Metern. In manchen Regionen können auch Restriktionen bestehen, was das Lade- oder Gesamtgewicht betrifft. Teilweise sind in Städten oder Stadtzentren nur kleine LKW erlaubt, die bspw. lediglich zwei Automobile transportieren können. Die durchschnittliche Transportgeschwindigkeit eines LKW auf Autobahnen in Europa beträgt zwischen 50 und 60 km/h (vgl. Dangl 2014, S.12 und Bühler 2005, S.147). Ein kritischer Aspekt des Straßenverkehrs sind Staus, Nachtfahrverbote und Arbeitszeitregulationen.

Die folgende Abbildung 18 der Outbound-Logistik-Prozesse aus dem Automobilwerken soll einen Überblick über die komplexen Logistik- und Kommunikationsabläufe bei einem LKW Versand geben. Holweg trennt diesen Prozess in einen Informations- und Materialfluss. Der Fahrzeughersteller (VM - Vehicle Manufacturer) übergibt einen monatlichen Bericht an das Logistikunternehmen über den Zeitpunkt und die Anzahl an Fahrzeugen, die transportiert werden sollen. Das Logistikunternehmen erstellt daraufhin einen genauen Plan über Allokation der LKW und Fahrer, abhängig von der Verfügbarkeit. Vom Werk oder Lagerplatz (Market Compound) fahren die LKW (Dispersion Run) zu den Händlern (Dealer). Auf der oberen Achse ist demnach der Informationsfluss und auf der unteren Achse der Materialfluss eingeteilt (vgl. Holweg 2003, S.67).

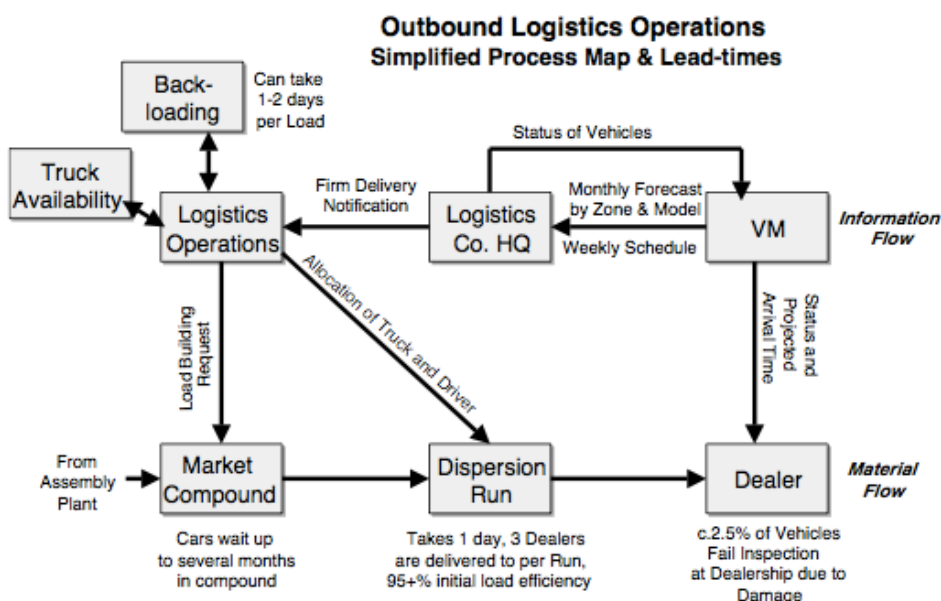


Abbildung 18: Outbound Logistics mit LKW (aus Holweg 2003, S.66)

2.4.2 Schiff – RoRo-Transport

Das RoRo-Verfahren charakterisiert die besondere Form des Warenumschlags. Im Gegensatz zum konventionellen Umschlag bei Binnenschiffen, bei dem das Transportgut mit Hilfe von Kränen oder Kranbrücken umgeschlagen wird, rollt die Ware selbständig auf das Verkehrsmittel über hafen- oder schiffseitige Rampen. Seinen Ursprung hat der RoRo-Verkehr in der Seeschifffahrt, wo gerade auf kurzen Strecken RoRo-Fähren schon früh eingesetzt wurden.



Abbildung 19: Autotransport auf dem Rhein (aus Klug 2010 S. 439)

Die Kapazität dieser Schiffe variiert zwischen 200 Fahrzeugen bei Flüssen oder Short Sea und 3.000 Fahrzeugen bei Deep-Sea-Transporten (vgl. Klug 2010, S.438). Die Binnenspezialschiffe haben eine Länge von bis zu 135 Metern und können bis zu 600 PKW auf 5 Decks mit einer Gesamtstellfläche von ca. 4.000 m² laden. Einzelne Decks können in der Höhe verstellbar sein oder abgebaut werden, wenn niedrige Brücken zu passieren sind. Moderne RoRo-Autotransporter, die mit einem voll regulierbaren Ballastsystem ausgestattet sind, können auch auf einen erforderlichen Tiefgang getrimmt werden (vgl. Logistik Express 2013). Ein Schiff mit einer Ladung von 250 Fahrzeugen, das bspw. auf der Donau zum Einsatz kommt, kann 21 Zugwaggons oder 32 LKW substituieren. Neben PKW können auch ganze Sattelzüge, Baumaschinen oder Schwergüter auf RoRo-Schiffen transportiert werden. Werden nur Neufahrzeuge verschifft, nennt man diese Pure-Car-Carrier (PCC) (vgl. Hoepek 1997, S.209).

Der erste Binnenschiff-Autotransporter wurde im Jahre 1982 von der Ford-Werke AG (Köln), dem Automobil-Logistiker E. H. Harms (Bremen) und dem Reeder Interriijn B. V. (Rotterdam) für die europäische Binnenschifffahrt entwickelt. Dazu wurde der Containerfrachter „Terra“ zum RoRo-Schiff umgebaut. Drei unterschiedliche Rampen auf dem Schiff garantieren, dass die Fahrzeuge auch bei Hoch- und Niedrigwasser problemlos vom Verladekai direkt auf die Schiffsdecks und am Zielort wieder von Bord auf den Verladekai rollen können. Die „Terra“ besitzt sechs Ladedecks von 110 Metern Länge und 12 Metern Breite, bringt es aber selbst bei voller Ladung nur auf

einen maximalen Tiefgang von 1,80 Metern, was ein großer Vorteil bei Niedrigwasser ist. Das Schiff hat statt geschlossener Decksplatten leichte Gitterroste aus verzinktem Stahlblech. Der Kapitän sitzt in seinem Steuerhaus 14 Meter über dem Wasser. Damit bei Hochwasser die Rheinbrücken zu keinem Hindernis werden, kann die „Terra“ das untere Deck komplett fluten lassen, um das Schiff tiefer zu legen. Überdies ist das Steuerhaus hydraulisch höhenverstellbar. Die vier Schwesterschiffe „Barco“, „Ingona“, „Kiruna“ und „Titan“ wurden in den folgenden Jahren zu Wasser gelassen. Die viergeschossigen Schiffe haben ein Fassungsvermögen von 400 bis 550 Fahrzeugen (vgl. Ford 2010).

Abbildung 20 zeigt einen Schnitt durch das RoRo-Schiff mit mehreren Ebenen auf denen Fahrzeuge gelagert werden können.

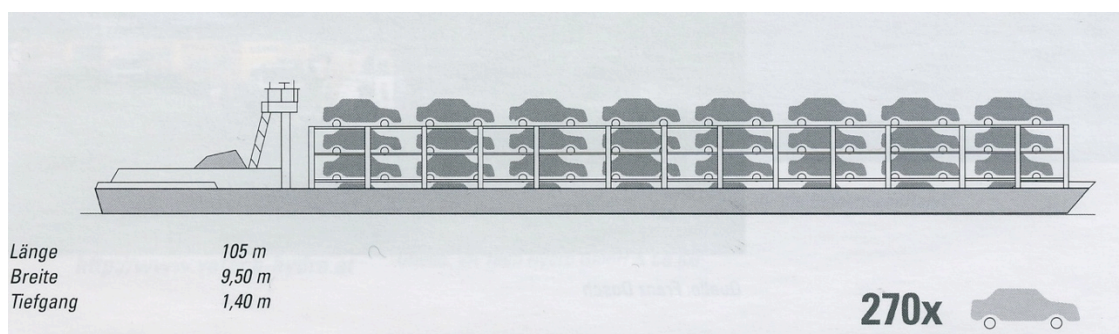


Abbildung 20: Schnitt durch RoRo-Binnenschiff (aus via donau 2005, S.A45)

Wird ein Schiff in der Automobillogistik eingesetzt, handelt es sich meist um einen kombinierten Transport mit einer mehrstufigen Transportkette. Dafür müssen neben den Transportdienstleistern im Vor- und Nachlauf die Reedereien für den Seetransport bzw. die Hafendienstleister für die Umschlag- und Zusatzfunktionen optimal aufeinander abgestimmt sein (vgl. Hoepke 1997, S.208). Die folgende Abbildung 21 der Outbound-Logistik-Prozesse aus dem Automobilwerk soll einen Überblick über die Logistik- und Kommunikationsabläufe beim Schiffsverkehr geben. Der Informationsfluss und der Materialfluss sind wieder übereinander dargestellt. Der Automobilhersteller (VM) bucht ein Schiff, basierend auf einem Produktionsplan für die nächsten Wochen, bei einem Spediteur (Shipping Co.). Dieser Spediteur prüft ob ein eigenes oder ein Fremdschiff eingesetzt werden soll und übermittelt ein Angebot an den Automobilhersteller. Der Spediteur übernimmt die Koordinierung von Schiff und Besatzung und gibt eine genaue Anzahl der zu transportierenden PKW an den Schifffahrtsunternehmer (Dockside Operations) weiter. Das Lager des Automobilherstellers (Compound) gibt regelmäßige Informationen über die tatsächliche Anzahl der PKW an den Schifffahrtsunternehmer (Dockside Operations) weiter. Dieser wiederum benachrichtigt den Schiffsbelader (Stevedore) über die genaue Anzahl, den Plan der Lieferung. Dieser belädt das Schiff mit bis zu 200 Fahrzeugen pro Stunde, natürlich abhängig von Schiff und Hafeninfrastruktur. Der

Disponent kündigt dem Spediteur Schiffsankunft und Löschung an (vgl. Holweg 2003, S.67 und via donau 2005, S.A75).

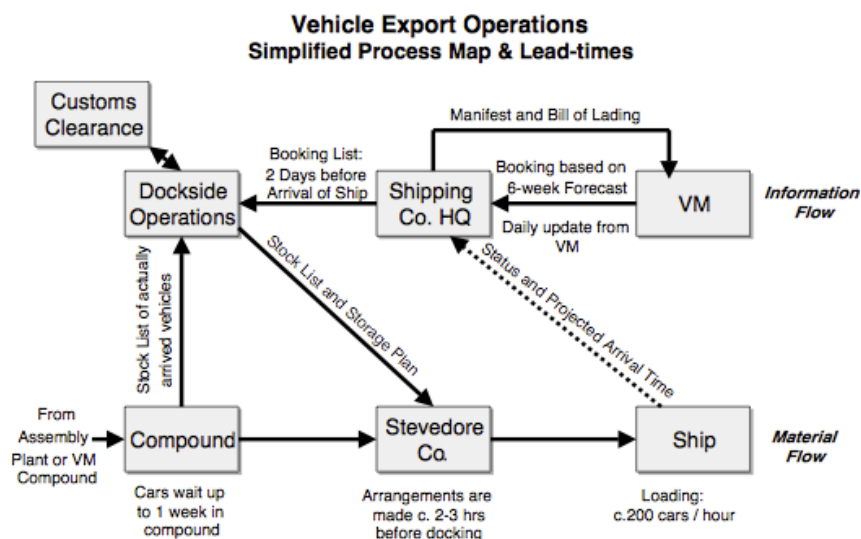


Abbildung 21: Outbound Logistics mit Schiff (aus Holweg 2003, S.67)

In der Praxis benötigt eine Binnenschiffahrtskette, also auch die RoRo-Transportkette, häufig eine Integration des Schifffahrts- und Landverkehrs, im Vor- und Nachlauf den LKW oder die Bahn und eine Umschlagleistung an der Quelle und Senke. Das verursacht natürlich Kosten, die die Attraktivität des Hauptlaufs mit dem Binnenschiff belasten (vgl. Mierka 2009, S.43 und Holweg 2003, S.67).

Im multimodalen Vergleich bietet die Binnenschiffahrt gegenüber dem Straßen- und Eisenbahngüterverkehr hinsichtlich der Massenleistungsfähigkeit wesentliche Vorteile. Das Binnenschiff weist aufgrund seiner Grundabmessungen deutlich größere Transportkapazitäten pro Transporteinheit auf. Auf langen Strecken zwischen Umschlagpunkten und Distributionszentren oder im direkten Vorlauf zu Seehäfen ist das Binnenschiff aufgrund seiner Systemvorteile gut einsetzbar. Außerdem können im Zuge des Outsourcing die Binnenschiffahrtsunternehmen als externe Dienstleister den Betrieb der Umschlagpunkt- und Distributionszentren übernehmen und weitere Dienstleistungen anbieten (vgl. Hoepke 1997, S.208). Auf diese Eigenschaften wird im nächsten Kapitel näher eingegangen.

Geschwindigkeit stellt für Automobilunternehmen ein entscheidendes Wettbewerbselement dar, von dem die Überlegenheit gegenüber anderen Konkurrenten abhängt. In dieser Kategorie hat das Binnenschiff gegenüber LKW und Eisenbahn deutliche Schwächen. Die durchschnittliche Transportgeschwindigkeit des Binnenschiffes beträgt 11,3 km/h (vgl. Gohlisch 2005, S. 151). Eine auf die Produktion just-in-time abgestimmte Abfahrt von PKW lässt keine mehrtägigen Wartezeiten aufgrund von Hochwasser zu. Ein weiteres Kriterium ist die Berechenbarkeit, ein Maßstab für die zeitliche Zuverlässigkeit der

Transportvorgänge. Moderne Logistikkonzepte in einer hoch industriell entwickelten Produktionskette stellen hohe Anforderungen an die Berechenbarkeit von exakten Abfahrts- und Ankunftszeiten (vgl. Ihde 2001, S.197).

2.4.3 Bahn

Der Bahntransport ist eigentlich nicht der Fokus der vorliegenden Arbeit. Trotzdem soll dieser Verkehrsträger erwähnt und kurz beschrieben werden, um einen vollständigen Konkurrenzüberblick zu erstellen.

In der Fertigfahrzeugverteilung innerhalb Europas werden Bahnwaggons doppelstöckig entweder offen oder geschlossen verwendet. Offene Bahnwaggons haben, ähnlich wie offene LKW Transporte, den Nachteil von Beschädigungen durch Flugrost durch Ablagerungen von Oberleitungs- und Bremsenabrieben auf dem Lack der Neufahrzeuge. Dieser Flugrost kann nur durch eine aufwändige chemische Beschichtung der Fahrzeuge vor dem Transport verhindert werden (vgl. Expertengespräch BLG). Um auch beim Bahntransport einen hohen Schutz zu bieten, werden immer häufiger geschlossene Waggons eingesetzt. Moderne Waggons können flexibel beladen werden und auch Fahrzeuge unterschiedlicher Abmessungen an beliebigen Positionen verladen (vgl. Klug 2010 S.436f).

Die Bahn gewinnt aufgrund steigender Effizienz, Umweltfreundlichkeit und politischer Rahmenbedingungen immer mehr an Bedeutung, nicht nur für den Hauptlauf von multimodalen Prozessketten. Die Break-Even-Distanz für einen allgemeinen multimodalen Gütertransport mit Schienenverkehr beträgt zwischen 400 und 500 Kilometern, aber die Kosten und Transportzeitberechnung ist durch fehlende Daten von Anbietern weit komplizierter als im Straßendirektverkehr. Durch eine fehlende standardisierte Datenbank von mehreren nationalen Anbietern führt die Planung häufig zu Schwierigkeiten. Weitere Hindernisse gibt es durch verschiedene Schienenverkehrssysteme in Europa, was wiederum Umladevorgänge notwendig machen kann (vgl. Dangi 2014, S.13 aus Woxenius 2008, S.30; Schwarz 2008, S.220 und Stone 2008, S.238). Die Liberalisierung des Bahnmarktes in Europa hat in den letzten Jahren einige Veränderungen gebracht. Einige ehemalige nationale Player haben sich zu multinationalen Playern entwickelt, die auch die Automobildistribution positiv beeinflussen (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 2/2012, S.20).

Durch die Bindung der Bahn an die Schieneninfrastruktur ist ein Netzbetreiber für die zentrale Steuerung erforderlich, der für eine Nutzung der Abschnitte nach Plan sorgt. Es wird zwischen Einzelwagen- und Ganzzugverkehren unterschieden: Bei Einzelwagenverkehren sind Rangiervorgänge in Zugbildungsanlagen notwendig. Ganzzüge oder auch Blockzüge genannt, sind Güterzüge, die vom Verlade- bis zum

Entladeplatz als Einheit ohne Zwischenhalte verkehren (vgl. via donau 2013, S.196). Bei schienengebundenen Systemen sind Kostenstrukturen mit hohen Fix- und geringen variablen Kosten typisch (vgl. Bensele 2008, S.222).



Abbildung 22: PKW-Verladung in geschlossene und Transport in offenen Doppelstockwaggons (aus Klug 2010 S.436 und BLG Logistik)

2.5 Transportschutz für Automobile

Wenn Automobile vom Fertigungsband laufen, stehen sie erst am Anfang ihrer Reise. Da Automobile hochwertige Produkte sind, müssen sie gegen Einflüsse bei der Be- und Entladung, während des Transportes sowie in der Zwischenlagerung geschützt werden, sodass sie beim Händler in derselben Qualität ankommen. Kratzer, Dellen und andere Schäden ärgern Kunden und Händler, verursachen Garantieforderungen, kosten Zeit und resultieren in höheren Kosten und manchmal auch dem Verlust von zukünftigen Geschäften. Damit mögliche Transportschäden zeitnah ermittelt, umgehend beseitigt sowie dem Verursacher zugeordnet werden können, erfolgt an allen Umschlagpunkten in der Fertigfahrzeugdistribution eine Qualitätskontrolle der Fahrzeuge (vgl. Werthmann 2013, S.146).



Abbildung 23: Teilweiser und "full body" Transportschutz (aus Finished Vehicle Magazin 2/2012, S.56)

Durch zunehmende Transportstrecken und Umschlagpunkte steigt auch die Wahrscheinlichkeit für Transportschäden in der Fertigfahrzeugdistribution. Geeignete Schutzmaßnahmen sind nötig um Kosten zu minimieren, aber oft ist es schwierig für das Produktionswerk festzustellen welche Schutzmaßnahmen wirklich notwendig

sind. Häufig werden hier Experimente und Statistiken eingesetzt sowie eine enge Zusammenarbeit mit Logistikern angestrebt, die über tatsächlich aufgekommene Schäden informieren können. Ein Beispiel für das direkte Eingreifen in das Werk von Logistikdienstleistern wird im Finished Vehicle Logistics Magazine beschrieben: ein Logistikdienstleister hat eine Serie von Kratzern auf dem Fahrzeugdach nach dem Transport festgestellt. Nachforschungen ergaben, dass der Kleber, der die Plastikfolien auf dem Dach befestigte ungenügend war und Luft unter die Abdeckung ließ, die kleine Kratzer hinterließ. Das Werk wechselte den Kleber und das Problem war gelöst. Andere Fälle handelten von falschen Türschnallenfolien, die um bis zu zehn Zentimeter falsch aufgeklebt worden waren (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 4/2014, S.22).

Für den Transport werden Maßnahmen in Lack- und Innenraumschutz aufgeteilt. Der Innenraumschutz sieht Schutzverkleidungen als temporäre Abdeckung für Lenkrad, Einstiegsleisten, Fahrer- und Beifahrersitz, Fußraum und Türverkleidungen vor. Der Lackschutz betrifft dabei vorwiegend die Fahrzeugbereiche Dach, Motorhaube, Heckklappe, Vorder- und Hinterkotflügel, Fahrertür, Räder, Außenspiegel und Stoßfänger. Hersteller verwenden Klebefolien, welche an Motorhaube, Dach und Kofferraum aufgebracht werden. Diese können von teilweiser Abdeckung bis zum „full body cover“ reichen. Nachteil ist der fehlende Seitenschutz der Fahrzeuge, der dadurch entstehende Verpackungsmüll und der damit verbundene hohe Preis. Ein „full body cover“ kostet ca. 30 bis 40 Euro per Stück. Teilweise Abdeckungen werden häufig auf kürzeren Strecken eingesetzt. Bei offenen Ladungen mit offenen LKW-Transportern bzw. offenen Waggons auf Bahnwaggons werden die Fahrzeuge auch häufig konserviert, indem eine spezielle Schutzschicht aus Wachs aufgebracht wird. Bei Lagerung der Fahrzeuge über sechs Monate muss diese Schicht erneuert werden, was wiederum kostenintensiv ist (vgl. Klug 2010, S.442).

Um das gesamte Auto zu schützen, würden zu hohe Kosten zum Tragen kommen. Deshalb muss der Schutz gezielt angewendet werden. Besonders betroffen sind die vordere und hintere Stoßstange sowie die Fahrertür; diese Teile kommen am ehesten mit Fremdkörpern in Kontakt. In manchen Ländern ist die Straßeninfrastruktur so schlecht, dass die transportierten Autos auf dem LKW gegeneinander stoßen und so Schäden hervorgerufen werden. Eine zukünftige Maßnahme ist demzufolge der Transportmodus, in den das Fahrzeug versetzt werden soll. Dieser sperrt die hinteren Türen, Fenster und Radio und limitiert die Klimaanlage bis zur Ankunft beim Händler. So können Schäden oder die unsachgemäße Verwendung dieser genannten Teile verhindert werden. Mehr Schutz am Fahrzeug kann aber auch zu einem erhöhtem Risiko führen, bspw. wenn durch einen ausgesprochen guten Stoßstangenschutz beim Umladen oder Verladen bis zum tatsächlichen Anstoßen gefahren wird (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 2/2012, S.56ff).



Abbildung 24: Magnetischer Türschutz (aus *Finished Vehicle Logistics Magazine* 2/2012, S.58)

2.6 Break-Even-Distanz und Verkehrsmittelwahl

Da die Kosten immer noch das Hauptkriterium in einem Entscheidungsprozess der Transportwahl sind, wird die Kenngröße der Break-Even-Distanz als Hilfsmittel herangezogen. Sie steht für jene Distanz, bei der die Kosten des multimodalen Transports jenen des reinen LKW-Transports entsprechen. Abbildung 25 zeigt eine solche Break-Even-Distanz, wie sie in der Forschung dargestellt wird.

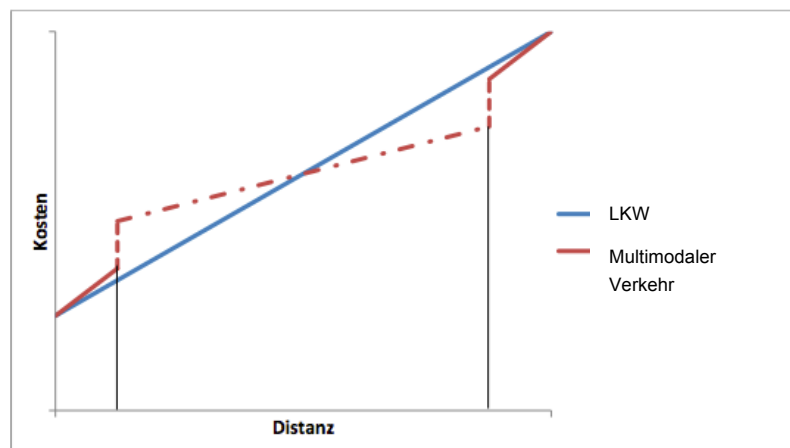


Abbildung 25: Kostenfunktionen für multimodalen und reinen Straßenverkehr (aus Kim 2011, S.861 und Dangl 2014, S.10)

Die rote Linie beschreibt die Kostenfunktion des multimodalen Verkehrs, während die blaue Linie den linearen Kostenverlauf eines reinen Straßenverkehrs darstellt. Beide Kostenlinien beginnen durch einen Fixkostenanteil nicht bei null. Die rote Linie besitzt, abhängig von den unterschiedlichen Verkehrsträgern, variierende Steigungen. Vor- und Nachlauf mit dem LKW besitzen jeweils eine größere Steigung als der Hauptlauf, der entweder mit dem Binnenschiff oder der Bahn durchgeführt wird. Die vertikalen Abschnitte zeigen die Kosten, die in den Terminals während des Umschlages und der Lagerung anfallen.

Bei gleicher Distanz kann man für den reinen LKW Transport oder multimodalen Transport die anfallenden Kosten ablesen. Multimodaler Verkehr wird daher erst interessant, wenn die geringeren Kosten des Hauptlaufs die höheren Kosten des Vor- und Nachlaufs und die anfallenden Umschlag- und Lagerkosten kompensieren können. Demnach sind lange Distanzen der Hauptläufe von Vorteil.

Verschiedene Forscher haben Berechnungen über die genaue Break-Even-Zahl anhand von Beispielen durchgeführt. Die verschiedenen Distanzen reichen von 400 bis 1.300 Kilometern, abhängig von den Simulationstechniken, sowie von Geschwindigkeit und Kostenparametern. Allerdings gehen Faktoren wie Transportzeit, Qualität und die vorher besprochenen externen Kosten nicht in die Berechnung ein. Während das Binnenschiff im multimodalen Transport zwar kostengünstig, jedoch langsam und mit äußerst schlechter Flächenanbindung transportiert, liefert der LKW schnell, „just-in-time“ und vorrangig im Direktverkehr.

Die Herausforderung, eine multimodale Logistikkette aufzubauen besteht darin, nicht den kürzesten oder schnellsten Weg, sondern den bezüglich der Kosten- und Zeitperspektive optimalsten Pfad zu finden und den Vorteil der verschiedenen Verkehrsträger in einer Transportkette zu vereinen (vgl. Kim 2011, S.861 aus Dangl 2014 S.10). Abbildung 26 zeigt die Verkehrsarten nach Tarif und Zeit aufgereiht. Während die Straße eine geringere Transportdauer aber höhere Kosten aufweist, kann das Binnenschiff durch höhere Geschwindigkeiten, verbunden mit höheren Treibstoffkosten, die Bahn auf manchen Strecken zeitlich überholen (vgl. PINE 2004, S.47).

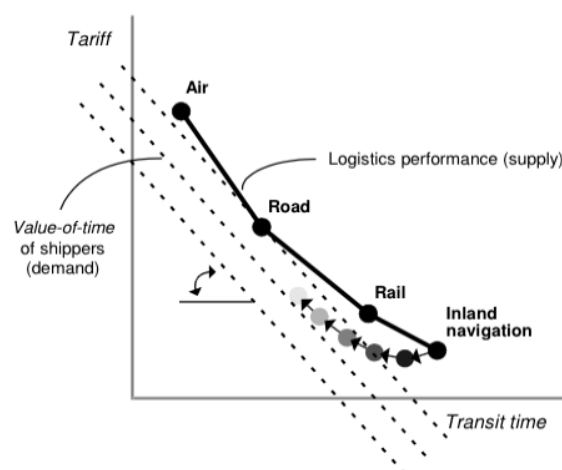


Abbildung 26: Transport - Zeitvergleich der Verkehrsträger (aus PINE 2004, S.47)

Bei der Verkehrsmittelwahl trifft die Nachfrage nach Transportdienstleistungen im wettbewerbsintensiven Güterverkehrsmarkt auf ein breites Spektrum von Angeboten. Die Wahl eines Verkehrsträgers hängt in den meisten Fällen nicht nur von den Kosten ab. Entscheidend sind die Vor- und Nachteile der einzelnen Verkehrsträger. Wie Abbildung 27 zeigt, wird die Verkehrsmittelwahl angebotsseitig neben dem

Transportpreis, der Transportqualität und der Verkehrswertigkeit beeinflusst. Nachfrageseitig erfolgt die Beeinflussung durch die Bereitschaft der Kunden zum optimalen Modal Split, insbesondere durch die Anforderungen der Kunden an die Transportwirtschaft.

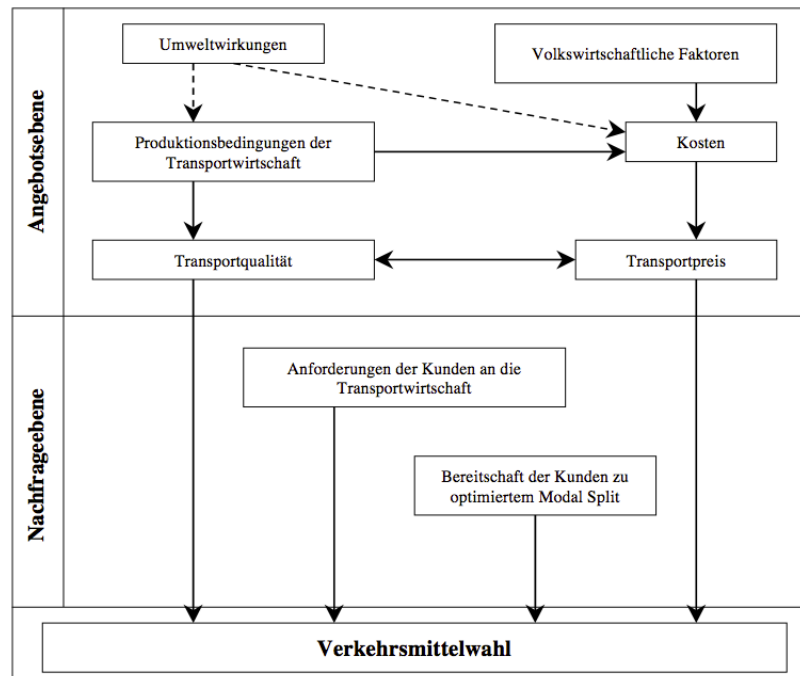


Abbildung 27: Einflussfaktoren der Verkehrsmittelwahl (aus Bühler 2005, S.59)

Der Begriff Verkehrswertigkeit beinhaltet die Qualitätsmerkmale Massenleistungsfähigkeit, Schnelligkeit, Fähigkeit zur Netzbildung, Berechenbarkeit, Häufigkeit der Verkehrsbindung, Sicherheit, Bequemlichkeit und Umweltbeeinflussung (vgl. Bühler 2005, S.58ff).

Weitere wichtige Kriterien nach Thiele (2000, S.5) sind:

- Präsenz des Verkehrsträgers
- Verfügbarkeit des Verkehrsträgers
- Schneller Transport
- Schonender Transport
- Wirtschaftlicher Transport auch kleiner Sendungen
- Ergänzung durch komplette Logistikleistungen, Informationsweitergabe von Störungen

Diese einzelnen Qualitätsmerkmale werden im nächsten Kapitel für das Binnenschiff näher betrachtet.

3 Die RoRo-Binnenschifffahrt

Im folgenden Kapitel wird eine Einführung in die allgemeine Binnenschifffahrt in Europa gegeben und im speziellen auf die RoRo-Schifffahrt eingegangen.

3.1 Einführung Binnenschifffahrt

Der Binnenschiffgüterverkehr ist eine Form des Güterverkehrs, der auf Binnenschiffahrtstraßen mit Binnenschiffen durchgeführt wird. Hierbei konkurriert der Binnenschiffgüterverkehr mit den Verkehrsträgern Straße und Schiene. Gleichzeitig bestehen Transportketten mit anderen Verkehrsträgern, insbesondere im kombinierten Verkehr, wie bereits im vorhergegangenen Kapitel beschrieben. Das System der Binnenschifffahrt setzt sich aus verschiedenen Akteuren zusammen, die in einer starken Wechselwirkung stehen. In Abbildung 28 sind diese Beziehungen dargestellt. Die einzelnen Untergruppen werden in diesem Kapitel näher beschrieben (vgl. via donau 2005, S.A1).



Abbildung 28: Das System der Binnenschifffahrt (aus via donau 2005, S.A1)

Im Zentrum dieses Systems steht die Wasserstraße mit ihren nautischen Bedingungen wie Befahrbarkeit und Abladetiefe. Schiffahrtsunternehmen sorgen für die Einbindung des Binnenschiffes in Logistikkonzepte der Wirtschaft. Transportangebote, die sowohl kostengünstig als auch zuverlässig sind, sorgen für einen funktionierenden Hauptlauf auf der Wasserstraße. Zusammen mit den Häfen sind diese Faktoren das Kernelement der Binnenschifffahrt. Häfen sorgen für eine Verknüpfung des Binnenschiffes mit Bahn oder LKW und werden immer mehr zu multifunktionalen Dienstleistungsanbietern. Verlader und Spediteure sind in engem Kontakt mit Schiffahrtsunternehmen und mit der verladenden Wirtschaft, während die Qualität der Schiffe und Innovationen im Schiffbau neue leistungsfähige Transporte zulassen. Die verkehrspolitischen Rahmenbedingungen bilden im Gesamtsystem den Rahmen, innerhalb dessen die einzelnen Verkehrsträger auf den

Märkten agieren. Subventionen sowie Abgaben und Steuern beeinflussen die europäischen Wettbewerbsverhältnisse (vgl. via donau 2005, S.A2).

Die starke Zunahme des Straßenverkehrs und die dadurch entstehenden ökologischen und finanziellen Belastungen haben die europäische Verkehrspolitik veranlasst, vermehrt Güterverkehrsalternativen zu berücksichtigen und zu fördern. Dabei kann das Binnenschiff neben der Schiene eine interessante Alternative zum Langstrecken-Straßengüterverkehr sein (vgl. via donau 2005, S.C19). Abbildung 29 gibt einen Überblick über die grundlegenden Vor- und Nachteile des Verkehrsträgers Binnenschiff im Gütertransport.

Verkehrsträger „Binnenschiff“	
Vorteile	Nachteile/Probleme
<ul style="list-style-type: none"> • Transporthäufigkeit: Keine Sonntags- und Feiertagsfahrverbote; • Transportsicherheit: Sehr hoch zu bewerten, ähnlich wie die Transportqualität; • Transportkapazität: Erhebliche Kapazitätsreserven bei der Verkehrsinfrastruktur und bei den Schiffsgefäßen; • Ökologische Verträglichkeit: Hoch, da z.B. ein Schubverband mit 6 Leichtern bis zu 16.000 Tonnen befördern und damit 650 LKW-Ladungen oder 400 Eisenbahn-Waggons ersetzen kann. Ein Europaschiff (Länge 85 Meter, Breite 9,5 Meter, Abladetiefe 2,5 Meter, Tragfähigkeit 1.350 Tonnen) kann genauso viel transportieren wie 45 Lastkraftwagen zu je 30 Tonnen; • Lärm- und Schadstoffemissionen: Die Binnenschiffe weisen die geringste Lärm- und Schadstoffemission von allen Verkehrsträgern auf. Der CO₂-Ausstoß verhält sich beim Binnenschiff zur Bahn und zum LKW mit 1 : 1,44 : 4,9; • Externen Kosten: Betragen pro 1.000 Tonnenkilometer für das Binnenschiff etwa 5 EURO (Eisenbahn 12,35 €; Lkw 24,12 €). Der spezifische Energieverbrauch liegt beim Lkw um das knapp 5fache und bei der Bahn um das 1,2fache über dem des Binnenschiffes; • Energiekosten: Können als gering eingestuft werden. Während ein Lastkraftwagen 4,1 Liter Dieselkraftstoff je 100 Tonnenkilometer benötigt, schneidet das Binnenschiff mit 1,3 Litern je 100 Tonnenkilometer deutlich besser ab. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transportdauer: Transport und Umschlag dauern länger als z.B. beim Bahntransport. Ein Binnenschiff fährt ca. 6 km/h, je nach Schleusenanzahl und Wegstrecke ist die Fahrtzeit zu bemessen. Für die Relation von Nürnberg nach Rotterdam kann z.B. von mindestens 6 Tagen Dauer ausgegangen werden; • Transporthäufigkeit: Geringere Abfahrtsfrequenz als andere Verkehrsträger, insbesondere als der LKW; • Netzbildungsfähigkeit: Geringe Netzdichte mit resultierender Kooperationserfordernis mit anderen Verkehrsträgern und Terminals sowie Umwege durch Verkehrsgeographie; • Infrastruktur: Niedrige Brücken können ein entscheidendes Hemmnis sein – unabhängig vom Wasserstand; • Witterungsabhängigkeit: Erfordert Notfallkonzepte z.B. bei Eisbildung; • Transportgüter: Trend zur Verminderung der Lagerhaltung bei den Empfängern mit der Folge einer Reduzierung der Partigrößen und Lagerauffüllungen, so dass der Schiffsraum überdimensioniert ist. Weiterhin bestehen besondere Probleme bei Stahltransporten durch Witterungseinfluss; • Transportkosten: Zusätzliche Umschlagkosten von/auf LKW. Die Schubschiffahrt stellt nur bei hohem und regelmäßigem Aufkommen eine kostengünstige Transportform dar, dies insbesondere bei Poolösungen.

Abbildung 29: Vor- und Nachteile des Verkehrsträgers Binnenschiff im Gütertransport (aus Fraunhofer 2008, S.56)

Das europäische Wasserstraßennetz mit seinen ungefähr 43.000 Kilometern verbindet trotz der geringen Netzdichte durch eine Vielzahl an Binnenhäfen entlang

der Wasserwege Europas wichtigste Ballungsräume und Industrieregionen. Die Vorteile der Binnenwasserstraße sind niedriger Flächenverbrauch, geringer Instandhaltungsaufwand und eine hohe Sicherheit des Verkehrsweges. Das Binnenschiff zeichnet sich durch hohe Massenleistungsfähigkeit, umfangreiche freie Kapazitäten, geringen Energieverbrauch, hohe Transportsicherheit, Zuverlässigkeit und geringe Transportkosten aus. In den vergangenen Jahren ist außerdem der Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekt der Binnenschifffahrt in den Fokus gerückt. Die Binnenschifffahrt hat den niedrigsten Primärenergiebedarf im Güterverkehr pro Liter Diesel je 100 tkm (vgl. Muschkiet 2013, S.180). Allgemeine Tonnenkilometer-Sätze für Gütertransporte des Binnenschiffes liegen um 40% unter denen der Bahn und um 58% unter denen des LKW (vgl. Plätzer 2007, S.2). Aufgrund der geringen externen Kosten ist die Binnenschifffahrt als ökologisch nachhaltiger Verkehrsträger angesehen, da Lärm- und Unfallkosten sehr gering sind. So entstehen in der Binnenschifffahrt Unfallkosten von 3,3 Cent je 100 tkm, während diese beim Schienengüterverkehr bei 6,0 Cent und beim Straßengüterverkehr bei 42,9 Cent liegt. Ähnlich verhält es sich bei den Lärmkosten. Zudem gibt es keine Fahrzeitbeschränkungen und Fahrverbote. Nachteilig wirken sich Beschränkungen durch Hoch- oder Niederwasser aus, sowie infrastrukturelle Engpässe, die die Leistungsfähigkeit und Attraktivität reduzieren.

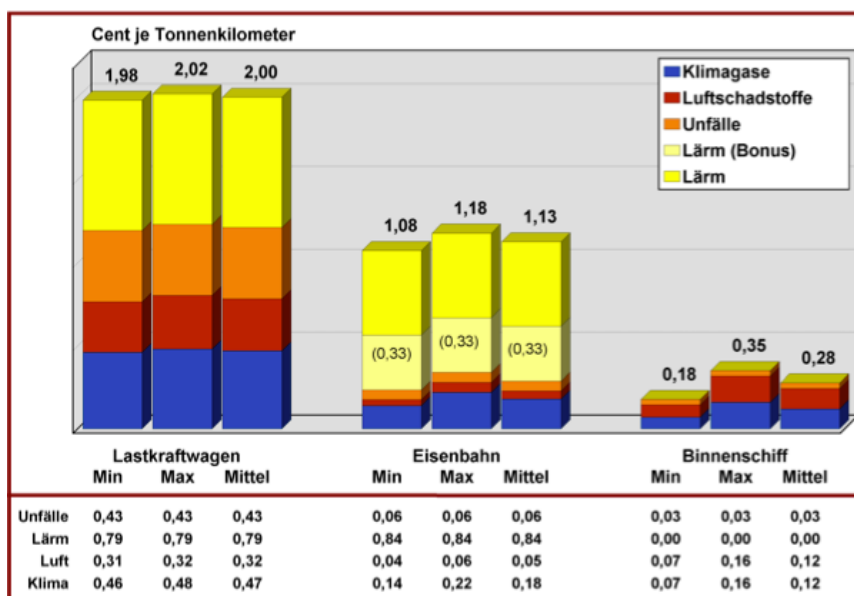


Abbildung 30: Bandbreiten und Mittelwerte der Summe externer Kosten – Lärm, Unfälle, Klimagase, Luftschadstoffe – auf ausgewählten Massengütern (aus Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost, Planco Consulting 2007, S.25)

Die Binnenschifffahrt weist bereits unter heutigen Bedingungen den geringsten spezifischen Energieverbrauch für ausgewählte Transportrelationen auf. Auf sieben von acht Massengut- und allen fünf Containerrelationen wird beim Transport per Binnenschiff weniger Energie verbraucht als im Eisenbahngüterverkehr. Der Energieverbrauch der Last- und Sattelzüge ist bei allen untersuchten Massengut-

und Containertransporten am höchsten. Die folgende Abbildung 31 veranschaulicht die Bandbreiten und Mittelwerte des jeweiligen Primärenergieverbrauchs je Tonnenkilometer (vgl. Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost, Planco Consulting 2007, S.13).

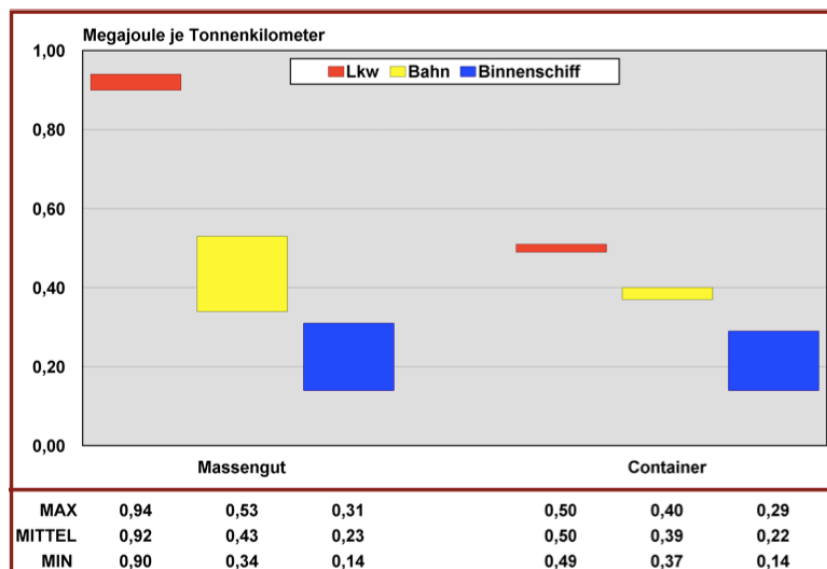


Abbildung 31: Bandbreiten und Mittelwerte des Primärenergieverbrauchs auf ausgewählten Transportrelationen (aus Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost, Planco Consulting 2007, S.14)

Demgegenüber steht die Schwierigkeit, die Binnenschifffahrt in multimodale Transportketten flexibel zu integrieren, längere Lade- und Löschzeiten und die geringe Geschwindigkeit. Gründe dafür liegen in der geringen Anzahl an Liniendiensten, infrastrukturellen Engpässen auf der Wasserstraße, suprastrukturellen und leistungsmäßigen Engpässen in den multimodalen Kapazitäten der Seehäfen, sowie der geringen Planbarkeit aufgrund von unzureichenden Informationsflüssen und IT-Unterstützung. Darüber hinaus besteht eine hohe Komplexität in der Organisation von multimodalen Prozessketten aufgrund der hohen Anzahl an Akteuren entlang des Güterflusses zwischen den Lieferorten (vgl. Mierka 2009, S.4).

Der Anteil der Binnenschifffahrt am Modal Split bezogen auf die Verkehrsleistung nahm in der Vergangenheit stetig ab. Im Zeitraum von 2000 bis 2011 sank der Anteil der Binnenschifffahrt bei einer allgemeinen steigenden Verkehrsleistung von 13% auf 9%. Zum Vergleich konnten der Straßengüterverkehr und der Güterbahnverkehr ihre Anteile im selben Zeitraum von 68% auf 71% bzw. von 16% auf 18% steigern (vgl. Muschkiet 2013, S.179).

Um ihre Kapazitäten nutzen zu können, benötigt die Binnenschifffahrt ein entsprechendes Transportvolumen. Die klare Stärke des Binnenschiffes liegt im Bereich Massengut; darunter fallen Steine, Erde und Baustoffe, Mineralerzeugnisse und Erdöl sowie Erze und Metallabfälle – allesamt Güter mit einer geringen

Wertdichte. Insgesamt fallen knapp 56% der von der Binnenschifffahrt erbrachten Verkehrsleistung im Jahr 2009 auf diese Gütergruppen. Dieser Anteil ist jedoch rückläufig und kann nicht komplett durch das Wachstum anderer Gütergruppen, wie z.B. durch Halb- und Fertigerzeugnisse sowie besondere Transportgüter, zu denen Container und natürlich auch die in dieser Arbeit behandelten fabriksneuen PKW zählen, ausgeglichen werden. Der Rückgang der Massengüter zugunsten hochwertiger Konsum- und Investitionsgüter entsteht durch die Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Produktionsstruktur in hochentwickelten Volkswirtschaften. Aufgrund der Notwendigkeit der Binnenschiffe für Massengüter sind diese entsprechend überproportional vom Güterstruktureffekt betroffen, was den Rückgang der Binnenschifffahrt am Modal Split erklärt (vgl. Binder 2008 und Muschkiet 2013, S.180).

Großes Verlagerungspotenzial für die Binnenschifffahrt wird künftig im Bereich des RoRo-Verkehrs gesehen und Binnenschifffahrtsunternehmen rechnen bereits mit hohen Auftragszahlen aus der Automobilindustrie. Der Donaauraum wird für die Automobilhersteller aufgrund des in Südosteuropa vorherrschenden Lohngefälles immer attraktiver. Hier bietet sich das Binnenschiff mit seiner Massenleistungsfähigkeit und der hohen Transportsicherheit an (vgl. via donau 2005, S.16f und Muschkiet 2013, S.181).

Dieses Potential kann aber nur langfristig erschlossen werden, da der recht kostengünstige Transport per Binnenschiff stets in Zusammenhang mit den Vor- und Nachlaufkosten gesehen werden muss, deren absolute Höhe vom Standort des Herstellers abhängig ist. Im Handbuch der Donauschifffahrt von via donau aus dem Jahr 2002 wird ein „natürlicher transporttechnischer Einzugsbereich für den Binnenwasserweg“ von etwa 150 Kilometern jeweils zu beiden Seiten der Wasserstraße angegeben. Die Länge des Hauptlaufes ist jedoch ausschlaggebend für die Größe des Einzugsgebietes: Vor- bzw. Nachlauf können umso länger sein, je länger der Hauptlauf ist (vgl. via donau 2002, S.B1). Hersteller sind zwar bereit, etwas längere Laufzeiten in Kauf zu nehmen, aber nur wenn sich dies finanziell rechnet. Effektiv ist der Massentransport auf dem Wasser allerdings nur dann, wenn ausreichend Volumen vorhanden ist. Auf einem Schiff haben, je nach Größe der Automobile, von 220 bis 260 PKW Platz – um diese Menge auf der Straße zu fahren, braucht es 30 LKW oder 24 Eisenbahnwaggons auf derselben Strecke. Ob der Einsatz von Binnenschiffen lohnend ist, bedarf einer differenzierten Betrachtungsweise. Es ist stets zu ermitteln, ob es sich beim konkreten Transport um eine Berg- oder Talfahrt handelt, inwieweit gebrochene Verkehre unumgänglich sind und wie hoch die Lieferfrequenz ist. Ein zukünftiges Verlagerungspotential muss deshalb immer individuell herausgefunden werden (vgl. Hoepek 1997, S.209f).

3.2 Die Akteure des Verkehrssystems Binnenschifffahrt

Das Verkehrssystem der Binnenschifffahrt umfasst folgende Akteure, die im nächsten Unterkapitel näher beschrieben werden:

1. Wasserinfrastruktur
2. Reedereien
3. Spediteure und Transporteure
4. Binnen- und Seehäfen
5. Verladende Wirtschaft

Die verladende Wirtschaft repräsentiert die Nachfrageseite, die restlichen Akteure stellen die Angebotsseite dar.

3.2.1 Wasserinfrastruktur

Binnenwasserstraßen sind natürliche oder künstliche Gewässer wie Flüsse, Seen oder Kanäle, die der Binnenschifffahrt dienen. Das Wasserstraßennetz in Europa setzt sich aus frei fließenden Flussstrecken ohne Stauhaltung, staugeregelten Flussstrecken sowie Kanälen und Abschnitten zusammen, die durch Seen führen.

Die europäischen Binnenwasserstraßen verbinden viele bedeutende Städte und Handelsplätze in Europa und darüber hinaus. 20 von 28 EU-Mitgliedsstaaten haben ein Wasserstraßennetz und 12 Staaten sind mit internationalen Wasserstraßen verbunden. Somit könnten theoretisch hunderte Städte über das 37.000 Kilometer lange Wasserstraßennetz in Europa beliefert werden (vgl. Logistik Express 2013).

Wasserstraßen in Europa werden gemäß der UN/ECE und der CEMT (Conference Européenne des Ministres des Transports) in verschiedene Klassen eingeteilt. Kriterien richten sich nach Grundabmessungen der einsetzbaren Schiffe, wie Länge, Breite, Tiefgang, Tonnage der Wasserfahrzeuge sowie Brückendurchfahrtshöhen (via donau 2005 S.16). Man unterscheidet sieben Wasserstraßenklassen (I – VII). Wirtschaftliche Bedeutung für den internationalen Verkehr kommt nur den Klassen IV bis VII zu, auf denen zu anderen Verkehrsträgern konkurrenzfähige Gütertransporte durchgeführt werden können (vgl. Muschkiet 2013, S.181).

Die Qualität der Wasserstraßeninfrastruktur ist unterschiedlich ausgeprägt. Die Rhein-Main-Donau-Wasserstraße erfüllt gemäß der UN/ECE Klassifikation die höchsten Standards. In der Realität werden die Parameter der Klassen über den Jahresverlauf an vielen Stellen jedoch nicht erreicht und verhindern so Transporte. Besonders entlang der Donau auf den Strecken Straubing-Vilshofen, Wachau, Wien-Bratislava, Nagymaros-Budapest und anderen Stellen sind häufig Probleme zu erwarten (vgl. Buck Consultants 2004, S.119).

Durch Wasserstraßen kleiner gleich Klasse III und damit für den Güterverkehr ohne Ausbau nur begrenzt nutzbar, reduziert sich die nutzbare Länge auf ca. 14.000 Kilometer mit mindestens Klasse IV. Muschkiet merkt an, dass ca. 35% dieser Strecke in Deutschland liegt, dass das europäische Wasserstraßennetz nicht durchgehend ist und leistungsstarke Verbindungen zwischen den Flusssystemen fehlen – mit Ausnahme des Rheins und dem Main-Donau-Kanal (vgl. Muschkiet 2013, S.183).

Für den Binnenschiffahrtsbetrieb sind drei Bestimmungsgrößen maßgeblich: die Schleusengröße, die Fahrwasserparameter und die Brückendurchfahrtshöhen.

Die maximalen Abmessungen eines Schiffes werden wiederum durch Schleusen bzw. Schiffshebwerke und Wendemöglichkeiten begrenzt. Die Brückendurchfahrtshöhe stellt die lichte Durchfahrtshöhe zwischen Wasserspiegel und Brücke dar. Die Einschränkungen auf dem Rhein sind geringer als auf der Donau. Sind auf dem Rhein Schiffe bis zu einer Länge von 135 Metern, einer Breite von bis zu 22,80 Metern und einem Tiefgang zwischen 2,50 Meter und 4 Meter zugelassen, schränken die Fahrwasserbedingungen auf der Donau die Schifffahrt ein und hemmen die Wettbewerbsfähigkeit. Schleusen sind notwendig, um Höhenunterschiede von Wasserstraßen auszugleichen, stellen aber für die Binnenschifffahrt einen wesentlichen einschränkenden Faktor dar, da die Dimensionen der Schleusenammern die Abmessungen der Schiffe bestimmen. Im Durchschnitt sind die Schleusenammern des Rhein-Main-Donau-Korridors rund 265 Meter lang und 16 Meter breit. Einschränkungen gibt es wieder auf dem Main-Donau-Kanal, wo die Abmessungen geringer sind. Schleusungen dauern zwischen 45 und 90 Minuten und sind auf manchen Strecken durch die Vielzahl an Schleusen ein zeitkritischer Faktor (vgl. Versuchsanstalt für Binnenschiffbau 2004, S.7).

Brücken mit ihren Brückendurchfahrtshöhen bei höchstem Schifffahrtswasserstand spielen aufgrund der immer größeren Bedeutung des Containerverkehrs eine kritische Rolle. Die Brückendurchfahrtshöhe ist dabei immer im Zusammenhang mit der Fahrwassertiefe und dem sich ergebenden Tiefgang zu sehen. Die Brückendurchfahrtshöhen sind so wie die Fahrwassertiefen keine fixen Größen, sondern verändern sich ständig aufgrund der Wasserstände. In frei fließenden Gewässern des Rheins und der Donau können Schwankungen durch Niederschläge oder Schneeschmelze bis zu 10 Meter betragen (vgl. Versuchsanstalt für Binnenschiffbau 2004, S.20).

Die verfügbare Fahrwassertiefe bestimmt den maximal möglichen Tiefgang und damit die Tragfähigkeit der Schiffe. Je größer die Abladetiefe ist, umso größere Warenmengen können transportiert werden und umso geringere Stückkosten pro Tonne Ladung fallen an. Neben der Fahrwassertiefe spielt die Vorhersehbarkeit des möglichen Tiefganges eine entscheidende Rolle, da genaue

Wasserstandsschwankungen oft schwer eine Prognose zulassen. Besonders auf Transporten mit langen Fahrzeiten nehmen solche Schwankungen großen Einfluss auf das Beladeverhalten der Schiffsführer, da das Risiko einer Grundberührung oder eines Zwischenstopps, um das Schiff zu erleichtern, oft nicht eingegangen wird (vgl. Binder 2006). Behörden können wetterbedingte Sperren auf der Wasserstraße aufgrund von Extremsituationen wie Eisbildung oder Hochwasser erlassen. Während durch Eisbildung bedingte Sperren hauptsächlich in die Wintermonate Jänner und Februar fallen, tritt Hochwasser tendenziell in den Frühjahrs- und Sommermonaten auf (vgl. via donau 2014, S.22).

Mehrere Quellen merken an, dass das Binnenwasserstraßensystem ein Verkehrssystem ist, dessen Kapazitäten noch nicht ausgeschöpft sind und daher fähig ist, Güter von der Straße und Schiene zu übernehmen. Laut dem Verein für europäische Binnenschifffahrt werden derzeit lediglich 50% der Kapazitäten genutzt. Jedoch verhindern Engpässe, begrenzte Tiefgänge, Brückendurchfahrtshöhen und Schleusenabmessungen die volle Ausschöpfung dieses Potenzials und beeinträchtigen die Wettbewerbsfähigkeit (vgl. Muschkiet 2013, S.185).

Für die europäische Binnenschifffahrt sind vier Korridore von zentraler Bedeutung: der Rheinkorridor, der Donau (Süd-Ost) Korridor, der West-Ost-Korridor und der Nord-Süd-Korridor, wie in Abbildung 32 zu sehen ist. Auf diese vier Korridore wird in diesem Abschnitt kurz eingegangen:

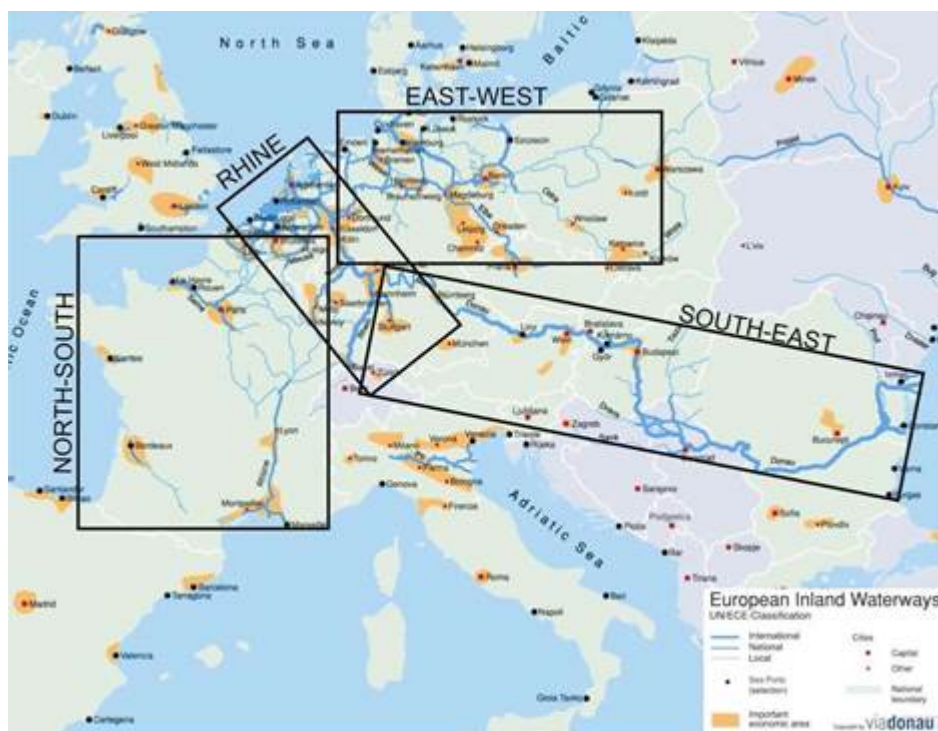


Abbildung 32: Wasserstraßenkorridore Europas (aus Schweighofer 2010)

- Rheinkorridor



Abbildung 33: Rheinkorridor (aus via donau 2005)

In diesem Korridor werden ca. 90% des gesamten Verkehrsaufkommens und Transportvolumens der europäischen Binnenschifffahrt erbracht, womit er zu den verkehrsreichsten Wasserstraßen der Welt gehört. Der Rhein verbindet mit seinen Nebenflüssen Mosel, Neckar, Main sowie den Kanälen Wesel-Datteln und Rhein-Herne die wichtigen Industriegebiete um Basel, das Elsass und die Regionen um Stuttgart, Karlsruhe, Mannheim, Köln und das Ruhrgebiet mit den Seehäfen in Belgien und den Niederlanden. Die Rheinachse spielt eine besondere Bedeutung durch die Hochseehäfen in Antwerpen, Rotterdam und Amsterdam, auch ARA-Häfen genannt (vgl. via donau, 2005, S.17). Als Querverkehr zum Rhein umfasst die Verkehrsachse den Norden der Niederlande mit den Flüssen Maas und Schelde, Belgien und Nordfrankreich. Weiters ist eine Verbindung der Seine mit dem nordwestlichen Wasserstraßennetz Frankreichs geplant. Ziel ist die Vernetzung der Benelux-Länder mit der Region um Paris (vgl. EU-Kommission 2005).

Der Rhein zeichnet sich durch einige Eigenschaften für Transporte gegenüber der Donau vorteilhafter aus. Er verfügt mit einer allgemeinen Durchfahrtshöhe von 9,1 Metern über hohe Transportkostenvorteile gegenüber Transporten auf der Main-

Donau-Achse, da mit größeren Schiffen gefahren werden kann (vgl. Mierka 2009, S.19). Zudem bestehen kürzere Distanzen im Seehafenhinterlandverkehr – die Häfen Duisburg, Düsseldorf und Köln sind nur ca. 300 Kilometer von den ARA-Häfen entfernt. Die Distanz des am weitesten entfernten Hafens in der Schweiz auf dem Rhein beträgt lediglich 830 Kilometer verglichen mit der Länge von 2.200 Kilometern zwischen Kelheim und Constantia auf der Donau. Daraus ergeben sich höhere Umlaufzeiten. Die Wasserführung des Rheins ist im Gegensatz zur Donau aufgrund der regelmäßigen Niederschläge im Rheingebiet sehr günstig. Die vorteilhafte geographische Lage des Niederrheins mit der Mündung in die Nordsee bietet einen direkten und schnellen Zugang zu allen Weltmeeren. Ford nutzt nicht ohne Grund diese Eigenschaften bereits für die Automobildistribution von Köln aus (vgl. Ritschl 2012, S.27).

- Donaukorridor



Abbildung 34: Der Donaukorridor vom Rhein bis zum Schwarzen Meer (aus via donau 2005)

Die Donau ist insgesamt 2.888 Kilometer lang und ab dem Flusskilometer 2.415¹ in Kelheim in Deutschland schiffbar. Main und Donau repräsentieren die Hauptachse des Süd-Ost-Korridors. Der Rhein und die Donau bilden das Rückgrat des europäischen Wassernetzes und formen eine durchgehende Wasserstraße von der Nordsee zum Schwarzen Meer mit einer Gesamtlänge von über 3.500 Kilometer. Im Mündungsbereich der Donau in das Schwarze Meer verbindet der Cernavoda-Kanal den rumänischen Schwarzmeerhafen Constantia mit der Donau. Durch den Donau-Schwarzmeer-Kanal ist Constantia mit dem Rhein-Main-Korridor verbunden, womit der Seeweg aus Richtung Ferner Osten und Australien über den Suez-Kanal in das europäische Hinterland um ca. 4.000 Kilometer verkürzt wird (vgl. Plätzer 2007, S.39). Durch diese strategisch wichtige Position hat der Hafen von Constantia in den Jahren vor der Finanzkrise eine signifikante Steigerung an Containermengen verzeichnen können (vgl. COLD 2006, S.19 und Muschkiet 2013, S.185). Nach 2008,

¹ Flusskilometer Null bezeichnet die Mündung ins Schwarze Meer und Flusskilometer 2.888 die Quelle.

nachdem an den Nordseehafen Kapazitäten frei wurden, lies die Nachfrage nach Constanza jedoch wieder nach (vgl. Expertengespräch Willi Betz).

Die Donau hat jedoch aufgrund von unausgebauten Problemstellen keine optimalen Bedingungen für einen Durchlauf güterstarker Binnenschiffe. Aufgrund der fehlenden Stauhaltung und dem sich daraus ergebenden zu geringen Mindesttiefgang, ist die ganzjährige Befahrung der Donau an mehreren Teilstrecken stark eingeschränkt – die Wassertiefe beträgt teilweise weniger als 2,80 Meter. Für die Donauschifffahrt entstehen so während der Niederwasserperioden erhebliche Probleme, da nur mit geringer Auslastung und Ladung gefahren werden kann. Dies führt zu einer starken Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Binnenschifffahrt. Die aufgrund von Niederwasser verursachten Wartezeiten und die daher benötigten Ersatzverkehre reduzieren das Marktpotenzial der Donauschifffahrt. Planbarkeit und Preisgestaltung werden kompliziert, was wiederum regelmäßige Liniendienste schwer durchsetzbar macht. Es ist daher von großem Interesse, die Kapazitäten und Fahrverhältnisse auf der Donau weiter auszubauen, um zukünftige Verkehrszuwächse zuzulassen und neue Märkte zu erschließen (vgl. Mierka 2009, S.11 und 15).

- West-Ost-Korridor



Abbildung 35: West-Ost-Verkehr (aus via donau 2005)

Der West-Ost-Korridor konzentriert sich um die Elbe und erstreckt sich von der Weser im Westen bis zur Oder im Osten, von der Baltischen See im Norden bis nach Kozle in Polen im Süden. Zu diesen zählen auch die unzähligen Nebenflüsse, wie z.B. Spree, Moldau, Saale, Peene, Trave sowie viele Kanäle in der ehemaligen DDR. Die Elbe zeichnet sich dadurch aus, dass sie durch Kanäle und Nebenflüsse mit anderen Binnenwasserstraßen verbunden ist. Das Elbegebiet in Deutschland erstreckt sich über 2.110 Kilometer. Der Elbabschnitt zwischen Hamburg und der Nordsee kann von Schiffen bis zu einem Tiefgang von 12,5 Meter befahren werden. Die wachsenden Warenströme in Mittel- und Osteuropa sind eine wichtige Entwicklung für die dortige Binnenschifffahrt. Während die übrige Elbe an der Mittel- und Oberelbe als Wasserstraße für den Gütertransport im Vergleich zu anderen Wasserstraßen eine eher geringe Bedeutung hat, ist ihre internationale Wertschätzung als naturnahe große Stromlandschaft und als komplexes Schutzgebietssystem stark gewachsen (vgl. Mierka 2009, S.18, Ploberger 2009, S.81f und HTC 2013, S.7).

Zentraler Bestandteil des West-Ost-Korridors ist auch der Mittellandkanal (MLK). Der MLK ist mit einer Länge von 325,3 Kilometern die längste künstliche Wasserstraße Deutschlands und die zentrale West-Ost-Verbindung. Die nachfolgende schematische Abbildung 36 lässt erkennen, welche wichtigen Wasserstraßen durch den MLK verbunden werden. Im Westen wird die Verbindung zum Dortmund-Ems-Kanal und somit indirekt zum Rhein hergestellt. Auf dem Weg nach Osten hat der MLK Abzweigungen zur Mittelweser bei Minden und dem Elbe-Seitenkanal bei Wolfsburg. Um eine möglichst geringe Anzahl an Kanalstufen zu erreichen, führen einzelne Stichkanäle zu wichtigen Häfen wie Osnabrück, Hannover, Hildesheim und Salzgitter. Dadurch sind auf dem Hauptkanal nur drei Kanalstufen und somit nur zwei Schleusen – die Schleuse Anderten und die Schleuse Sülfeld – notwendig. Der MLK ist westlich des ESK als Wasserstraße der Klasse Vb eingestuft, und erlaubt die Befahrung mit einem Großmotorschiff (vgl. HTC 2013, S.6f).



Abbildung 36: Mittellandkanal (MLK) (aus HTC 2013, S.7)

- Nord-Süd-Korridor

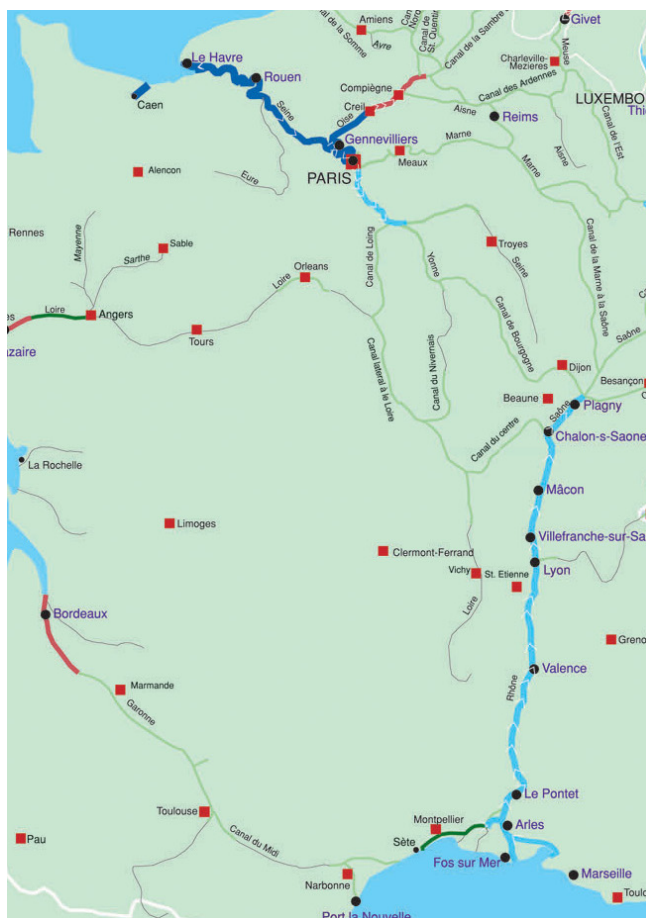


Abbildung 37: Nord-Süd-Korridor (aus via donau 2005)

Dieser Korridor umfasst die Flüsse Seine und Rhône und befindet sich fast zur Gänze in Frankreich und Belgien. Über das belgische Netz kann von Frankreich aus der Hafen Antwerpen erreicht werden. Da dieser wiederum an das niederländische Netz angeschlossen ist, können alle ARA-Häfen und der Rhein von Nordfrankreich aus bedient werden (vgl. Muschkiet 2013, S.185).

3.2.2 Spediteure und Transporteure

Spediteure und Transporteure bieten Logistikdienstleistungen auf dem Markt für Komplettfahrzeuge an. Die strategische Ausrichtung fokussiert den kompletten Lebenszyklus eines Fahrzeuges, von der Übernahme am Produktionsband über die weltweite Distribution bis hin zur Verwertung als Altfahrzeug.

Spediteure gelten als Architekten des Verkehrs, übernehmen den Transport im eigenen Namen für den Versender oder fungieren selbst als Frachtführer. Sie stellen das Bindeglied zwischen der verladenden Wirtschaft und dem Verkehrsunternehmen dar. Als Logistikdienstleister erbringen sie Speditions-, Transport-, Lager- und Umschlagarbeiten. Zusätzlich bieten sie Serviceleistungen

wie Beratung, Auftragsabwicklung, Finanzierung sowie Marktanalysen an (vgl. Kummer 2006, S.52).

Automobilhersteller können oft auf mehrere Logistikdienstleistungsanbieter zurückgreifen. Spediteure können deshalb als Preis für Leistungen bestenfalls die Selbstkosten plus einen minimalen Gewinn erreichen (vgl. Gudehus 2005, S.219).

Derzeit beschäftigen sich noch wenige Spediteure mit der Binnenschifffahrt, da die Abläufe über Schiene und Straße derzeit gut eingespielt sind (vgl. Plätzer 2007, S.41). Zu den Spediteuren, die Binnenschiff-RoRo-Dienste in Europa anbieten zählen: BLG, Willi Betz und die Rolf Mosolf Gruppe.

Zu den größten Logistikern innerhalb Europas zählt BLG, mit seiner Automobile Logistics Division, mit ca. 6,75 Millionen bewegten Fahrzeugen im Jahr 2012. Der Konzern ist mit sieben eigenen Schiffen sowie mit vier Autoschubleichtern auf dem Rhein und der Donau einer der Marktführer in der PKW-Wasserstraßenlogistik. Zur Flotte gehören außerdem 550 LKW Automobiltransporter und 1.400 PKW Eisenbahnwaggons. Mit der aktuellen Flotte können 4.500 PKW gleichzeitig transportiert werden (vgl. BLG 2013, S.2ff). Als Betreiber von mehreren Autoterminals in ganz Europa, wie in Abbildung 38 zu sehen ist, liegt die strategische Ausrichtung in der Besetzung von logistischen Knotenpunkten (vgl. AG Logistik und Verkehr 2003, S.11). Mit dem Standort am Weser-Hafen in Bremen und Bremerhaven können über 1.000 Häfen auf der ganzen Welt mit der Hochseeschifffahrt bedient werden.

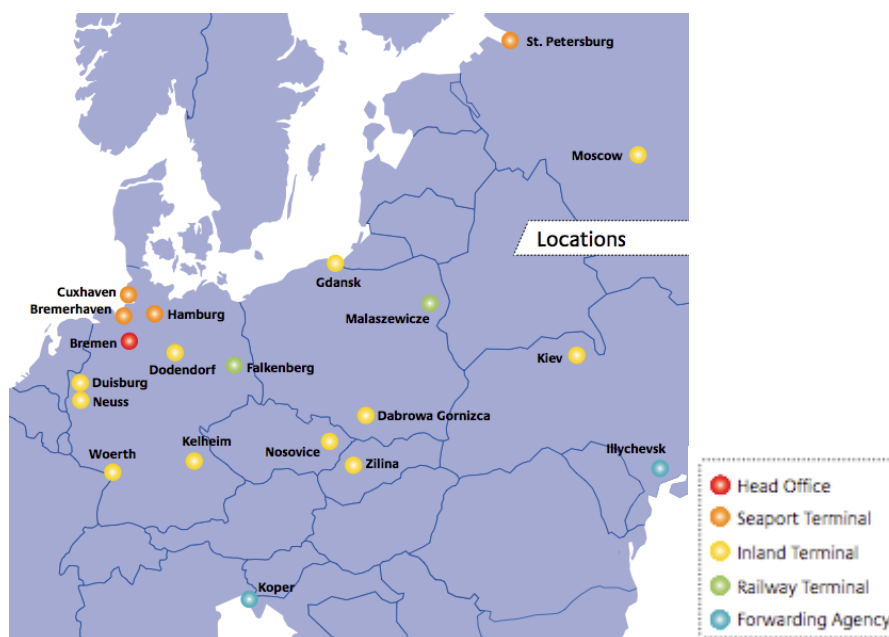


Abbildung 38: BLG Standorte in Europa (aus BLG 2013, S.3)

Seit Beginn der Schifffahrtstätigkeit im Jahre 1983 hat BLG zwei Millionen Fahrzeuge über die Wasserstraße transportiert. Besonders die Möglichkeit, einen Linienverkehr

zu realisieren, macht das Binnenschiff für BLG attraktiv. Mit drei Seehafenterminals und fünf Inlandterminals hat BLG außerdem ein schlagkräftiges Umschlagsnetz für das Binnenschiff mit der PKW-Ladung aufgebaut. Weitere fünf Inlandterminals werden gemeinsam mit Partnern betrieben. Häufig geben Logistikdienstleister Aufträge an Subunternehmer ab. Diese externen Vergaben können in allen Transportarten auftreten. Gefco leitet z.B. bis zu 70% seiner Landtransporte an Subunternehmer weiter (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 4/2011, S.58). BLG führt mit der Reederei Interriijn Autotransport den Transport von Ford-Automobilen auf dem Rhein durch.

In der Binnenschifffahrt bieten Spediteure immer häufiger Komplettlösungen an, welche aus Umschlag, Vor- und Nachlauf sowie sonstigen Logistikdienstleistungen bestehen. Diese Spediteure setzen die gesamte Prozesskette vom Autowerk bis zum Autohändler um. Logistiktechniker sind bei den Automobilherstellern in der Fabrik tätig, überprüfen bis zu 256 Punkte an einem Neufahrzeug und können auf Wunsch des Händlers auch noch Zusatzausstattungen einbauen (vgl. Hödlmayr, 2014). In den Logistikzentren werden die Automobile nicht nur umgeschlagen, sondern es werden auch die schützende Kunst- oder Wachsstoffschicht abgewaschen, Fußmatten eingelegt oder elektronische Komponenten eingebaut. Dies wird in den Compounds durchgeführt, die eine Kombination aus Umschlagterminal, Lackiererei und Werkstatt sind, in denen Hersteller und Leasinggesellschaften ihre Fahrzeuge vor dem Weiterverkauf herrichten lassen. Manche Unternehmen lassen außerdem zusätzliche Ausstattungsmerkmale einbauen und wandeln Serienfahrzeuge in Sondermodelle um. Für Renault bringt BLG Jahreswagen, die von Mietwagenfirmen aus dem Fuhrpark genommen werden, wieder auf Verkaufsqualität. Die Dienstleistungen reichen von technischen Arbeiten an Bremsen oder Ölwechsel bis zur optischen Dellenreparatur oder Fleckentfernung auf den Sitzen. Dieser umfassende Service gehört neben der Neuwagendistribution zum Angebotsspektrum der Logistiker (vgl. Duisburger Hafen 2009, S.15).

Green Logistics spielen eine immer größere Rolle für Speditionsunternehmer. Es wird darauf geachtet, dass saubere und moderne LKW im Einsatz sind und die Fahrer geschult sind, treibstoffsparend zu fahren. Dazu sind aber laufende Investitionen in neue LKW nötig (vgl. Hödlmayr 2014).

3.2.3 Reedereien

Reedereien sind Schifffahrtsunternehmen zum Betrieb von Schiffen und erstellen als Frachtführer Transportleistungen zu Wasser für die Verladende Wirtschaft oder agieren für die Spediteure als Bindeglied. Reedereien sind kaufmännisch organisierte Schifffahrtsunternehmen mit eigener Verwaltungs- und Verkaufsorganisation zur Frachtwerbung, Abwicklung und Distribution, die

gewerbsmäßig die Organisation und Durchführung von Gütertransporten mit eigenen oder fremden Schiffen durchführen (vgl. via donau 2005, S.1).

Die Unternehmensstruktur in der europäischen Binnenschifffahrt ist gekennzeichnet durch eine große Anzahl von Partikulären, die ein oder zwei Fahrzeuge besitzen und eine kleine Anzahl an Reedereien, deren Schiffsflotte 20 oder mehr Fahrzeuge umfasst (vgl. Buck 2004, S.18f). Der Partikulär ist ein Schiffseigner, der im Gegensatz zum Reeder sein Schiff meist selbst führt und in der Regel nicht mehr als drei Schiffe besitzt. Meist sind diese aufgrund längerfristiger Beschäftigungsverträge gegen Provisionszahlungen für große Reedereien als Subunternehmer tätig oder sie schließen sich einer Genossenschaft an, die für sie Transporte beschafft und die Frachtabrechnung durchführt (vgl. Ploberger 2009, S.41).

Plätzer schreibt in seiner Dissertation, dass der Donaauraum in den letzten Jahren vermehrt durch zentral verwaltete Planwirtschaften geprägt war, bedingt durch die alten Unternehmensstrukturen in den Reedereien aus den ehemaligen Ostblockstaaten. Dagegen ist die Rheinregion schon seit vielen Jahren marktwirtschaftlich geprägt; eine Vielzahl an Schifffahrtsbetrieben bieten ihre Dienste an. Er führt fort, dass der in den zentral geführten Planwirtschaften vorherrschende Verkäufermarkt nur sehr langsam einem Käufermarkt weicht, der in den westeuropäischen Ländern bereits Standard ist. Die Folge ist, dass dort wenig auf die Anforderungen im Güterverkehr eingegangen wird und sich die Bereitschaft zu jeglicher Zusammenarbeit erst entwickeln muss (vgl. Plätzer 2007, S. 26).

3.2.4 Binnen- und Seehäfen

Binnenhäfen sind ein notwendiger Teil der Verkehrsinfrastruktur der Binnenschifffahrt als Knotenpunkte der Transportströme und gleichzeitig Verknüpfungspunkte der Verkehrsträger Binnenschifffahrt, Bahn und Straße im multimodalen Verkehr. Neben den traditionellen Kerndienstleistungen wie Umschlag und Lager muss ein moderner und kundenorientierter Hafen Mehrwert- und Informationsdienstleistungen anbieten, um effiziente Logistikkösungen in der Transportkette umzusetzen (vgl. Plätzer 2007, S.27 und Mierka 2009, S.9). Waren Binnenhäfen früher reine Umschlagpunkte, so sind sie heute als multimodale Logistikdienstleister und Wirtschaftszentren gefordert. Verantwortlich für diesen Trend sind der rückläufige Transport von Massengütern und der Wandel zu vielfältigen Transportgütern aus Industrie und Handel. Um den steigenden Anforderungen und Bedürfnissen der Marktteilnehmer gerecht zu werden, bieten die Häfen nicht mehr nur reine Transportleistungen, sondern immer stärker auch logistische Dienstleistungen abseits des Binnenschiffes an (vgl. Binder 2008 und Plätzer 2007, S.28).

Häfen können anhand ihrer Rolle, ihrer Aktivität und speziellen Dienstleistungen in verschiedene Kategorien eingeteilt werden: konventionelle Binnenhäfen, Fluss-See-Häfen, Tiefseehäfen und Binnenhäfen mit Spezialfunktion. Man unterscheidet auch zwischen öffentlichen, Werks- oder Privathäfen (vgl. Binder 2008 und Plätzer 2007, S.27). Werks- und Privathäfen sind die Schnittstelle zwischen einem unmittelbar an der Wasserstraße angesiedelten Unternehmen und der Wasserstraße. Zum Beispiel verfügt Ford in Köln über einen Werks- und Privathafen, von welchem die Firma ihre Fahrzeuge direkt verschiffen kann. Öffentliche Häfen sind getragen von Bund, Ländern oder Gemeinden und besitzen eine Vielzahl an angesiedelten hafenaffinen Unternehmen und Betrieben, unter anderem Umschlag- und Lagereibetriebe, Speditionen und sonstige Logistikdienstleister. Binnenhäfen mit Spezialfunktionen sind auf unkonventionelle Güter oder Umschlagtechnologien spezialisiert, wie in diesem Fall auf den RoRo-Verkehr. Um den Umschlag von derartigen RoRo-Einheiten zu ermöglichen, müssen in den Häfen Rampen vorhanden sein (via donau, 2005, S.59).

Ein RoRo-Umschlag erfordert im Vergleich zu anderen Gütern große Freiflächen. Diese können je nach Platzbedarf und -angebot beim reinen PKW-Umschlag durch Parkhäuser ergänzt werden. Beim Versand von PKW werden diese auf Bereitstellflächen in unmittelbarer Nähe der Schiffs Liegeplätze gepuffert. Kurze Wege zu den Rampen des Schiffes verkürzen die Anlege- und Ladezeit der Schiffe. Je nach Ankunftszeit vor der Schiffsabfahrt, der Organisationsform des Terminals und dem vorhandenen Platzangebot werden auf dem Terminal ankommende Fahrzeuge jedoch nicht sofort zu den Bereitstellflächen am Schiff gebracht. Da die Bereitstellflächen am Schiff begrenzt sind, werden unter Umständen für die Lagerung der PKW weiter entfernt liegende Terminalflächen oder Parkhäuser genutzt. Jedoch sind solche Umwege mit zusätzlichem Aufwand verbunden und besonders Neufahrzeuge sollten möglichst wenige und kurze Strecken zurücklegen. Beim Import von PKW findet der zuvor beschriebene Ablauf in umgekehrter Reihenfolge statt. Die PKW werden vom Schiff zu den vorgesehenen Bereitstellflächen gefahren (Ford 2014). Diese können je nach Ausgestaltung des Terminals auch weiter vom Schiffs Liegeplatz entfernt sein (vgl. Muschkiel 2013, S.200).

BLG Logistics hat bspw. am Hafen Kelheim einen Automobillogistikstandort aufgebaut. Auf einer Fläche von 507.000 Quadratmetern können 26.000 Fahrzeuge gelagert werden. Ausgestattet ist das Terminal mit zwei Parkregalen, in denen 7.800 Fahrzeuge gelagert werden können, zwei Gleisanschlüssen, zwei Kopframpen, einem RoRo-Ponton und einem PDI-Center. 185 Mitarbeiter kümmern sich um das Handling, die Lagerung und die technische Bearbeitung der Fahrzeuge. Die Fahrzeuge kommen entweder per Binnenschiff aus Ungarn, per LKW aus süddeutschen Automobilwerken oder per Bahn aus der Slowakei oder der Tschechischen Republik. Sie werden am Terminal zwischengelagert und dann an Händler bundesweit verteilt. BLG bietet zusätzlich in einer eigenen Werkstatt die

technische Bearbeitung der Fahrzeuge an. Das Leistungsspektrum umfasst hier Inspektion, Entkonservierung und Waschen bis hin zu Lackierarbeiten, Reparaturen und Modifikationen (vgl. BLG Logistics 2014).

3.2.5 Verladende Wirtschaft – Automobilkonzerne

Die verladende Wirtschaft repräsentiert die Nachfrageseite im Binnenschiffverkehrsverkehr. Im Fall der vorliegenden Diplomarbeit sind dies PKW-Hersteller in Europa mit ihren Werken. Ein Drittel der weltweit produzierten PKW wird in rund 100 Automobilwerken in Europa hergestellt. Die Automobilindustrie umfasst Hersteller von Kraftwagen und deren Motoren, von Nutzfahrzeugen, Aufbauten, Anhängern, Kraftfahrzeugteilen und Zubehör. Als Automobilhersteller oder Original Equipment Manufacturer (OEM) werden Unternehmen verstanden, die eigen- und fremdbezogene Güter zu einem Kraftwagen oder Nutzfahrzeug kombinieren und dieses am Markt Kunden oder Endkunden anbieten. Der Automobilhersteller besitzt ein eigenes Vertriebsnetz und verfolgt die Absicht, einen flächendeckenden Vertrieb und Kundendienst sicherzustellen. Der Fahrzeugbau gehört zu Großserien oder Massenfertigung. Typische Produktionsstückzahlen im PKW-Bereich eines Produktionswerkes liegen heute bei 600.000 Stück jährlich im Bereich der Volumenmodelle der unteren Mittelklasse, bei über 250.000 jährlich im Bereich der Mittelklasse, bis hin zu 10.000 bis 20.000 Stück jährlich bei Sport- oder Oberklassemodellen (vgl. Palm 2012, S.13).

Angetrieben durch das niedrige Lohnniveau hat die Autoindustrie in Osteuropa in den letzten Jahren Werke aufgebaut. Dies ist ein wesentlicher Entscheidungsfaktor für den Industriestandort und auch für Subventionen, die die dortigen Regierungen häufig bereitstellen. Mercedes errichtete ein Werk in Kecskemét, Ungarn und VW/Audi hat an seinem ungarischen Standort in Győr mit 7.322 Beschäftigten 2013 125.000 PKW vom Band laufen lassen. Suzuki ist im Begriff, die Produktion in Esztergom auf 220.000 PKW pro Jahr zu erweitern. Insgesamt haben deutsche Automobilbauer im Jahr 2012 weltweit 13 Millionen PKW produziert – deutlich weniger als die Hälfte davon läuft in Deutschland vom Band (vgl. Logistik Express 2013).

3.3 Ablauf RoRo

Die Transportkette des RoRo-Binnenschiffverkehrs umfasst die folgenden logistischen Prozesse (vgl. Mierka 2009, S. 25 und Klug, 2010 S.438):

- **Transportieren:** Vor-, Haupt- und Nachlauf. Die räumliche Distanz wird durch den logistischen Prozess Transport überwunden.

- **Umschlagen:** Der Wechsel der Fahrzeuge von einem Verkehrsmittel auf das andere wird durch den Umschlag vollzogen, z.B. LKW/Schiff, Zug/Schiff, Schiff/LKW. Umschlagplätze werden in der Automobillogistik auch „Compounds“ genannt.



Abbildung 39: Beispiel eines Umschlagplatzes mit Schiff, Bahn und LKW-Anbindung in Bremerhaven (vgl. BLG Logistics)

- **Lagern:** Der Prozess des Lagerns kann entweder nur ein Zwischenlagern oder die Lagerhaltung mit mehrwertigen Leistungen, z.B. Kommissionierung oder Adaptionen, umfassen.
- **Informieren:** Informationen sind für multimodale Transportketten wichtig, um Planung, Organisation, Operation, Sicherheit und Administration zu erleichtern. Kritisch ist die Kompatibilität der Informations- und Kommunikationssysteme entlang der Beteiligten in der Transportkette.

4 Ergebnisse/Auswertung

Nachdem sich der theoretische Teil der Automobillogistik und den Grundlagen der Binnenschifffahrt gewidmet hat, stellt der zweite Teil der Arbeit ein Kostenmodell und drei mögliche Routen vor. In diesem Kapitel werden zunächst das Untersuchungsdesign, die zugrunde liegende Datenbasis und das Untersuchungsinstrument vorgestellt. Anschließend werden die Ergebnisse sowie deren Interpretation präsentiert.

4.1 Untersuchungsdesign

Als Untersuchungsdesign wurde die Form des Experteninterviews gewählt, um die Forschungsfragen zu beantworten:

- Es liegen derzeit keine Studien vor, die sich mit der Einführung eines Liniendienstes für PKW beschäftigen. Die Untersuchung kann daher nicht auf bereits hergeleiteten Theorien oder Hypothesen aufbauen, sondern versucht, diese zu erstellen. Zur Hypothesenentwicklung und zu einer Systematisierung des vorwissenschaftlichen Verständnisses eignen sich Leitfadengespräche besonders gut. Sie werden darüber hinaus als einzig sinnvolles Forschungsinstrument angesehen, wenn Gruppen von Menschen, die in zu kleiner Zahl angetroffen werden, untersucht werden sollen (vgl. Atteslander, 2008, S.132).
- Für eine explorative Untersuchung erscheint das Expertengespräch als geeignet. Eine persönliche Befragung, in der offene Fragen gestellt werden, ermöglicht die Gewinnung umfangreicher Informationen sowie von Aspekten, nach denen nicht konkret gefragt wird.
- Die Bereitschaft von Experten, sich auf ein Thema einzulassen und überlegte, ausführliche Antworten zu geben, ist in einem Gespräch wahrscheinlich höher als beim Ausfüllen eines umfangreichen schriftlichen Fragebogens. Es können daher Daten höherer Qualität gesammelt werden. Außerdem können bei der qualitativen Datenanalyse auch neue Erkenntnisse aufkommen. Daher werden nicht nur gegebene Annahmen überprüft.
- Ein weiterer positiver Aspekt der qualitativen Untersuchung liegt in ihrer Flexibilität. Der Charakter eines qualitativen Interviews erweist sich als frei und explorativ. Dem Gespräch liegt zwar ein grober thematischer Leitfaden zu Grunde, die Reihenfolge der Fragen ist jedoch nicht von Bedeutung. Auch die Antwortmöglichkeiten sind – im Gegensatz zu einer quantitativen Untersuchung – nicht auf eine gewisse Skala eingeschränkt, sondern stehen dem jeweiligen Interviewpartner frei und sind somit unbegrenzt.

4.2 Datenbasis der Untersuchung

Ziel war es, mit möglichst unterschiedlichen Stakeholdern der RoRo-Binnenschifffahrt, Automobildistribution, Spediteuren und Hafenbetreibern zu sprechen.

Die Datenbasis der Untersuchung bilden daher 10 Interviews mit Experten aus diesem Gebiet. Die Gespräche wurden im Oktober und November 2014 geführt und alle Experten haben der Veröffentlichung ihres Namens zugestimmt. Folgende Interviews wurden durchgeführt, wie in Tabelle 1 dargestellt.

Unternehmen	Person	Funktion	Art	Datum
Via donau 	DI Simon Hartl und Ulf Meinl	DI Hartl: Teamleiter Transportentwicklung, Abteilung Entwicklung und Innovation Hr. Meinl: Projektmanager Transportentwicklung	Persönlich	3.10.2014
Hafen Wien 	Helmut Schütz	Leitung Automobillogistik	Persönlich	8.10.2014
Lagermax 	Dorian Deisenhammer	Geschäftsleitung / Managing Director Lagermax Autotransport GmbH	Persönlich	15.10.2014
BLG Car Shipping Donau 	Andrea Rodloff und Susanne Feldmann	Fr. Rodloff: Geschäftsführerin BLG CarShipping GmbH & Co. KG	Telefon	16.10.2014
BLG Car Shipping Rhein 	Hermann Bernards	BLG CarShipping GmbH & Co. KG	Telefon	28.10.2014
Willi Betz 	Boyan Stoyanov	Hafenverkehre	Telefon	8.10.2014

Finished Vehicle Logistics Magazine 	Christopher Ludwig	Editor Automotive Logistics Group	Email	22.10.2014
BMW Österreich 	Mag. Markus Saletu	Leiter Vertriebssteuerung und Absatzförderung	Telefon	15.10.2014
Suzuki International Europe 	Michael Rittner	Manager Product, Disposition and Sales Support Automobile	Telefon	13.11.2014
Ford 	Ragah Kamel	Leiterin Regionale Medien, Standort-, Sponsoring- und Vertriebskommunikation	Email	20.10.2014

Tabelle 1: Übersicht Experteninterviews (eigene Darstellung)

Zur Identifikation von Güterströmen innerhalb Europas wurde eine Analyse von Fraunhofer Austria herangezogen, welche die Produktionszahlen der europäischen Werke und Zulassungsstatistiken der einzelnen Länder aus dem Jahr 2013 beinhaltet. Aus dieser Datenbank lässt sich ablesen, welche Modelle in welchen Werken produziert wurden und in welchen Ländern diese verkauft wurden. Ein Export nach Übersee und der Import von Modellen aus Übersee wurde dabei nicht berücksichtigt.

4.3 Untersuchungsinstrument und Datenanalyse

Als Untersuchungsinstrument wurde ein Gesprächsleitfaden verwendet, welcher sich im Anhang der Arbeit befindet.

5 Vorstellung Linienverkehrsmodell

Ziel der empirischen Untersuchung ist es, die in der Literatur angeführten Theorien mit der praktischen Erfahrung der Befragten zu vergleichen und gegebenenfalls zu ergänzen. Es werden Kostenparameter für den LKW und Schifftransport eingeführt und in einem Berechnungsschema angewandt. Außerdem werden Meinungen der verschiedenen Akteure zum Schifftransport angeführt. Die Diskussion und Implikationen der durch die Untersuchung entstandenen Ergebnisse werden im darauf folgenden Kapitel erläutert.

5.1 Definition Linienverkehr

Die derzeit mit dem Verkehrsträger Binnenschiff durchgeführten Automobiltransporte können in zwei Kategorien eingeteilt werden (vgl. Expertengespräch BLG):

- Sie erfolgen auf dem Spotmarkt auf Grundlage einer kurzfristigen Ausschreibung eines Automobilherstellers für einzelne, sporadische Ladungen von PKW. Diese können bspw. unregelmäßig anfallen, wenn viele PKW möglichst lange auf einem RoRo-Schiff für einige Zeit geparkt und transportiert werden müssen.
- Regelmäßige multimodale Liniendienste sind eine Möglichkeit, Zuverlässigkeit und fixe Ankunfts- und Abfahrtszeiten zu fixieren. Beim Binnenschiffahrtslinienverkehr legt der Verkehrsbetrieb aufgrund erwarteter Nachfrage vor Beginn der Planungsperiode zu bedienende Verbindungen und die Bedienzeitpunkte fest und disponiert entsprechend geeignete Schiffe und Personal.

Liniendienste auf dem Wasser werden mit folgenden Kriterien definiert (vgl. via donau 2005, S.B25f und COLD 20):

- geregelte Ankunfts- und Abfahrtszeiten
- Bei nautischen Behinderungen können Ersatzverkehre auf Schiene oder Straße die Aufrechterhaltung von Fahrplänen gewährleisten
- Ganzjähriger Betrieb in beide Richtungen
- Breiter Zugang für interessierte Unternehmen

Das Hauptziel bei einem Linienverkehrsmodell besteht darin, Verladern und Transportdienstleistern die Möglichkeit zu bieten, das Binnenschiff in ihre Transportkette zu integrieren und dadurch multimodale Verkehre zu optimieren. Dafür muss ein multifunktionales und interoperables Binnenschiffahrtsinformationssystem geschaffen und dieses mit dem bestehenden

Informationssystem für Automobil-Straßen- und -Schienenverkehr kombiniert werden (vgl. Mierka 2009, S.5).

Bei der Erstellung eines Liniendienstes für die Fertigfahrzeugdistribution sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Schäden an den Fahrzeugen, welche Zeit und Geld kosten, sollten vermieden werden.
- Ladung und Entladung sollten so schnell wie möglich durchzuführen sein, was eine intelligente Planung von Be- und Entladung voraussetzt.
- Das Konzept und die Route sollten wettbewerbsfähig sein; ohne Wettbewerbsfähigkeit ist das dauerhafte Betreiben einer Linie nicht möglich.
- Das Konzept sollte dauerhaft sein. Hohe Investitionskosten für das Binnenschiff und Hafeninfrastruktur machen eine Nutzung über eine längere Dauer notwendig.

Im Jahr 2006 wurde von via donau eine Studie zur Einschätzung der Chancen und Risiken von Container-Liniendiensten auf der Donau zwischen Österreich und dem Schwarzen Meer (COLD) durchgeführt. Ausgangsbasis ist die Annahme eines zunehmenden Containerumschlags im Hafen Constantia, welcher durch ein Anlaufen des Hafens durch Hochseeschiffe des Asienverkehrs erlangt werden soll. Ergebnis dieser Studie ist die Erzielung signifikanter Kostenvorteile gegenüber der Bahn durch den Einsatz containergerechter Binnenschiffe. Asien ist über den rumänischen Hafen Constantia schneller zu erreichen wie über die ARA-Häfen oder Hamburg und stellt damit eine interessante Alternative dar (vgl. COLD 2006). Dennoch waren die Versuche, einen Container-Liniendienst auf dieser Strecke zu etablieren bisher erfolglos. Gründe dafür liegen in der kritischen Transportmenge, die notwendig ist, um einen Liniendienst mit zwei bis drei Abfahrten pro Woche aufrecht zu halten. Ein weiterer Grund liegt darin, dass keine containergerechten Linienschiffe eingesetzt wurden (vgl. Ploberger 2009, S.40).

5.2 Existierende RoRo-Dienste für die Fertigfahrzeugdistribution

Im folgenden Abschnitt folgt ein Überblick darüber, in welcher Form das Binnenschiff in der Vergangenheit in Europa bereits eingesetzt wurde bzw. derzeit eingesetzt wird:

Ford, Köln – Hafen Antwerpen/Vliessingen, aktiv, durchgeführt von BLG Logistik:

Die Ford AG Deutschland gehört zum weltweit operierenden Ford-Konzern mit Sitz in Köln. Ford Deutschland befördert derzeit 30% seiner Fracht mit dem Schiff, 30% mit der Bahn und den Rest mit dem LKW (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine, 3/2012, S.16).

Im Norden des Werksgeländes in Köln-Niehl wurde der Ölhafen direkt am Rhein zum Verladehafen ausgebaut. Bei einer Jahresproduktion von 350.000 PKW in Köln werden von dort ca. 37% per Schiff, 49% per LKW und 14% per Bahn transportiert. Bspw. verlassen 130.000 neu gebaute Ford Fiesta, etwa ein Drittel der Gesamtproduktion, pro Jahr das Werk mit dem Binnenschiff. Von Köln finden bis zu zehn Schifffahrtsabfahrten pro Woche statt. Durch die Schiffstransporte werden jährlich 10.000 LKW auf der Straße eingespart, durch die Transporte mit der Bahn sind es weitere 2.015 LKW; so werden mittels Schiff und Bahn insgesamt mehr als 12.000 LKW pro Jahr eingespart (vgl. Expertengespräch Ford). Zurzeit sind 5 Schiffe und zusätzlich vier Leichter, die angekoppelt werden können, ständig im Einsatz und voll ausgelastet mit 182 Schiffseinsätzen pro Jahr. Laut Meinung des Logistikdienstleisters ist ein zusätzliches Transportvolumen abseits der Ford Transporte nur mit Zukauf von neuen Schiffen bewältigbar (vgl. Expertengespräch BLG).



Abbildung 40: RoRo-Binnenschiff Barco auf dem Rhein im Einsatz für Ford (aus Ford 2011)

Nach dreistündiger Fahrtzeit erreichen die Schiffe den Hafen von Neuss, wo sich das neue Verteilzentrum von Ford befindet. 24 Fahrzeit sind es bis zum Hafen von Antwerpen, der seit mehr als 20 Jahren eine der wichtigsten europäischen Drehscheiben des weltumspannenden Logistiknetzes von Ford ist. In Antwerpen treffen jährlich bis zu 400.000 Neufahrzeuge ein, die aus den Produktionsstätten

Köln, Saarlouis und Genk stammen. Aus Saarlouis treffen Ford Focus und Ford Kuga mittels Autozügen auf dem Schienenweg ein und das Ford-Werk im belgischen Genk steuert die Ford-Modelle Mondeo, S-MAX und Galaxy bei. Ford bringt auch PKW aus Spanien oder der Türkei nach Antwerpen, von denen manche mit dem Binnenschiff zurück nach Köln verschifft werden. Die Rückreise zu Berg dauert 36 Stunden und die importierten Fahrzeuge bekommen eine ‚kostenlose‘ Fahrt auf dem Rhein und verbessern die Netzwerk-Effizienz (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine, 3/2012, S.16). Belgiens größter Parkplatz, das Antwerpener Euroterminal, hat eine Abstellfläche für rund 28.000 Fahrzeuge. Im Verteilzentrum werden die PKW sortiert und zum Weitertransport auf Lastschiffe und Logistikzüge verladen. Die PKW werden wieder nach dem RoRo-Prinzip auf die Hochsee-Autoschiffe verladen, die im Linienverkehr von Belgien aus Häfen im Mittelmeerraum und im Nahen Osten anfahren. Außerdem wird die gesamte Produktion für Großbritannien, etwa 100.000 rechtsgelenkte Fahrzeuge, von Köln nach Rotterdam verschifft und von dort auf Hochseeschiffe für den Weitertransport über den Kanal zum britischen Dagenham an der Themsemündung umgeladen. Über Antwerpen werden ebenso die Märkte am Mittelmeer, im Vorderen Orient, Asien und Afrika bedient (vgl. Ford 2011).

Ford, Köln – Wörth, aktiv, durchgeführt durch BLG Logistik:

Im Februar 2007 erweiterte Ford seine Transporte um die Verbindung Köln nach Wörth bei Karlsruhe und weiter nach Mannheim auf dem Rhein, um PKW zu süddeutschen Händlern zu bringen. Wöchentlich zwei Mal legen die Binnenschiffe „Dynamica“ und „Vera“ vom Ölhafen in Köln-Niehl mit Ford-Neuwagen ab. An Bord sind jeweils bis zu 180 Ford Fiesta und Ford Fusion. Die Fahrzeit beträgt hier 24 Stunden zu Tal und 36 Stunden zu Berg (vgl. Expertengespräch Ford, BLG).

Opel, Bochum – Duisburg – Antwerpen, aktiv, durchgeführt durch BLG Logistik:

Das Opel Werk in Bochum wird derzeit gerade eingestellt und die Fertigungen nach Polen verlagert. Im Jahr 2015 werden daher keine Autos mehr produziert und auch nicht mehr über den Rhein zu den ARA Häfen verschifft.

Mercedes, Düsseldorf – Antwerpen / Rotterdam, aktiv, durchgeführt von Horst Mosolf GmbH & Co. KG:

Horst Mosolf führt vom Standort Düsseldorf den Transport von Nutzfahrzeugen vom Mercedes-Benz Werk nach Rotterdam und Antwerpen mit zwei Schiffen, „Terra 1“ und „Terra 2“, durch. Der Koppverband deckt den erhöhten Kapazitätsbedarf ab und ist in der Lage, mit Rotterdam und Antwerpen parallel und ohne Zeitverlust zwei Häfen anzusteuern, um mit einer flexiblen Fahrplangestaltung auf die Dynamik der Märkte und die Bedürfnisse der Kunden reagieren zu können. Diese Verbindung ermöglicht eine Kapazität von knapp 300 Nutzfahrzeugen, die bis zu drei Mal

wöchentlich zwischen Abgangs- und Versandhäfen verkehren können. 15% des Gesamtvolumens und damit jeder sechste in Düsseldorf produzierte Sprinter wird über das Rheinschiff nach Rotterdam und Antwerpen befördert. Als Rückladung nach Düsseldorf beinhaltet das Konzept den Transport der Modelle Vito und Viano, die aus der spanischen Produktion in Vitoria über Rotterdam ihren Weg in den deutschen Markt nehmen (vgl. AML Insight 2014, S.18).

Ford, Saarlouis – Antwerpen, angedacht & verworfen durch BLG Logistik:

Diese Strecke wurde angedacht, aber aufgrund der langen Transportzeit auf der Mosel bis zum Rhein wieder verworfen (vgl. Expertengespräch BLG).

BLG Rhein, weitere sporadische Transporte:

Sporadisch, je nach Auslastung, führt BLG RoRo-Transporte auf dem Rhein durch. Zu den Standorten gehören hier Duisburg, Neuss und Wörth und die Hochseehäfen Antwerpen, Seebrüge und Flushing. Modelle von Skoda, Renault, Opel, Fiat und Peugeot und Fahrzeuge aus Asien werden hier umgeschlagen (vgl. Duisburger Hafen 2009, S.14).

Suzuki, Budapest – Kelheim, aktiv, durchgeführt von BLG Logistik:



Abbildung 41: BLG RoRo-Liniendienst von Budapest nach Kelheim und die auf dieser Strecke eingesetzte „MS Heilbronn“ (aus BLG 2013, S.17)

Auf der Donau besteht seit 1996 ein Liniendienst von Suzuki zwischen Budapest und Kelheim für Fahrzeuge, die für den deutschen Markt bestimmt sind. Dieser Dienst wird vom Spediteur BLG durchgeführt. PKW für bspw. Spanien oder Frankreich haben andere individuelle Verträge und Transportpläne. Die im ungarischen Esztergom hergestellten Fahrzeuge werden zum ungarischen Donauhafen Csepel bei Budapest gebracht und dort auf das Schiff verladen. Die Suzuki-Fahrzeuge werden mit den BLG-Autoschiffen „Kelheim“ und „Heilbronn“ zum Autoterminal Kelheim gebracht. Dort werden die Fahrzeuge nach dem Löschen technisch bearbeitet und per LKW an die Händler ausgeliefert. In Kelheim werden von BLG für die deutschen PKW nachträglich Elemente wie Sitzheizung oder Unterbodenschutz eingebaut. Die 700 Kilometer lange Fahrt flussaufwärts ab Budapest dauert vier

Tage, talwärts zurück drei Tage. Die Schiffe fahren jedoch häufig nur 14 Stunden am Tag, um Kosten für eine doppelte Besatzung einzusparen (vgl. Expertengespräch BLG und Suzuki).

Suzuki Deutschland hat mit BLG ein Komplettpaket für den Transport ausgehandelt. Dieses inkludiert den kompletten Transport von Esztergom zu den Händlern, Nachbearbeitungen in Kelheim und etwaige Ausweichrouten, falls die Wasserstraße Donau nicht passierbar ist. LKW-Transporte werden von BLG selbst durchgeführt oder an ausländische Spediteure ausgelagert. Der Liniendienst auf der Donau wird von BLG an die deutschen Partikuläre Trödel und die Lehnkering GmbH ausgelagert. Der Transport wird mit den beiden Schiffen „MS Heilbronn“ seit 1996 und „MS Kelheim“ seit 2008 durchgeführt, welche mit drei Decks und Gitterböden Fahrzeuge bis zu 2.000 kg aufnehmen können. Sie können je nach Fahrzeuggröße 205 bis 270 PKW über die schiffseigene Bugrampe laden und befördern (vgl. Gleißner 2008, S.61).

Suzuki-Fahrzeuge aus Übersee kommen seit 1980 über Bremerhaven nach Europa. Dort sorgt die BLG für das Löschen der großen Autoschiffe und die technische Bearbeitung. Dazu gehören die Pre-Delivery-Inspection und die kundenindividuelle Aufbereitung der Fahrzeuge vor der Auslieferung an die Händler. Ca. 100 PKW werden per LKW von Bremerhaven nach Kelheim und dann per Schiff nach Csepel gebracht. Ansonsten verläuft die Rückfahrtstrecke von Kelheim nach Csepel laut Expertengesprächen zurzeit fast gänzlich leer. Ab 1998 wurden kurzzeitig auf der Donau auch Fahrzeuge der Marken Mitsubishi, Ford, Renault von Kelheim bzw. Wien nach Budapest transportiert. Damit wurden Leerfahrten vermieden und folglich die Kosteneffizienz der Schiffstransporte erhöht. Der Fahrplan wurde je nach Auslastung unregelmäßig über das Jahr verteilt gestaltet und kurzfristige Streichungen oder zusätzliche Fahrten waren möglich, um auf Schwankungen zu reagieren. Der Dienst für diese Marken wurde jedoch bereits wieder eingestellt.

Ford, Craiova – Kelheim, eingestellt, BLG Logistik:

Ab November 2009 kamen Ford Transit Connect für kurze Zeit aus dem Werk im rumänischen Craiova mit Binnenschiffen über die Donau bis nach Kelheim/ Bayern. Dieser Dienst wurde bereits eingestellt (vgl. Ford, 2010).

Le Havre – Paris, sporadische Transporte

Von Le Havre werden auf der Seine Fahrzeuge in die Umgebung um Paris transportiert. Aufgrund der Infrastruktur können nur Schiffe mit einer Kapazität von 120 Fahrzeuge verkehren (vgl. Haropa Port 2012, S.11)

Volkswagen, Westrampe – Hamburg, derzeit noch im Aufbau:

Logistische Überlegungen stehen bei VW immer im Spannungsfeld zwischen Kosten, Qualität, Liefertreue und den Umweltfreundlichkeitsaspekten. Andrea Eck, Geschäftsführerin von VW Logistik, betont die immer wichtiger werdende Rolle von Umweltaspekten aufgrund interner Motivation, Kundenforderung und rechtlicher Bestimmungen. In Zukunft will Volkswagen daher mehr Fahrzeugtransporte über die Wasserstraße realisieren. Zu diesem Zweck wurde im Oktober 2012 ein modernes multimodales Logistikzentrum in Wolfsburg mit einem direkten Zugang zum Mittellandkanal errichtet, das den Namen „Westrampe“ trägt. Über den Mittellandkanal können die Volkswagen via Rhein, Elbe und Weser alle wichtigen Seehäfen staufrei und ohne Wochenendfahrverbot erreichen. Darüber hinaus prüft Volkswagen die Nutzung neuer innovativer Binnenschiffe, die noch besser für den PKW-Transport geeignet sein sollen (vgl. Logistik Express 2013 und Finished Vehicle Logistics Magazine 3/2009, S.24).

Gefco, sporadische Transporte:

Das Logistikunternehmen Gefco hat in Deutschland, im niederbayerischen Kelheim an der Donau, einen Standort für Automobillogistik. Jährlich werden dort 14.000 Autos französischer Marken umgeschlagen. Ein Teil davon geht per Binnenschiff über den Main-Donau-Kanal und die Bundeswasserstraße Donau zum Händler (vgl. Logistik Express 2013).

Lagermax, sporadische Transporte:

Die 1920 als Lagerhaus Maxglan gegründete Gesellschaft Lagermax aus Salzburg nennt sich heute Lagermax. Über die Häfen Wien, Constantia, Budapest und Bratislava ist der „Lead Logistics Provider“ mit der internationalen Binnenschifffahrt verbunden (vgl. Logistik Express 2013). Es bestehen derzeit keine aktiven Binnenschifffahrtstransporte.

Willi Betz, Liniendienst Passau – Vidin, eingestellt:

Die internationale Spedition Willi Betz GmbH & Co. KG hat vier Katamarane der staatlichen bulgarischen Reederei SOMAT übernommen und damit einen RoRo-Liniendienst auf der Donau von Passau nach Vidin, Rumänien eingerichtet, der mittlerweile wieder eingestellt wurde. Willi Betz war damit in der Lage, mit dem Car-Terminal in Passau und den von dort abfahrenden Binnenschiffen größere Mengen an Fahrzeugen umweltverträglich auf der Donau Richtung Osten und zurück zu transportieren. Diese Transporte wurden aus Treibstoffkostengründen wieder eingestellt, da diese aufgrund der langen Distanzen schnell unterwegs sein mussten und einen hohen Verbrauch hatten. Die eingesetzten Katamarane erreichen eine

Geschwindigkeit von 18 km/h talwärts und 15 km/h bergwärts (vgl. Logistik Express 2013 und Expertengespräch Willi Betz).

Honda & Mazda, Gent – Karlsruhe, eingestellt:

Die RSG Rhenania schloss sich mit der KALAG in Karlsruhe und der Firma Horst Mosolf zusammen, um mit der MS Allegra Neufahrzeuge der Marken Honda und Mazda in Gent innerhalb von drei bis vier Tagen über den Wasserweg nach Karlsruhe zu befördern. Am Bestimmungsort wurden die PKW von Mitarbeitern der KALAG gelöscht und auf den Abstellplatz gefahren, auf dem die Endkontrolle stattfand, die ebenfalls zum Leistungsumfang der KALAG gehörte. Hier erfolgte im Anschluss eine Tourenzusammenstellung für die Belieferung der Händler im süddeutschen Raum (vgl. Hoepke 1997, S. 208).

5.3 PKW-Güterströme in Europa

Die Automobilindustrie hat in den letzten Jahren, angetrieben von steigendem Kostendruck, verstärkt in Niedriglohnländern Werke eröffnet. Vermehrt werden Produktionsstätten in der Region Automotive Region Eastern Europe (AREE) angesiedelt, getrieben von niedrigem Lohnniveau und Faktorkosten. Dadurch haben sich zwangsläufig Transportintensität und Umweltbelastung zwischen Ost- und Westeuropa erhöht (vgl. Sihn 2012, S.19). Auf der Hafenseite ist Westeuropa daher in den letzten Jahren mehr zu einer Export- als einer Importregion geworden, sagt Dr. Hans-Bert Bong, Fords Automobillogistik-Manager. Hier exportieren Automobilhersteller viele Stückzahlen über eine kleine Anzahl an Häfen in den Benelux-Ländern und Deutschland. Mit einer geringen Importrate führt dies zu unausgewogenen Transporten auf der Landseite. Ein Problem der Automobilhersteller und der Distributionslogistik ist aus diesem Grund die fehlende Paarigkeit der Transporte. Dieses Problem wird nur durch eine unternehmensübergreifende Kooperation der einzelnen Automobilhersteller gelöst werden können um die Frachttäger auszulasten (vgl. Klug 2010, S. 438 und Finished Vehicle Logistics Magazine, 3/2012, S.18).

Die Wasserstraße mit den Häfen und dem RoRo-Binnenschiff könnten in der PKW-Zulieferung und -Vertriebsorganisation eine viel entscheidendere Rolle spielen. Im Gegensatz zu anderen Industriezweigen nutzt die Autoindustrie die Nähe zur Wasserstraße noch nicht im vollen Ausmaß. Besonders im Seehafen hinterlandverkehr kann das RoRo-Binnenschiff seine wichtige Funktion ausspielen und die Leistungsfähigkeit der Seehäfen unterstützen. Ein Großteil der Ex- und Importe läuft über deutsche Seehäfen und die Rheinmündung und hier kann das Binnenschiff das Bindeglied zwischen Produktion und Exporthafen sein (vgl. Logistik Express 2013). Der Seehafen hinterlandverkehr ist ein interessantes

Einsatzgebiet für das Binnenschiff, da für die Verladung oder Aufnahme von einem Hochseeschiff viele Fahrzeuge auf einmal benötigt werden. Die großen Stückzahlen in der Größenordnung bis 4.000 Stück werden so leichter erreicht. Der Außenhandel erfolgt hier meistens über die Nordseehäfen. Besonders auf dem Rhein ist das Binnenschiff im Einsatz für die Automobillogistik aufgrund der guten Infrastrukturbedingungen heute besonders erfolgreich. Jedoch ergeben sich technisch-wirtschaftliche Schwierigkeiten RoRo-Schiffe auch außerhalb der Hauptrouten, z.B. in Bereichen mit niedrigen Brückendurchfahrtshöhen, zu bedienen. Abbildung 42 zeigt die jährlichen Umschlagzahlen von ausgewählten europäischen Hochseehäfen. Zu den größten Umschlagplätzen in Europa gehören derzeit Seebrügge, Gent, Antwerpen, Rotterdam und Bremen.

Sea ports	Import		Export		Total
	Brands	Cars	Brands	Cars	
Vigo	Several brands	452,959	Citroën; Peugeot	106,144	559,083
Santander	Honda; Mitsubishi; VW	92,466	Renault; Toyota; VW	228,702	321,168
Pasage	Ford; Opel	83,606	Opel; VW	219,128	302,734
Barcelona	Fiat; Mazda; Mitsubishi; Nissan; Suzuki; VW	353,457	Ford; Mercedes; Renault; Seat; Suzuki; VW	447,949	801,406
Sagunto/Valencia ^a	Fiat; Toyota	470,673	Ford; and others	285,754	756,427
Setubal	Several brands	82,073	Mitsubishi, VW	111,399	193,472
Le Havre ^{b,c}	Citroën; Peugeot; VW; and others	–	Citroën; Peugeot; Renault; and others	–	–
Livorno	VW; and others	193,310	Fiat; and other brands produced in Italy	212,921	406,231
Sheerness	Ford; Honda; Subaru; VW	20,000	Citroën; Peugeot; VW group; and others	– ^b	400,000 ^d
Bristol ^e	GM; Honda; Mitsubishi; Suzuki; Toyota	– ^b	GM; Honda; Jaguar; Land Rover; Toyota	– ^b	650,000 ^d
Copenhagen/Malmoe	BMW; Citroën; Ford; Opel; Peugeot; VW; and others	– ^b	Volvo; VW; and others	– ^b	518,000
Goteborg	Several brands	231,000 ^d	Volvo; and others	82,000 ^d	313,000 ^d
Emden	VW; and others	– ^b	AUDI; BMW; Honda; Porsche; VW	– ^b	–
Zeebrugge/Ghent ^c	Ford; Honda; Nissan; Toyota; and others	1,030,324	Ford; Toyota; Volvo; and others	1,178,582	2,208,906
Antwerp	VW; and others	314,995	Ford; and others	625,478	940,473
Rotterdam ^c	Mercedes and others	741,700 ^f	Several brands of German production	803,600 ^f	1,545,300 ^f
Bremen	AUDI; VW; and others	794,983	Mercedes; VW	1,277,846	2,072,829

Abbildung 42: Seehafenumschlag in PKW pro Jahr (aus Dias Quaresma 2010, S.120)

Abbildung 43 zeigt eine Auswahl von bereits bestehenden Short-Sea-Strecken innerhalb Europas. Diese reduzieren Binnentransporte und bringen Fahrzeuge bspw. von Spanien nach Norddeutschland zur Distribution.



Abbildung 43: Auswahl von Short-Sea-Shipping Routen in Europa (aus Finished Vehicle Logistics Magazine 4/2011, S.59)

Um einen Liniendienst mit dem Binnenschiff einzusetzen, ist eine gewisse Mindestkapazität auf dieser Strecke notwendig. Bei wöchentlichen Abfahrten und einer Kapazität von 250 Fahrzeugen pro Schiff ergibt sich ein Transportbedarf von

ca. 13.000 PKW pro Strecke und Jahr. Auf dem Rhein sind Schiffe mit 500 Fahrzeugen möglich, hier ergeben sich Kapazitäten von 26.000 Fahrzeugen pro Jahr bei wöchentlichen Abfahrten. Sind aufgrund zeitkritischer Faktoren häufigere Abfahrten gewünscht, erhöht sich dieser Transportbedarf dementsprechend.

Strecken mit einem Transport von über 13.000 Fahrzeugen finden sich zahlreich in der Datenbank von Fraunhofer Austria. Jedoch gibt es mehrere Einschränkungen: Die Strecke muss entlang einer Wasserstraße sein – auf vielen attraktiven Strecken ist einfach keine Flussinfrastruktur vorhanden – und in der Gegenrichtung sollten wenn möglich ebenfalls eine gewisse Transportkapazität vorhanden sein. Zudem sollten sich die Werke bereits in der Nähe einer Wasserstraße befinden um die Kosten für den Vorlauf gering zu halten. So liefert zwar die Tschechische Republik ca. 24.000 Autos jährlich nach Österreich, jedoch gehen von Österreich lediglich 240 Fahrzeuge pro Jahr auf dieser Strecke nach Tschechien zurück. Expertengespräche zeigten, dass Transporte in Osteuropa auf der Donau östlich von Budapest aufgrund der Distanzen und Transportzahlen nicht massentauglich sind, weshalb sie in dieser Arbeit auch nicht näher betrachtet werden (vgl. Expertengespräche BLG).

Der Rhein in Deutschland wird durch bestehende Dienste bereits ausgiebig für die RoRo-Schifffahrt genutzt. Es gilt aber auch abseits des Rheines neue Routen zu finden, die durch Investitionen in die Infrastruktur attraktiv werden. Der Norden Deutschlands mit dem Mittellandkanal und seinen Seitenkanälen bietet sich hierfür an. Die Werke Wolfsburg und Osnabrück befinden sich in direkter Nähe zum Mittellandkanal bzw. am Stichkanal Osnabrück. Die Transporte könnten von dort in Richtung Hamburg oder Emden gehen, wo der Weitertransport mit Hochseeschiffen erfolgen kann. Diese Strecke wird im nächsten Unterkapitel berechnet werden.

Auf der kompletten Wasserstraße Rhein–Main–Donau könnten Fahrzeuge wie bisher von Csepel oder Budapest die Donau flussaufwärts über den Main-Kanal zu dem Rhein und schließlich zu den ARA-Häfen geführt werden. In Expertengesprächen ist eine Laufzeit von 15 Tagen flussaufwärts und ca. 13 Tage flussabwärts genannt worden. Einheitlich wurde betont, dass diese Laufzeit zu lange ist - trotzdem wird diese Strecke berechnet um einen Vergleich der Kosten zu erhalten.

Eine weitere mögliche Strecke besteht vom BMW-Werk Leipzig zum Seehafen Hamburg. Der Vorlauf von 43 km würde mit dem LKW vom BMW-Werk Leipzig zum Hafen Halle durchgeführt werden. Die Verschiffung auf der Saale und Elbe von ca. 500 Kilometern würde mit dem Binnenschiff erfolgen. Derzeit steht aber diesem Projekt die schlechte Schiffbarkeit der Saale entgegen. Die Diskussion über einen Entlastungskanal ist im Gange, die Umsetzung wird voraussichtlich noch einige Jahre in Anspruch nehmen.

Mögliche Strecken werden im Laufe dieses Kapitels beschrieben und durchgerechnet.

5.4 Aufbau Kosten RoRo-Schifftransport

Dieses Unterkapitel widmet sich der Kostenaufstellung eines Transport mit einem RoRo-Binnenschiff. Die Kostenplanung für komplette multimodale Transporte wird im Anschluss durchgeführt. Abbildung 44 zeigt den Ablauf einer solchen Kostenplanung:

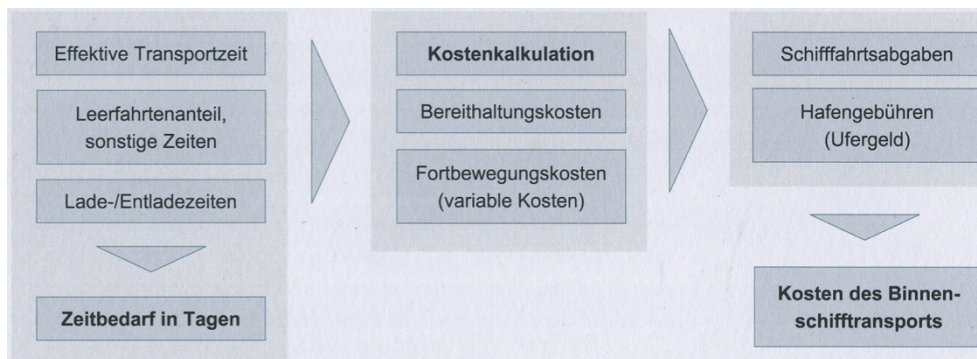


Abbildung 44: Überblick über die Kosten eines Binnenschifftransportes (aus via donau 2013, S.162)

Der Zeitbedarf in Tagen für den gesamten Transport ergibt sich durch die effektive Transportzeit, Leerfahrtanteilen und Lade- und Entladezeiten. Die **effektive Transportzeit** wird durch die Geschwindigkeit des Schiffes, die Fließgeschwindigkeit des Gewässers und durch die Anzahl und Dauer der Schleusungen definiert. Beispielsweise dauern Schleusungen auf der Donau flussaufwärts circa 40 Minuten bzw. stromabwärts circa 1,5 Stunden. Als Betriebsform können für die Schiffstypen die ununterbrochene Fahrt von 24 h/Tag und 18h/Tag angenommen werden. Ausnahme ist das kleine Motorgüterschiffs mit 1.350 Tonnen, das üblicherweise im 14 h/Tag Betrieb gefahren wird (vgl. viadonau 2013, S.162).

Leerfahrten entstehen durch unpaarige Verkehre, also Transporte, die nur in einer Richtung beladen erfolgen. Sie können aber auch durch unterschiedliche Transportströme zwischen zwei Regionen entstehen. Abgesehen davon können Leerfahrten auch entstehen, wenn Entlade- und Ladehäfen der aufeinanderfolgenden Transporte weit auseinander liegen. Leerfahrten variieren je nach Streckenabschnitt und Nachfragezeitpunkt und werden mit einem Zuschlagssatz in die Transportzeit eingerechnet (vgl. viadonau 2013, S.162).

Sonstige unproduktive Zeiten entstehen durch unvorhergesehenes Warten infolge von unzureichender Fahrwassertiefe, Aufteilung der Last auf mehrere Schiffe – sogenannten Leichterungen – oder aufgrund von Schifffahrtssperren im Fall von Eis oder Hochwasser.

Lade- und Entladezeiten hängen von den jeweiligen Häfen sowie deren momentaner Verfügbarkeit ab. Es sind auch administrative Tätigkeiten einzubeziehen (vgl. via donau 2013, S.163f).

Die eigentliche Kostenkalkulation für einen Binnenschifftransport unterscheidet sich in zwei Kostenarten: **fixe Bereithaltungskosten** und **variable Fortbewegungskosten**. Beide Kostenarten sind stark von Einzelfaktoren und Rahmenbedingungen wie Bunkerkosten oder der maximalen Abladetiefe, die aktuell eingerechnet werden sollten, abhängig. Die Abladetiefe ist die verfügbare Fahrrinne und damit ein entscheidendes wirtschaftliches Kriterium im Schifffahrtsbetrieb. 10 Zentimeter Fahrrinne können je nach Schiffstyp zwischen 50 und 120 Tonnen Beladung ausmachen. Jedoch sind RoRo-Binnenschiffe aufgrund der vergleichsmäßig leichten Beladung eine der letzten Schifffahrtstypen, die bei Niedrigwasser noch fahren können. Schiffparameter, die Einfluss auf die Kosten haben, sind: Größe und Kapazität des Schiffes, Alter und Zustand, Flagge, Betreiberstruktur, Betriebszeit pro Tag und Besatzung.

Bereithaltungskosten sind die Kosten für die einsatzbereite Vorhaltung eines Schiffes im Stillstand, daher ohne Berücksichtigung von Fortbewegungskosten. Darunter fallen Löhne für die Besatzung, Wartung, Reparaturen, Abschreibung und Versicherungen. Tabelle 2 zeigt die Beispielrechnung von Bereithaltungskosten laut Vorlage von via donau.

Schiffskategorie	Motorschiff
Anschaffungswert / Zeitwert in €	500.000
Betreiber	
Tragfähigkeit in Tonnen	508
Tragfähigkeit in Anzahl PKW	250
Einsatztage / Jahr	320
Kosten in € / Jahr	
Besatzung	112.000
Reparatur	25.000
Versicherung	15.000
Sonstige	20.000
Abschreibung	40.000
Zinsen	15.000
Gesamtkosten	227.000
Tageskostensatz	709,38
Tageskostensatz / TEU	1,3964
Tageskostensatz / PKW	2,8375

Tabelle 2: Bereithaltungskosten (aus via donau 2005, D 13)

Fortbewegungskosten sind Kosten, die beim Betrieb des Schiffes in Abhängigkeit von der Anzahl der zurückgelegten Kilometer oder Fahrstunden entstehen. Darunter fallen Treibstoffkosten, Schmierstoffkosten, Abgaben und Gebühren. Der Treibstoffverbrauch hängt von den Faktoren Auslastung, Paarigkeit der Verkehre und der verfügbaren Fahrwassertiefe ab. Die nautischen Bedingungen, Stauhaltung

sowie frei fließende Abschnitte und charakteristische Strömungsgeschwindigkeit beeinflussen ebenfalls den Verbrauch.

Hafengebühren werden für die Benützung des Hafenbeckens, die Abfallentsorgung, den Stromanschluss und die Wasserversorgung gezahlt und auf Basis der umgeschlagenen Gütermenge bemessen. Umschlagkosten betragen in den Häfen ca. EUR 12 pro PKW und Lagerkosten pro PKW und Tag ca. EUR 0,90 (vgl. Expertengespräche Hafen Wien).

Tabelle 3 zeigt ein Kalkulationsschema von via donau für die Berechnung der Gesamtkosten des Binnenschiffahrtstransportes unter Einbeziehung aller Kostenfaktoren. Dieses Schema wird in Kapitel 5 leicht modifiziert angewendet um bestehende und neue Routen zu kalkulieren.

	Relation		
	Güterart		
A	Menge	.....	t
	Volumen	.....	m ³
	Auswahl des Schiffsraums ¹ Größe bzw. Formation		
	Betriebsform	<input type="checkbox"/> Partikulier <input type="checkbox"/> Reederei	
		<input type="checkbox"/> A (14 Stunden/Tag) <input type="checkbox"/> B (18 Stunden/Tag) <input type="checkbox"/> C (24 Stunden/Tag)	
B	Entfernung ²	.....	km
C	kalkulierte Fahrzeit ²	.....	h
	Leerfahrtzuschlag	.....	h
D	kalkulatorische Transportzeit ²	.....	d
E	kalkulierte Hafenzzeit (Umschlag- und Wartezeit) ²	.....	d
F	kostenwirksamer Zeitbedarf	D + E	d
G	Tageskostensatz		
H	Bereithaltungskosten	G x F	€
I	Transportleistung	A x B	tkm
J	spezifischer Treibstoffverbrauch	.....	kg/1.000 tkm
K	effektiver Treibstoffverbrauch	I x J/1.000	t
L	aktueller Treibstoffpreis	.....	€/t
M	Treibstoffkosten	K x L	€
N	5 % Schmiermittelzuschlag	.....	€
O	Fortbewegungskosten	M + N	€
P	Transportkosten-Hauptlauf	H + O	€
R	Transportkosten pro Tonne	P/A	€/t
S	Schiffahrtsabgabe	.....	€/t
T	Hafenabgaben	.....	€/t
	Gesamtkosten Binnenschiffahrtstransport R + S + T	.....	€/t

Tabelle 3: Kalkulationsschema (aus via donau 2005, S.D17)

Via donau schlägt in ihrem Jahresbericht eine Vollkostenrechnung zur Ermittlung der Tageskostensätze für die Bereithaltung eines Schiffes vor. Dazu werden alle Einzel- und Gemeinkosten – Versicherung, Löhne oder Abschreibungen – der Perioden erfasst und durch die Anzahl der Betriebstage dividiert. So entstehen Bereithaltungskosten pro Tag und es ergeben sich auftragsbezogene Fixkosten pro Tag. Für konkrete Strecken werden auftragsbezogene variable Kosten zugerechnet; darunter fallen zusätzlich zu den bereits genannten Kosten Kommission für

Auftragsvermittlung, Kosten für die Schiffsreinigung, Kosten für nicht fix angestellte Besatzungsmitglieder und andere Abgaben. Grundsätzlich sollte ein Auftrag oder eine Abfahrt mit einem Liniendienst erst durchgeführt werden, wenn die Bereithaltungs- und die Fortbewegungskosten überschritten werden und ein Gewinn erwirtschaftet wird. Wenn die Auslastung zu gering ist, kann auch ein Transportpreis akzeptiert werden, der über den variablen Kosten, aber unter den Fixkosten liegt. In diesem Fall sind zumindest die Transportkosten gedeckt und ein Beitrag zur Deckung der Fixkosten wird erzielt. Liegt der Transportpreis unter den variablen Kosten vergrößert sich der Verlust durch diese wirtschaftliche Aktivität (vgl. via donau 2013, S.164f).

5.5 Erstellung Kostenmodell für einen multimodalen Transport

In diesem Unterkapitel werden Kosten, die aus den Expertengesprächen, Vergleichen mit Containertransporten und in der Literatur ermittelt wurden auf existierende Strecken modelliert, um Bereithaltungs- und Fortbewegungskosten für neue Strecken zu kalkulieren. Es wird grundsätzlich mit Kosten für den Spediteur gerechnet, eine Rendite ist in den Kostenberechnungen noch nicht enthalten.

5.5.1 Kosten LKW Transport Vor-, Nachlauf und Direktverkehr

Die Kostenaufstellung für den LKW-Transport basiert auf Expertengesprächen und Literaturrecherche.

Laut Literaturrecherche wird derzeit inklusive Maut und Brennstoffzuschlägen im Containertransport auf der LKW Langstrecke mit einem Kilometerpreis von ca. EUR 1,2 gerechnet. 2003 wurde dafür EUR 1 veranschlagt (vgl. DST-Bericht 2007, S.31). Bühler (2005, S.167f) findet in seiner Berechnung über die Verkehrsmittelwahl ähnliche Ergebnisse über allgemeine LKW-Kosten, abgebildet in Tabelle 4. Er kommt zum Ergebnis, dass die Kosten des jeweils eingesetzten LKW im Mittel bei EUR 1,21 pro Kilometer liegen. Dabei belaufen sich die Kosten zwischen 0,60 EUR/km für einen Transportvorgang mit einem Kleintransporter und 2,30 EUR/km für einen Transport mit einem Gliederzug mit Spezialaufbau. Expertengespräche ergaben, dass ausländischen Frachtführer 5% bis 40% günstigere Transportleistungen als westeuropäische Frachtführer anbieten können. Dies kann Bühler in seiner Studie ebenfalls bestätigen: Osteuropäer haben je LkW im Mittel Transportkosten von 1,13 EUR/km, Südeuropäer von 1,42 EUR/km und Nordeuropäer von 1,79 EUR/km.

Verkehrsmittel		Erhebung		Berechnung	
Angabe für	gewählt	Anzahl Beobachtungen	Transport- kosten je km	Anzahl Beobachtungen	Transport- kosten je km
Lkw	insgesamt	277	1,14	563	1,21
	Lkw (Deutsch)	231	1,13	469	1,18
	Lkw (Ausland)	28	1,19	49	1,22
	KV (insgesamt)	39	1,13	94	1,36
KV	insgesamt	96	1,23	610	1,20
	Lkw (Deutsch)	34	1,35	469	1,26
	Lkw (Ausland)	7	1,56	48	1,15
	KV (insgesamt)	55	1,12	93	0,94

Tabelle 4: LKW-Kosten aus Erhebung und Berechnung (aus Bühler 2005, S.169)

Expertengespräche ergaben, dass für einen Direktverkehr von einem Seehafen in den Niederlanden oder Norddeutschland nach Österreich pro PKW und Transport mit Preisen zwischen EUR 200 bis EUR 250 zu kalkulieren ist. In Tabelle 5 wird dieser LKW-Transport von Bremerhaven nach Österreich simuliert. Die Fahrzeit inklusive Ruhezeit wird mit ca. 31 Stunden berechnet. In der Praxis wird für eine solche Strecke aufgrund von Staus oder anderen Hindernissen mit rund 48 Stunden Dauer gerechnet. Es wird mit einer Auslastung von sieben und acht Stück, abhängig von der Größe der Fahrzeuge, und keiner anfallenden Leerfahrt, die bis zum nächsten Auftrag anfällt, gerechnet. Bei einer Entfernung von ca. 934 Kilometern und genannten Preisen von EUR 250 bzw. EUR 200 pro PKW kommt es zu LKW-Preisen von EUR 1,71 bzw. EUR 1,87 pro Kilometer. Auf diese ist noch die Marge des Logistikdienstleisters, etwaige Leerfahrtanteile und etwaige Reinigungs- bzw. Nachbearbeitungskosten enthalten (vgl. Expertengespräch BMW). Für die operative Marge wird als Vorbild BLG genommen, die eine Marge von 5,7% vorweisen können (Standard & Poors 2013, S.20).

LKW Hauptlauf Bremerhaven - Salzburg		
	Fall 1	Fall 2
Mögliche Transportmenge	8 PKW	8 PKW
Auslastung	100%	88%
Beförderte Menge	8 PKW	7 PKW
Gewicht	10 t	8,75 t
Entfernung	934 km	934 km
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h	50,06 km/h
Effektive Fahrzeit	18,7 h	18,7 h
Fahrzeit mit Ruhezeit	29,7 h	29,7 h
Leerfahrtzuschlag	0%	0%
Leerfahrt in h	0,0 h	0,0 h
Leerfahrtzeit mit Ruhezeit	0,0 h	0,0 h
Leerfahrt in km	0 km	0 km
Umschlagzeit	1,5 h	1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf	32,7 h	32,7 h
Gesamtdistanz	934 km	934 km
Errechneter Preis pro km	1,71 €/km	1,87 €/km
Gesamtpreis	1.600 €	1.750 €
Genannter Preis pro PKW	200 €/PKW	250 €/PKW
Preis pro PKW und Kilometer	0,2141 €/km	0,2677 €/km

Tabelle 5: Beispielkalkulation der LKW-Preise im Langstreckenverkehr (eigene Darstellung)

Beim LKW-Kurzstreckentransport ist nicht nur die zu fahrende Distanz entscheidend, sondern auch die Frage, wie viele solche Fahrten im Regelfall davon pro Tag pro LKW durchgeführt werden. Dieser Vor- und Nachlauf passiert in einem Entfernungsbereich von 50 bis 150 km. Durch diese kurzen Entfernungen entstehen hohe durchschnittliche Kosten je Kilometer im Vor- und Nachlauf. Deshalb verwendet man oft gestaffelte Preise bei der Berechnung: 60 Kilometer im Vor- und Nachlauf kosten durchschnittlich über EUR 200, sind aber stark von den lokalen Zeitverlusten aufgrund Verkehrsstaus und Warte- und Öffnungszeiten am jeweiligen Terminal abhängig (vgl. DST-Bericht 2007, S.31).

Um die Kostenvorteile im Hauptlauf nutzen zu können, sollte der Vor- und Nachlauf des multimodalen Transportes möglichst kurz sein. Deshalb ist eine Betrachtung der Transportkosten in Abhängigkeit der Vor- und Nachlaufentfernung von Relevanz. Wie Tabelle 6 zeigt, unterscheiden sich die Vor- und Nachlaufkosten aufgrund der zurückgelegten Entfernung. Liegen die Transportkosten bei einer Entfernung von 50 km bei EUR 2,39 pro Kilometer, so gehen sie auf EUR 1,20 pro Kilometer bei Entfernungen über 150 Kilometer zurück. Dies zeigt, dass insbesondere die fixen Kosten des LKW in Verbindung mit dem höheren Leerfahrtenanteil, der auf die Beförderungsfahrten überwältigt wird, bei kurzen Vor- und Nachläufen zu hohen Transportkosten führen (vgl. Bühler 2005, S.170f).

Lkw	Vor- und Nach- laufentfernung	Anzahl Beobachtungen	Transportkosten in EUR/km		
			arithmet. Mittel	Minimal- wert	Maximal- wert
Vorlauf	≤ 50 km	378	2,39	1,32	5,37
	51-100 km	146	1,61	0,79	2,50
	101-150 km	34	1,51	0,76	3,42
	> 150 km	48	1,20	0,90	1,59
Nachlauf	≤ 50 km	458	2,48	0,96	6,77
	51-100 km	82	1,76	0,89	6,31
	101-150 km	35	1,55	0,80	2,01
	> 150 km	37	1,08	0,39	1,89

Tabelle 6: Kilometerabhängige Vor- und Nachlaufkosten in Abhängigkeit der Vor- und Nachlaufentfernung (aus Bühler 2005, S. 171)

Expertengespräche mit Automobilherstellern ergaben, dass ein LKW für den Automobiltransport für den Nachlauf oder die Feinverteilung zu den Händlern einen Preis von ca. EUR 150 pro geliefertem PKW verursacht (vgl. Expertengespräch BMW.) Tabelle 7 zeigt die Berechnung für einen LKW der acht PKW feinverteilt. Pro PKW werden angenommene 40 km zurückgelegt. So entsteht ein Preis von EUR 1,88 pro LKW und Kilometer. In diesem ist wieder die Marge des Logistikdienstleisters, etwaige Leerfahrtanteile und etwaige Reinigungs- bzw. Nachbearbeitungskosten enthalten, die nicht beziffert werden können.

LKW Feinverteilung

Mögliche Transportmenge	8 PKW
Auslastung	100%
Beförderte Menge	8 PKW
Gewicht	10 t
Entfernung insgesamt	320 km
Entfernung pro PKW zu Händlern	40 km
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h
Effektive Fahrzeit	6,4 h
Fahrzeit mit Ruhezeit	6,4 h
Leerfahrtenzuschlag	100%
Leerfahrt in h	6,4 h
Leerfahrzeit mit Ruhezeit	6,4 h
Leerfahrt in km	320 km
Umschlagzeit	1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf	15,8 h
Gesamtdistanz	640 km
Errechnete Preis pro km	1,88 €/km

Gesamtpreis	1.200 €
Genannter Preis pro PKW	150 €/PKW
Preis pro PKW und Kilometer	0,47 €/km

Tabelle 7: LKW Berechnung Feinverteilung (eigene Darstellung)

Die folgende Abbildung 45 resultiert aus Expertengespräche und Literaturanalyse. Das Ergebnis ist eine degressive Preisfunktion der LKW-Kosten pro Kilometer für die Automobilhersteller.

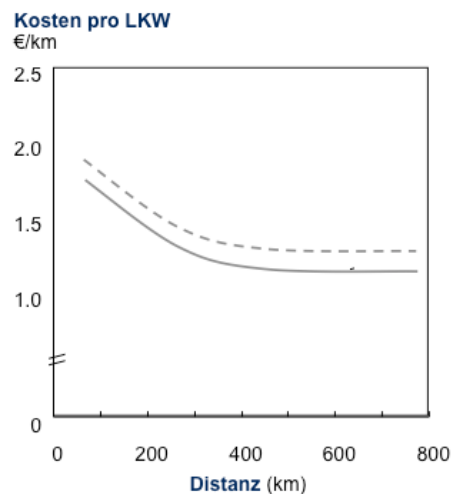


Abbildung 45: Kosten pro LKW für den Automobilhersteller abhängig von der Distanz (eigene Darstellung)

Es wird nun in dieser Arbeit zur Vereinfachung mit Kosten für den LKW von EUR 1,40 pro Kilometer im Hauptlauf und 1,80 pro Kilometer im Vorlauf gerechnet. In dieser Arbeit wird für alle Streckenmodelle eine durchschnittlichen Geschwindigkeit von 50,06 km/h angenommen, um die Fahrzeit zu bestimmen (vgl. Bühler 2005, S.147). Für die Ruhezeit wird ein vereinfachtes Modell angewendet: Nach einer Fahrzeit von neun Stunden müssen elf Stunden Ruhezeit eingehalten werden. Der Fahrer eines Automobiltransporters lädt die einzelnen Fahrzeuge selbständig auf seinen Transporter und fixiert diese auch selbst. Dieser Lade- und Entladevorgang für acht Fahrzeuge dauert jeweils ungefähr 1,5 Stunden (vgl. Expertengespräch Lagermax).

5.5.2 Kosten RoRo-Binnenschiff-Transport

Explizite Kosten für ein RoRo-Binnenschiff für die Automobildistribution sind in der Forschung noch nicht existent. In den Expertengesprächen wurde versucht, Kostenangaben für den PKW-Transport zu finden, Marktteilnehmer können aber aus Gründen des Wettbewerbes keine konkreten Zahlen nennen. Stattdessen werden für die Berechnung des Transportes Analogien aus Containertransporten herausgenommen. RoRo-Schiffe bestehen grundsätzlich aus umgebauten Containerschiffen, in deren Transportwannen einzelne Decks eingezogen werden. Die Festlegung der Kalkulationsparameter dient zur Analyse der Kosteneinflussfaktoren und zur Feststellung der Kosten des Binnenschiffahrtstransportes. Dabei werden folgende Parameter zur Bestimmung als maßgeblich betrachtet:

- **Fahrzeitkalkulation:** Die jeweiligen Fahrzeiten wurden aus den geführten Expertengesprächen und der Literaturrecherche ermittelt. Es wird mit der Annahme gerechnet, dass ein Binnenschiff durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von sieben Knoten oder 12,5 km/h verkehrt.
- **Leerfahrtanteile:** Werden für die gesamten Kalkulationen des Binnenschiffes mit 100% berechnet. Ein etwaiger Rücktransport von PKW führt dann zu einer Kostenreduktion.
- **Lade- und Entladezeiten:** Lade- und Entladezeiten werden mit ca. 2,5 Stunden pro Hafen und Entladevorgang angegeben. Diese können je nach Anzahl des eingesetzten Personals, Entfernung zu den Bereithaltungsflächen und Erfahrung variieren (vgl. Expertengespräch Hafen Wien).
- **Schiffahrtsabgaben:** Schiffahrtsabgaben fallen nur bei Benützung nationaler Wasserstraßen, wie z.B. Main-Donau-Kanal und Main an. Internationale Wasserstraßen wie Rhein und Donau sind hingegen abgabefrei. Leerfahrende Transporte sind ebenfalls von den Abgaben befreit.
- **Hafengebühren und Umschlagkosten:** Umschlagkosten betragen pro Hafen ca. EUR 12 pro PKW und Lagerkosten pro PKW und Tag EUR 0,90 (vgl. Expertengespräche Hafen Wien).
- **Bereithaltungs- und Fortbewegungskosten** werden im folgenden Abschnitt untersucht:

RoRo-Schiffe für die Donau und den Rhein sind mit Großmotorschiffen (GMS) mit einer Länge von ca. 110 Meter zu vergleichen. Diese Schiffe besitzen entweder zwei Decks um auf der Donau oder vier Decks um auf dem Rhein zu verkehren. Auf dem Rhein sind aufgrund der höheren Brücken und Abladetiefe mehr Decks möglich (vgl. PINE 2004, S.64ff). Unterschiede liegen auch in der Motorisierung. Während für die Donau und 1.280 Tonnen Beladung ca. 750 kW ausreichen, werden für den Rhein und 2.850 Tonnen Beladung ca. 1.200 kW benötigt. Hier ergeben sich dann auch Treibstoffkostenunterschiede für diese Schiffstypen (vgl. PINE 2004, Appendix 4 S.1). Für den Mittellandkanal und seinen Seitenarmen können auf manchen Strecken „Europa“ Schiffe mit einer Länge von 80 oder 100 Metern eingesetzt werden (vgl. PINE 2004, S.84).

Abbildung 46 zeigt die Zusammensetzung der monatlichen gesamten Kosten eines Containertransportes für ein Großmotorschiff auf der Strecke Hamburg – Magdeburg auf der Elbe. Der hohe Anteil an Personalkosten in der Höhe von 41% hat beträchtliche Auswirkungen auf die Bereitschaftskosten. Binnenschiffe mit einer Besatzung aus Deutschland haben gegenüber Schiffen mit Personal aus der Slowakei, Polen oder Ungarn einen um den Faktor drei bis vier höhere Personalkosten (vgl. PINE 2004, S.45). Aus diesem Grund können Bereitschaftskosten aufgrund der Herkunft der Besatzung stark variieren, was eine exakte Berechnung der Schiffahrtskosten erschwert. Der Anteil der Bunker oder

Treibstoffkosten ist mit 21% beträchtlich und in den letzten Jahren durch hohe Treibstoffpreise auch gestiegen (vgl. Uniconsult 2009, S.53).

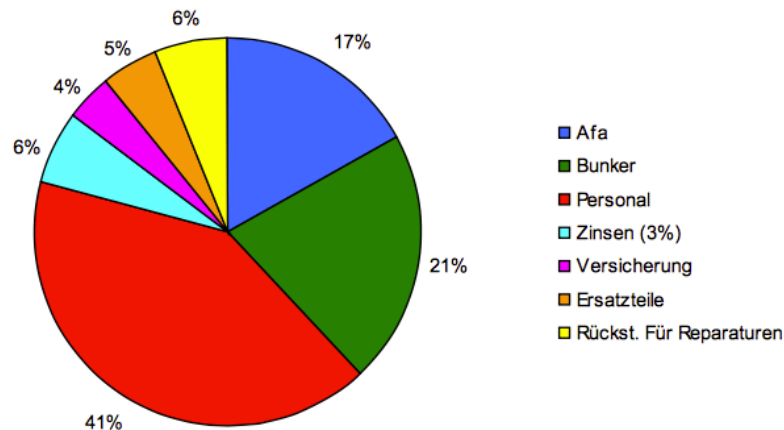


Abbildung 46: Zusammensetzung der monatlichen Betriebskosten für ein Container - GMS auf der Relation Hamburg – Magdeburg (aus Uniconsult 2009, S.53)

Im ersten Schritte werden nun die Bereithaltungskosten untersucht: Im Jahr 2007 hat das Entwicklungszentrum für Schifftechnik und Transportsysteme Charterkosten und Brennstoffkosten für verschiedene Schiffstypen auf der Strecke von Koblenz nach Regensburg für den Containertransport zusammengefasst. Laut Tabelle 8 liegen für ein 110 Meter Großmotorschiff für den Rhein-Main die berechneten Tageskosten pro Schiff bei EUR 1.800 (vgl. DST-Bericht 2007, S.31). Eine Studie des Fraunhofer Instituts Deutschland für den allgemeinen Gütertransport errechnet Bereitstellungskosten von ca. EUR 1.500 pro Tag und kommt so auf ähnliche Ergebnisse (vgl. Fraunhofer 2008, S.62).

	Schiffstyp		
	GMS-135m	GMS-110m	Jw _{vert.}
Tageskosten Schiff <u>ohne</u> Treibstoff [€/Tag]	2.300	1.800	1.150
Auslastungsgrad der 3. Lage	Brennstoffkosten/Strecke [€]		
100	4.488	4.080	3.341
50	4.290	3.900	3.666
20	3.432	3.120	2.464
0	3.300	3.000	2.379
Auslastungsgrad der 3. Lage	Schiffskosten pro Strecke [€/Strecke]		
100	20.588	16.680	11.391
50	20.390	16.500	11.716
20	19.532	15.720	10.514
0	19.400	15.600	10.429

Tabelle 8: Bereithaltungs- und Fortbewegungskosten verschiedener Schiffstypen (aus DST 2007, S. 31)

Via donau gibt im Jahrbuch 2005 (vgl. 2005, S. D13) Bereithaltungskosten für ein Motorgüterschiff für den Betrieb auf der Donau mit einer Tragfähigkeit von 1.500 bis 2.000 Tonnen und einem Betrieb von 24 Stunden pro Tag mit EUR 1.123 an. Wird

das Partikulärschiff nur 14 Stunden pro Tag betrieben, so verringern sich die Kosten auf EUR 709 pro Tag. Gründe dafür sind geringere Kosten für Besatzung, Reparatur, Versicherung und Abschreibung. Tabelle 9 zeigt die Kostenaufstellung von via donau für diese Schiffstypen.

	A 14 h/d	C 24 h/d
Schiffskategorie	MGS	MGS
Zeitwert in €	500.000	1.000.000
Betreiber	Partikulier	Partikulier
Tragfähigkeit/Antriebsleistung	1.350 t	2.000 t
Einsatztage/Jahr	320	320
Kosten in € /Jahr		
Besatzung	112.000	173.000
Reparatur	25.000	30.500
Versicherung	15.000	23.000
Sonstige	20.000	23.000
Abschreibung ¹	40.000	80.000
Zinsen ²	15.000	30.000
Overhead Reederei (30 %)	-	-
Gesamtkosten	227.000	359.500
Tageskostensatz	709	1.123

Tabelle 9: Bereithaltungskosten für 14 und 24 Stunden Betrieb (aus via donau 2005, S. D13)

Uniconsult (2009, S. 51) befragte verschiedene Vertreter aus dem Binnenschiffahrtsgewerbe in einer weiteren Studie für den Elbverkehr. Es ergaben sich Betriebskosten inklusive Treibstoffe abhängig von Größenklasse und der täglichen Betriebsdauer des Schiffes zwischen EUR 900 und EUR 1.500 pro Tag. Die Kosten für ein Großmotorschiff liegen laut Uniconsult im 24 Stunden Betrieb bei etwa EUR 2.500.

Die Studie PINE (2004, Appendix S. 16) soll für diese Arbeit besonders als Vorlage dienen, da die Kosten am genauesten aufgeschlüsselt sind. Hier werden Kosten für ein Donauschiff im 14h Stunden Betrieb pro Tag zwischen EUR 425 mit einer osteuropäischen Besatzung und EUR 667 für eine westeuropäische Besatzung genannt. Kosten für ein Rheinschiff bei 18 Stunden Betrieb liegen pro Tag zwischen EUR 1188 und EUR 1319. Kosten für 24 Stunden Betrieb werden in dieser Studie nicht genannt, dürften aber laut den anderen Studien ca. EUR 2.300 betragen (Uniconsult 2009, S. 51).

Im nächsten Schritt werden die Fortbewegungskosten betrachtet: Eine Studie von PINE (2004, Appendix S.4) erstellt eine Vorlage für die Errechnung von Treibstoffkosten. Es wird mit einer durchschnittlichen Leistung von 60%, einem Verbrauch von ca. 0,2 kg/kWh, einer Umrechnung von 0,835 kg/l, einem Preis von ca. EUR 0,21 /l, einem Zusatz von 3% für Schmierung und einem Zusatz des Spediteurs von 15% gerechnet. Der Preis muss auf heutigem Stand gebracht werden

und liegt derzeit bei ca. EUR 0,5 /l (vgl. Expertengespräch via donau). Somit ergibt sich für Donauschiffe mit einer Leistung von ca. 580 kW ein Verbrauch von ca. EUR 4 pro Kilometer.

Ein Expertengespräch mit Willi Betz ergab Kosten für schnelle RoRo Katamarane oder Rheinschiffe mit einer Gesamtleistung von ca. 1800 kW in der Höhe von EUR 8 pro km. Diese ergeben sich durch einen Treibstoffpreis von EUR 0,5 pro Liter, einem Verbrauch von ca. 200-300 Liter in der Stunde und einer Geschwindigkeit von 15 bis 18 km/h. Treibstoffkosten sind jedoch sehr stark von der gewählten Geschwindigkeit abhängig. Ist bei langsamen Geschwindigkeiten, wie z.B. 12 km/h, oder Stromabwärts mit einem geringen Treibstoffverbrauch zu rechnen, steigt dieser bei höherer Geschwindigkeit, wie z.B. 18 km/h, oder starken Strömungen um einen höheren Faktor an. Zur Vereinfachung wird mit einem durchschnittlichen Treibstoffpreis für die gesamte Strecke gerechnet (vgl. Expertengespräch Willi Betz).

Ähnliche Treibstoffkosten finden sich in der Literatur: laut DST Studie zwischen EUR 4,3 und EUR 5,8 pro km (vgl. DST-Bericht 2007, S.31). Eine Studie des Fraunhofer Instituts Deutschland errechnet in seiner Studie Treibstoffkosten von EUR 4 pro gefahrenem Kilometer (vgl. Fraunhofer 2008, S.62).

Im folgenden Teil werden die in der Recherche gefundenen Kosten auf die bereits existierenden Liniendienste angewendet um einen allgemeinen Kostenüberblick zu bekommen. Ab nun wird in den Streckenbeispielen in diesem Kapitel mit den in Tabelle 10 abgebildeten Kosten in den Kalkulationen gerechnet:

	Betrieb pro Tag in h	Kapazität	Bereithaltungskosten in € pro Tag	Fortbewegungskosten in €/km	Leerfahrtzuschlag der Strecke	Geschwindigkeit
LKW - Vorlauf	9	8	-	1,8	0%	50 km/h
LKW - Hauptlauf	9	8		1,4	0%	50 km/h
Donauschiff	14	250	700	5,0	variabel	7 kt
Rheinschiff	18	500	1.300	8,5	variabel	7 kt
Rheinschiff	24	500	2.300	8,5	variabel	7 kt

Tabelle 10: Modellkostenannahmen für die Streckenberechnung (eigene Darstellung)

Diese Modellkosten in einer Grafik mit Kosten und Transportdistanz für den Hauptlauf mittels Schiff ergeben, wie in Abbildung 47 dargestellt, folgendes Bild: Schwarz aufgetragen sind aufgrund der direkten Abhängigkeit von der Transportdistanz die linear verlaufenden LKW-Kosten für einen Hauptlauf. Farblich aufgetragen sind die Kosten für zwei multimodale Transportketten mit Großmotorschiffen für 250 Fahrzeuge mit 14 Stunden Betrieb pro Tag. Es wurde ein Vor- und Nachlauf von je 75 Kilometern sowie Umschlag- und Lagerkosten für beide Häfen in der Höhe von vier Tagen in die Berechnung inkludiert. Aus diesem Grund starten die Schifffahrtskosten nicht bei null. Aufgrund des längeren Flussverlaufes im Gegensatz zum Straßenverlauf wird hier die Streckendistanz mit dem Faktor 1,2 multipliziert. Es wird angenommen, dass 150 Kilometer pro Tag zurückgelegt werden

können. Gelb stellt ein GMS mit keiner Paarigkeit oder 100% Leerfahrtanteil dar und grün ein GMS mit voller Paarigkeit auf dem Rücktransport dar.

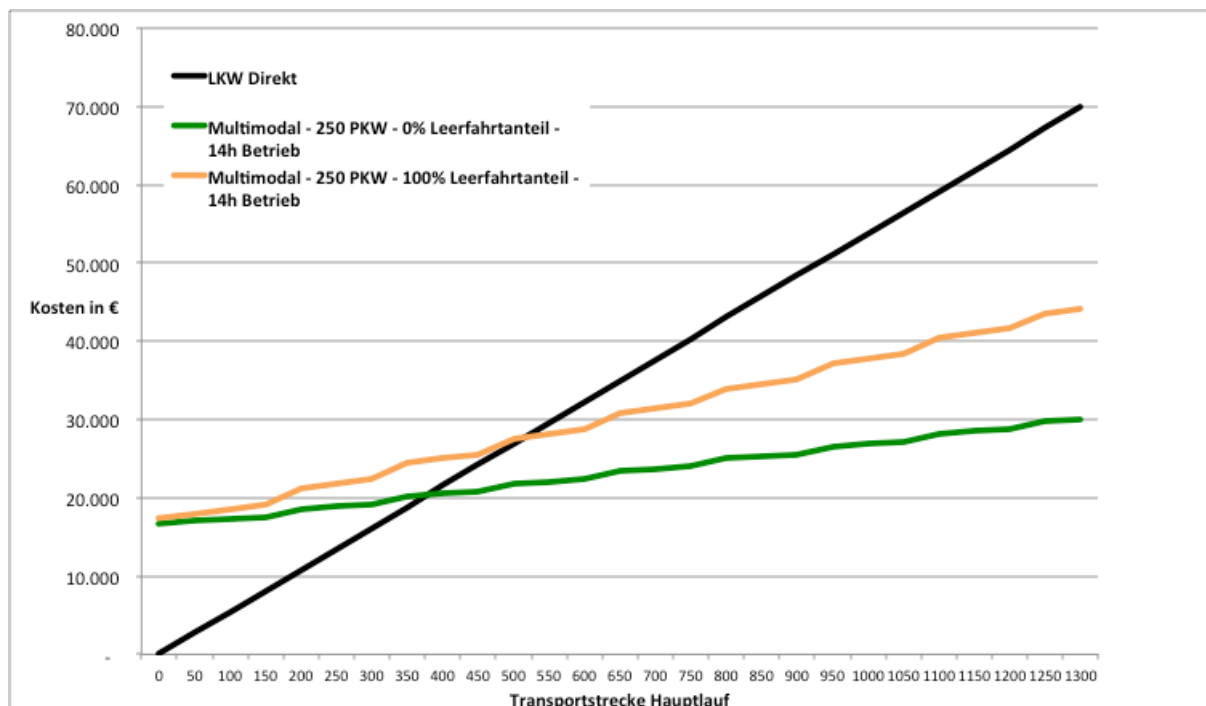


Abbildung 47: LKW und multimodaler Transport Kostenvergleich für 250 Fahrzeuge (eigene Darstellung)

Deutlich sieht man den klaren Kostenvorteil des Binnenschiffes ab ca. 375 Kilometern bei voller Paarigkeit der Transporte. Sollte das Binnenschiff die gleiche Strecke leer zurückfahren, der LKW jedoch an der Senke bereits anderweitig eingesetzt werden, geht dieser Kostenvorteil jedoch verloren und eine Strecke von ca. 525 Kilometern ist notwendig.

Abbildung 48 zeigt diese Modellannahmen für ein Schiff mit 500 Fahrzeugen mit 18 Fahrzeit pro Tag bei voller Paarigkeit in grün, keiner Paarigkeit in gelb und 24 Stunden Fahrzeit pro Tag bei keiner Paarigkeit in rot. Ebenso wie vorher wurden Vor- und Nachlauf sowie Umschlag- und Lagerkosten inkludiert. Hier wird aufgrund stärkerer Motoren eine Tagesstrecke von 200 Kilometern angenommen. Es ergeben sich Break-Even-Distanzen von 375 bis 525 Kilometern, ähnlich wie bei Schiffen mit 250 Fahrzeugen.

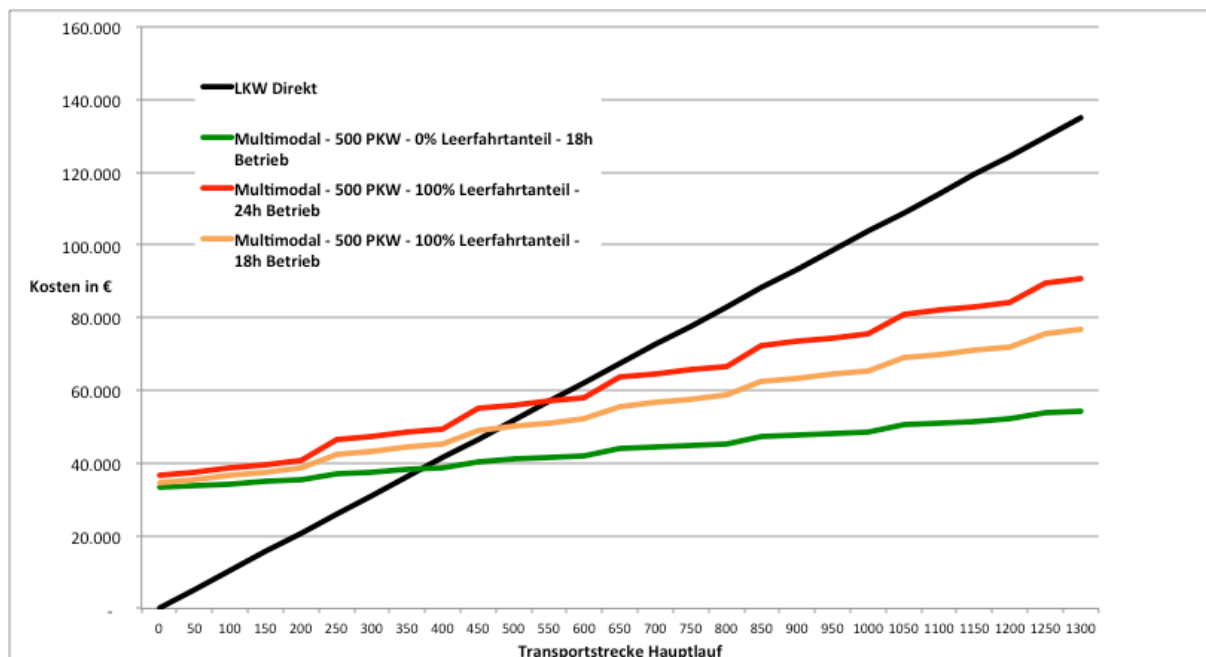


Abbildung 48: LKW und Multimodaler Transport Kostenvergleich für 500 Fahrzeuge (eigene Darstellung)

5.5.3 Beispielrechnung Suzuki Transport, Esztergom – Kelheim

Mit den getroffenen Modellannahmen wird nun die existierende Strecke von Suzuki-Fahrzeugen von Esztergom nach Kelheim berechnet. Diese Kostenaufstellung ist in Tabelle 11 zu sehen. Für den Vorlauf ergeben sich LKW-Kosten in der Höhe von EUR 16 pro PKW bei einer Fahrzeit von 1,4 Stunden. Mit einer Rundlaufzeit von 7 Tagen und einer Strecke von 700 km ergeben sich Schiffskosten pro Rundlauf von EUR 18.420. Außerdem werden Lagerkosten von 3 Tagen in Csepel pro PKW angenommen, in denen auf das Schiff gewartet wird. Hier ist anzumerken, dass die Schiffe leer die Donau hinunter zurückfahren. Aufgrund der schnelleren Geschwindigkeit stromabwärts wird in der Berechnung mit einem Leerfahrtanteil von 75% gerechnet. Eine kurze Dauer des Transportes hat Auswirkungen auf die Bereitschaftskosten, die Fortbewegungskosten sind abhängig von der zurückgelegten Distanz. Die Gesamtkosten des Schifffahrtstransportes dividiert durch 250 Fahrzeuge ergeben Kosten von EUR 71 pro Fahrzeug oder EUR 0,1012 pro Fahrzeug und km. In diesen Kosten sind die Umschlagkosten für beide Häfen bereits enthalten. Die Schiffe sind wie zuvor beschrieben lediglich 14 Stunden pro Tag unterwegs sind um Kosten für doppelten Creweinsatz, Reparatur sowie Versicherung zu verringern.

Schifftransport Budapest - Kelheim			
		Maximale mögliche Menge	260 PKW
		Auslastung	100%
		Beförderte PKW Menge	260 PKW
		Gewicht in Tonnen	325 t
Vorlauf Esztergom - Csepel, Budapest			
Mögliche Transportmenge	8 PKW	Entfernung	700 km
Auslastung	100%	kalkulierte Fahrzeit	4 d
Beförderte Menge	8 PKW	Leerfahrtzuschlag	75% 3 d
Gewicht	10 t	kalkulierte Hafenzzeit	0,2 d
		Geschwindigkeit in km/h	12,5 km/h
Entfernung	70,6 km	Geschwindigkeit in Knoten	7 kt
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h	kostenwirksamer Zeitbedarf	7,4 d
Effektive Fahrzeit	1,4 h	Tageskostensatz	700 €
Fahrzeit mit Ruhezeit	1,4 h	Bereithaltungskosten	5.180 €
Leerfahrtzuschlag	0%		
Leerfahrt in h	0,00 h	Treibstoffkosten pro km	5 €/km
Leerfahrtzeit mit Ruhezeit	0,0 h	Gesamte Treibstoffkosten	7.000 €
Leerfahrt in km	0 km	Fortbewegungskosten	7.000 €
Umschlagzeit	1,5 h		
Kostenwirksamer Zeitbedarf	4,4 h	Transportkosten Rundlauf	12.180 €
Gesamtdistanz	71 km	Transportkosten pro TEU	37 €
Kosten pro km	1,8 €/km	Umschlagskosten pro PKW pro Hafen	12 €/PKW
		Umschlagskosten gesamt	6.240 €
Gesamtkosten	127 €	Gesamtkosten pro Umlauf	18.420 €
Kosten pro PKW	16 €/PKW	Kosten pro PKW	71 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,2250 €/km	Kosten pro PKW und Kilometer	0,1012 €/PKW/km

Tabelle 11: Multimodaler Transport Suzuki Donau (eigene Berechnung)

Tabelle 12 zeigt einen auf der gleichen Strecke eingesetzten LKW, der Kosten pro Fahrzeug von EUR 118 oder EUR 0,1750 pro Fahrzeug und Kilometer verursacht.

LKW Transport Esztergom - Kelheim

Mögliche Transportmenge	8 PKW
Auslastung	100%
Beförderte Menge	8 PKW
Gewicht	10 t

Entfernung	675 km
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h
Effektive Fahrzeit	13,5 h
Fahrzeit mit Ruhezeit	24,5 h
Leerfahrtzuschlag	0%
Leerfahrt in h	0,00 h
Leerfahrtzeit mit Ruhezeit	0,0 h
Leerfahrt in km	0 km
Umschlagzeit	1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf	27,5 h
Gesamtdistanz	675 km
Kosten pro km	1,40 €/km

Gesamtkosten	945 €
Kosten pro PKW	118 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,1750 €/km

Tabelle 12: LKW-Transport Esztergom – Kelheim (eigene Berechnung)

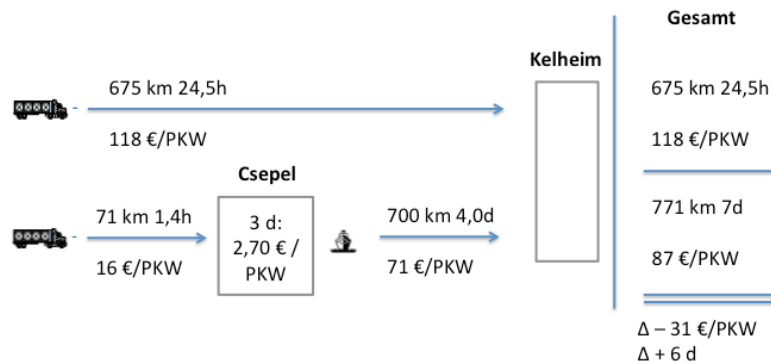


Abbildung 49: Preisvergleich Suzuki Donau-Transport (eigene Darstellung)

Abbildung 49 zeigt den Vergleich zwischen dem Direkt-LKW oben und dem multimodalen Transport unten. Rechts sind die jeweiligen Summen angeführt und darunter kann man die Differenz ablesen. Die Differenz zwischen Direkttransport und Vorlauf mit Binnenschiff beträgt EUR 31 pro transportiertem PKW.

Bei zwei Schiffen und wöchentlichen Abfahrten ergibt sich eine jährliche Transportkapazität von 26.000 Fahrzeugen. Bei dieser Anzahl von transportierten PKW pro Jahr ergibt sich durch den Binnenschifftransport eine Kosteneinsparung in der Höhe von ca. EUR 800.000 pro Jahr.

Diese Kosteneinsparung geht natürlich mit einer Erhöhung der Lieferzeit einher. Braucht der LKW für die Strecke inklusive Ruhezeiten ca. 24 Stunden, ist das Binnenschiff insgesamt vier Tage auf der Reise, inklusive Wartezeiten beläuft sich der Transport dann auf ca. sieben Tage.

5.5.4 Beispielrechnung Ford Transport, Köln – Antwerpen

Bei der Berechnung des Transports von Ford-Modellen aus dem Werk Köln nach Antwerpen wird dieses Modell abermals angewendet. Die hier verwendeten Schiffe fassen ca. 500 Fahrzeuge und sind deutlich kürzer unterwegs. Hier entfällt der Vorlauf aufgrund der Lage des Ford-Werkes direkt am Rhein. Es wird aufgrund der größeren Schiffe mit höheren Bereithaltungskosten und Treibstoffkosten kalkuliert. Die Kosten für eine leere Rückfahrt wurden in diesem Beispiel nicht einberechnet, da auf dieser Strecke Modelle aus Übersee von Antwerpen zurück nach Köln fahren.

Die genaue Kostenaufstellung für den Binnenschiff-Transport ist in Tabelle 13 zu sehen. In dieser Rechnung sind wieder Umschlagkosten aber keine Lagerkosten enthalten, aufgrund der Lage des Ford-Werkes direkt am Hafen. Es ergeben sich Schiff-Kosten pro Strecke von EUR 33 pro PKW oder EUR 0,1056 pro Fahrzeug und km. Diese Kosten pro Kilometer ähnlich deutlich den Transporten auf der Donau in der Höhe von EUR 0,1012. Das größere Fassungsvermögen der Schiffe und die

Paarigkeit der Transporte stehen einer kürzeren Transportzeit und teureren Kosten für das Binnenschiff gegenüber.

Schiffstransport Ford Köln - Antwerpen		
Maximale mögliche Menge		500 PKW
Auslastung		100%
PKW Menge		500 PKW
Gewicht in Tonnen		625 t
Entfernung		312 km
kalkulierte Fahrzeit		1 d
Leerfahrtzuschlag	0%	0 d
kalkulierte Hafenzzeit		0,2 d
Geschwindigkeit in km/h		13,0 km/h
Geschwindigkeit in Knoten		7 kt
kostenwirksamer Zeitbedarf		1,4 d
Tageskostensatz		1.300 €
Bereithaltungskosten		1.820 €
Treibstoffkosten pro km		8,5 €/km
Gesamte Treibstoffkosten		2.652 €
Fortbewegungskosten		2.652 €
Transportkosten		4.472 €
Transportkosten pro TEU		7 €
Umschlagskosten pro PKW pro Hafen		12 €/PKW
Umschlagskosten gesamt		12.000 €
Gesamtkosten für eine Strecke		16.472 €
Kosten pro PKW		33 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer		0,1056 €/PKW/km

Tabelle 13: Beispielrechnung Ford Rhein-Transport (eigene Berechnung)

Tabelle 14 zeigt einen Direkt-LKW-Transport von Köln nach Antwerpen. Mit den folgenden Annahmen wird die Berechnung durchgeführt: Eine Fahrdauer von 4,3 Stunden bei 214 Kilometern Strecke, volle Auslastung von 8 PKW und einem Preis von EUR 1,40 pro LKW und Kilometer ergeben einen Transportpreis von EUR 37 pro transportiertem PKW.

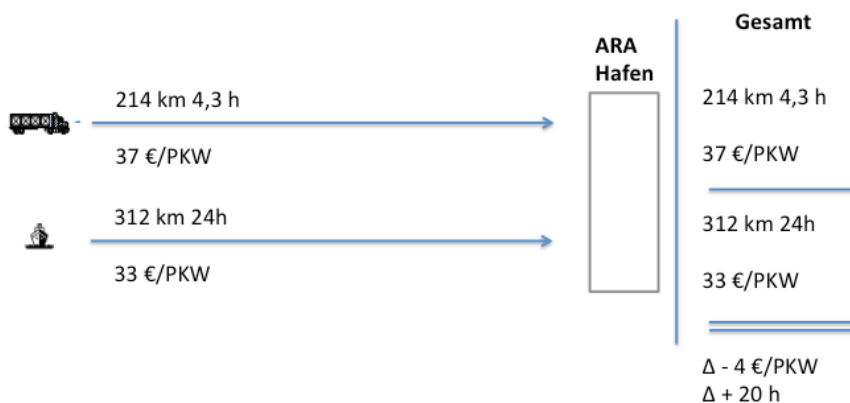
LKW Transport Ford Köln - Antwerpen

Mögliche Transportmenge	8 PKW
Auslastung	100%
Beförderte Menge	8 PKW
Gewicht	10 t
Entfernung	214 km
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h
Effektive Fahrzeit	4,3 h
Fahrzeit mit Ruhezeit	4,3 h
Leerfahrtzuschlag	0%
Leerfahrt in h	0,0 h
Leerfahrtzeit mit Ruhezeit	0,0 h
Leerfahrt in km	0 km
Umschlagzeit	1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf	7,3 h
Gesamtdistanz	214 km
Kosten pro km	1,40 €/km

Gesamtkosten	300 €
Kosten pro PKW	37 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,1750 €/km

Tabelle 14: LKW Transport Ford Köln – Antwerpen (eigene Berechnung)

Abbildung 50 zeigt wieder die Differenz der beiden Transportarten. Die Differenz zwischen Direkt-LKW und Schifftransport beträgt EUR 4 pro PKW und Strecke bei einer zusätzlichen Zeit von 20 Stunden. Bei einem Jahresvolumen von ca. 130.000 Fahrzeugen alleine in eine Richtung ergibt sich ein Kostenvorteil in der Höhe von ca. EUR 500.000 pro Jahr.

**Abbildung 50: Preisvergleich Ford Rhein Transport (eigene Darstellung)**

Basierend auf diesen Annahmen werden nun drei potenzielle Routen kalkuliert, wobei sich die genauen Berechnungen im Anhang befinden und hier nur die jeweiligen Zusammenfassungen gezeigt werden.

5.6 Route 1: Westrampe – Hamburg

Marktanalyse: Volkswagen hat mit seinem Automobilwerk in Wolfsburg einen Standort am Mittellandkanal (MLK) und ist somit an das Netz der deutschen Binnenwasserstraßen angebunden. Der Transport von Waren über die Wasserstraße wurde von VW in den letzten Jahren bereits aufgebaut und besteht hauptsächlich aus Containern mit sog. CKD-Teilen (Completely-Knocked-Down-Teile, ein vollständig zerlegter Bausatz eines Fahrzeuges) und läuft derzeit über den Hafen Braunschweig. Die Umschlaganlage, die direkt an den MLK angebunden ist, hat eine Gesamtkailänge von 350 m. Dies ermöglicht ein Anlegen von zwei Binnenschiffen mit je 110 m Länge oder von Schubverbänden mit bis zu 185 m Länge. Volkswagen verfolgt mit seinen konzernweiten Umweltzielen die Maßgabe, die Umweltverträglichkeit in der Produktion bis 2018 um 25% zu steigern. Der neue Logistikstandort Wolfsburg soll mit der trimodalen Anbindung einen Beitrag zu diesen Verpflichtungen leisten. In diesem Zusammenhang plant Volkswagen verstärkt den Hinterlandverkehr des Hamburger Hafens mit dem Binnenschiff zu nutzen und den Containerverkehr nach Wolfsburg über den Elbe-Seitenkanal (ESK) deutlich auszubauen (vgl. HTC 2013, S.82). Aus diesem Grund wird der RoRo-Verkehr nach Hamburg kalkuliert.

Das Werk in Wolfsburg produziert jährlich ca. 500.000 Golf und Golf plus. Weitere 200.000 Golf werden pro Jahr in Mosel, Sachsen und Cabrio Golf in Osnabrück gefertigt. Die Nachfrage nach Golf in Großbritannien beträgt pro Jahr ca. 60.000 Stück (vgl. IHS 2014). Auf dieser Strecke würde ein Transport mit dem Binnenschiff theoretisch Sinn machen, da sich das Werk in Westrampe bereits neben dem Hafen befindet und in Hamburg die Fahrzeuge im Hafen auf ein Hochseeschiff für den Transport nach Großbritannien verladen werden müssen. Ein etwaiger Vor- und Nachlauf würde demnach auf dieser Strecke im Vergleich zum Direkt-LKW entfallen.

Derzeit bildet Hamburg jedoch nicht den strategisch günstigsten Exportseehafen für Automobile. Seehäfen wie Emden oder Bremerhaven haben sich betreffend den Umschlag von Automobilen stärker als Hamburg spezialisiert und sind die größten RoRo-Häfen Deutschlands. Zur Durchführung dieser Strecke müsste eine Verlagerung der Exporte nach Hamburg stattfinden. Ein weiteres Problem bestünde in der Paarigkeit der Transporte. Auf dem Rückweg könnten vereinzelt Autos aus Hamburg befördert werden, die in Wolfsburg von Kunden abgeholt oder vertrieben werden. Zu diesen Abholdaten konnten keine Zahlen gefunden werden.

Strecke: Für die Streckenkilometer ergeben sich folgende Kilometer, Mittellandkanal von Westrampe, Wolfsburg (MLK-km 246,5) bis Kreuzung Seitenlandkanal bei Edesbüttel (MLK-km 233,65) ergibt 12,85 Kilometer. Elbe Seitenlandkanal von Kreuzung Mittellandkanal bis Elbe: Die Länge des Kanals beträgt 115,14 km bei

Wassertiefen von 4 bis 4,5 m und Wasserspiegelbreiten von 54 bis 70 m. Auf dieser Strecke gibt es auch zwei Schleusen. Auf der Elbe von Kreuzung Seitenkanal / Elbe bei km 570 bis Hamburg km 618 – 48 km.

Dies ergibt insgesamt eine Strecke von ca. 176 Kilometern für den Transport von Westrampe nach Hamburg Hafen, der Routenverlauf dargestellt in Abbildung 51.



Abbildung 51: Strecke Westrampe – Hamburg (eigene Darstellung)

Einschränkungen: Der Elbe-Seitenkanal ist prinzipiell für Schubverbände mit 185 m Länge, 11,40 m Breite und 2,80 m Tiefgang und Großmotorgüterschiffe (GMS) mit 110 m Länge, 11,40 m Breite und 2,80 m Tiefgang ausgelegt. Während die Schleusen Uelzen I und Uelzen II mit Abmessungen von 185 m Länge und 12 m Breite bzw. 190 m Länge und 12,50 m Breite auch von Übergroßmotorschiffen (ÜGMS) genutzt werden können, stellt das Schiffshebewerk Lüneburg bei Scharnebeck eine Barriere für die Binnenschifffahrt dar. Aufgrund der Begrenzungen des Bauwerks auf Schiffe mit max. 100 m Länge und 12 m Breite können hier nur Binnenschiffe passieren, die diesen Maßen entsprechen. Es besteht die Möglichkeit eines Ausbaus dieser Schleuse in den nächsten Jahren. Die Dauer für den Bau dieser Anlage wird auf fünf Jahre geschätzt. Somit würde, unter der Voraussetzung der Verfügbarkeit der finanziellen Mittel, innerhalb von zehn Jahren ab heute ein neues Bauwerk in Scharnebeck in Betrieb gehen können (vgl. HTC 2013, S.3).

Fahrzeitkalkulation und Einsatz von Schiffen:

Die Fahrzeit beträgt nach Rücksprache mit dem Hafen- und Logistikverbund Elbe-Seitenkanal ungefähr einen Tag von Wolfsburg nach Hamburg.

Wenn man von einer kompletten Verschiffung von 60.000 Fahrzeugen pro Jahr ausgeht und einer Kapazität von 220 Fahrzeugen, würden ca. 270 Abfahrten pro Jahr notwendig sein. Die geringere Anzahl an Fahrzeugen ergibt sich durch die Schleusenrestriktion in Scharnebeck – daher können nur Schiffe mit einer Länge von 100 Metern eingesetzt werden, was wiederum die Kapazität gegenüber 110 Meter Schiffen verringert.

Für einen kompletten Umschlag inklusive Be- und Entladen wird mit zwei Tagen gerechnet. So sind für sechs Abfahrten pro Woche zwei bis drei Binnenschiffe notwendig.

Vergleich Direktverkehr – Multimodaler Transport

Die Kosten für den Binnenschifftransport kommen auf dieser Strecke auf EUR 38 pro PKW. Vor- und Nachlauf fallen durch die Lage des Werkes und des Zielhafens direkt an der Wasserstraße nicht an. Während die Kosten für den Transport über die Straße EUR 39 pro PKW betragen. Es ergibt sich ein beinahe identer Preis bei einer zusätzlichen Dauer von 20 Stunden, dargestellt in Abbildung 52.

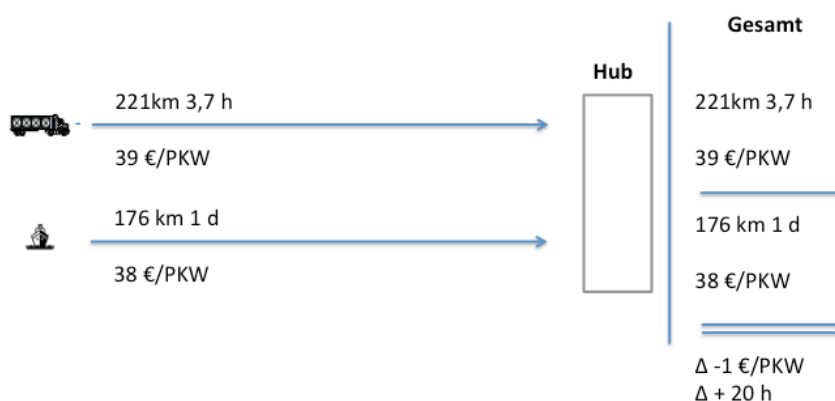


Abbildung 52: Kostenvergleich Transport Westrampe – Hamburg (eigene Darstellung)

Ein Hauptgrund für die geringe Preisdifferenz ist die kurze Transportdistanz von ca. 170 Kilometern. Hier besteht noch kein klarer Kostenvorteil für das Schiff, dennoch würde sich ein Transport anbieten, da bei einer Weiterverschiffung auf Short- oder Deep-Sea-Transporten der Vor- und Nachlauf entfällt. Ebenfalls könnte der Umweltgedanke und niedrige externe Kosten des Schiffes für VW ein Anstoß sein, den Transport auf die Wasserstraße zu verlegen. Dem steht die Transportdauer von einem Tag mit dem Binnenschiff gegen ca. vier Stunden mit dem LKW negativ gegenüber. Ist zudem die Zuverlässigkeit des ESK nicht gegeben, so erfolgen die Transporte stärker per Straße oder auch Schiene. Bei der Betrachtung der ökonomischen Perspektive der Verkehrsträgerwahl sind vor allem die Abmessungen des ESK zu nennen. Der Ausbau des Kanals auf Schiffe mit 110 m Länge wird gefordert, um Kostenvorteile durch größere Schiffseinheiten generieren zu können. Grundsätzlich sieht die Konzernstrategie von Volkswagen eine weitaus stärkere Nutzung der Binnenschifffahrt vor. Für den in dieser Berechnung angedachten Transport von Neufahrzeugen auf der Wasserstraße spielt der ESK derzeit keine Rolle für VW, da hier die Standorte Emden und Bremerhaven als Exporthäfen im Mittelpunkt des Interesses stehen. So wird angestrebt eine regelmäßige Verbindung zwischen Emden und Wolfsburg mit Schubverbänden einzurichten. Auf der Linie sollen in beiden Richtungen sowohl Fahrzeuge als auch Fahrzeugteile in Containern

transportiert werden. Die Rundfahrt auf dem Mittellandkanal und dem Dortmund-Ems-Kanal soll etwa fünf Tage dauern. Volkswagen Logistik verspricht sich von dieser Planung eine größere Flexibilität durch den Einsatz mehrerer Verkehrsträger (vgl. HTC 2013, S.64).

5.7 Route 2: Neckarsulm – ARA-Häfen

Marktanalyse: Auf dieser Strecke werden Audi Fahrzeuge zu den ARA Häfen und BMW Fahrzeuge zurück verschifft.

Das zur Volkswagen-Gruppe gehörende Audi-Werk in Neckarsulm produziert die Modelle A4, A5 Cabrio, A6, A6 Allroad, A7, A8 und R8. Jährlich rollen ca. 260.000 Fahrzeuge in diesem Werk vom Band. Als Exportland wird für diese Route Großbritannien herangezogen, dass von diesen genannten Modellen ca. 46.000 pro Jahr nachfragt. Auf dieser Strecke würde ein Einsatz des Binnenschiffes über den Rhein zu den ARA-Häfen und einer weiteren Verschiffung mittels Short Sea Schiffen Sinn machen (vgl. IHS 2014).

Um Paarigkeit auf diese Strecke zu erlangen bietet es sich an für den Rücktransport Fahrzeuge aus Übersee von den Hochseeschiffen auf Binnenschiffe zu verladen und auf dem Rückweg in das Landesinnere zu befördern. BMW X-Modelle, die in Spartanburg, USA gefertigt werden und für den Markt in Süddeutschland und Westdeutschland bestimmt sind, könnten über das Schiff zurückverladen werden. Spartanburg produziert derzeit jährlich ca. 370.000 BMW X3, X4, X5 und X6. Davon werden ca. 36.000 Stück in Deutschland nachgefragt. Es wird angenommen, dass von diesen Fahrzeugen zumindest ein Drittel zurück nach Mannheim verschifft werden kann. Zusätzlich produziert BMW in Oxford, Großbritannien die Modelle Mini, Couper, Roadster, Countryman und Clubvan, zusammen ca. 200.000 Stück pro Jahr. Davon werden in Deutschland ca. 30.000 Fahrzeuge pro Jahr verkauft (vgl. IHS 2014). Hier könnte wiederum ein Drittel zurück nach Mannheim verschifft und von dort feinverteilt werden. So werden insgesamt ca. 22.000 Fahrzeuge aus der BMW Gruppe auf dem Rücktransport befördert, was den Leerfahrtanteil auf der Rückfahrt auf insgesamt ca. 50% reduziert. Hier müsste eine unternehmensübergreifende Logistikkette zwischen dem Volkswagen und dem BMW Konzern aufgebaut werden.

Strecke: Die Strecke benötigt einen Vorlauf mit dem LKW oder der Bahn nach Mannheim. Auf der Neckar, die direkt am Audi-Werk vorbei fließt, ist zwar Verschiffung möglich, nicht aber mit großen Rheinschiffen. In Mannheim werden die Fahrzeuge auf Rheinschiffe verladen und direkt Richtung ARA-Häfen verschifft. Dort werden sie auf ein Short-Sea-Schiff verladen, das sie nach Großbritannien bringt. Die Fahrtstrecke ist in Abbildung 53 dargestellt.

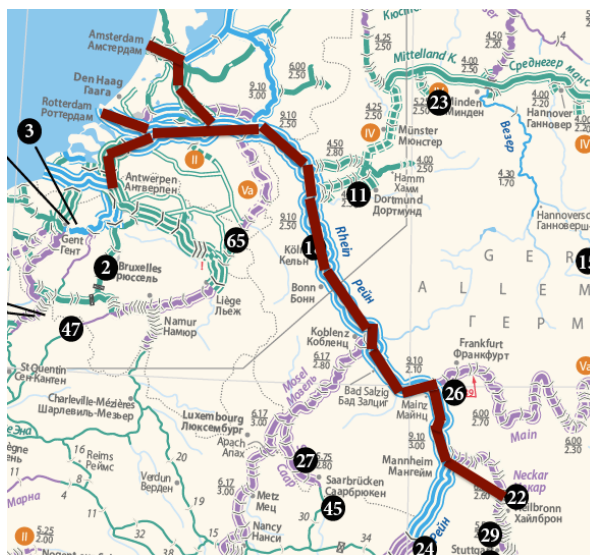


Abbildung 53: Route Neckarsulm – ARA-Häfen (eigene Darstellung)

Einschränkungen: Auf dem Rhein bestehen für Rheinschiffe keine Einschränkungen. Es können Schiffe bis zu 130 Meter Länge und einer Kapazität von 500 Fahrzeugen eingesetzt werden.

Fahrzeitkalkulation und Einsatz von Schiffen: Die Fahrzeit beträgt nach Rücksprache mit dem Hafen- und Logistikverbund ungefähr 1,8 Tage von Mannheim nach Antwerpen. Wenn man von einer kompletten Verschiffung von 46.000 Fahrzeugen pro Jahr in Richtung Großbritannien und einer Kapazität von 500 Fahrzeugen ausgeht, wären pro Jahr 92 Abfahrten aus Mannheim notwendig. Bei einer Dauer von fünf Tagen für einen kompletten Rundlauf könnten zwei Schiffe alle vier Tage Fahrten absolvieren.

Vergleich Direktverkehr – Multimodaler Transport: Der multimodale Transport ergibt Kosten von EUR 63 pro PKW, während der Einsatz des Direkt-LKW Kosten von EUR 88 pro PKW verursacht, siehe Abbildung 54. Hier würden sich Einsparungen von EUR 25 pro PKW und Strecke ergeben. Bei einem Einsatz von zwei Schiffen im Liniendienst kann eine Kapazität von 46.000 PKW in eine Richtung erreicht werden. Hier ergeben sich direkte Einsparungen von ca. EUR 1,1 Million pro Jahr.

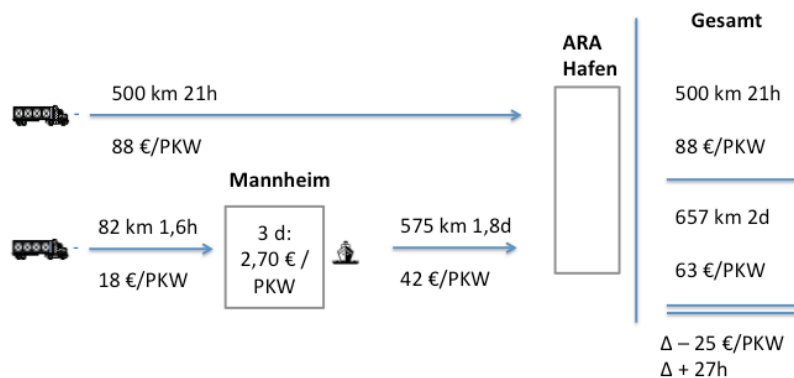


Abbildung 54: Kostenvergleich Transport Neckarsulm – ARA-Häfen (eigene Darstellung)

Können weitere Fahrzeuge für den Verkauf in Mittel- oder Süddeutschland auf dem Rhein nach Mannheim transportiert werden, verringern sich die Kosten per transportiertem PKW weiter und die Differenz zum flexibleren Direkt-LKW vergrößert sich.

Dieser Transport ist, verglichen mit den zwei anderen vorgestellten Routen, am realistischsten und profitabelsten. Durch die schnelle Verschiffung auf dem Rhein mit großen Schiffen mit einem Fassungsvermögen von 500 Fahrzeugen können niedrige Transportkosten pro PKW erreicht werden. Durch die folgende Verschiffung nach Übersee entfällt der kostspielige Nachlauf.

5.8 Route 3: Budapest – ARA-Häfen

Marktanalyse: Der Donaauraum in direkter Nähe zu Budapest zählt derzeit fünf Produktionsstätten. Dazu gehören die Werke von Peugeot und Citroen in Trvana, Volkswagen in Bratislava, Audi in Györ, Suzuki in Esztergom und Mercedes in Kecskemet. Diese Werke liegen alle, mit Ausnahme von Trvana, in direkter Nähe zur Donau. Durch die Lage der Werke in Osteuropa bietet es sich an, die Volumen aus Werken von verschiedenen Herstellern an einem zentralen Punkt zu bündeln, um in Richtung ARA-Häfen zum Export zu verschiffen. Aus Werken aus der Slowakei und Ungarn kommen jährlich ca. 211.000 Fahrzeuge nach Deutschland. Teilt man Deutschland aufgrund seiner Größe in vier Teile, so bleiben noch immer für den zentralen und westlichen Teil ca. 50.000 Fahrzeuge. 31.000 Fahrzeuge kommen jährlich aus der Slowakei und Ungarn nach Belgien und 45.000 in die Niederlande. Es besteht also ein beträchtliches Potenzial von ca. 125.000 Fahrzeugen für einen möglichen Binnenschifftransport auf dieser Strecke (vgl. IHS 2014).

Für den Rücktransport bietet es sich an, wie im vorherigen Fall BMW und Mini Modelle von den ARA Häfen Richtung Landesinnere zu befördern. Wie im letzten Fall wird mit einer Kapazität von ca. 44.000 Fahrzeugen auf dieser Strecke gerechnet (vgl. IHS 2014). Für den Rücktransport auf dem Schiff wird daher mit

einem Leerfahrtanteil von 30% gerechnet, da die Fahrzeuge nicht komplett nach Budapest zurück befördert werden, sondern entweder in Mannheim oder Kelheim feinverteilt werden. Das heißt die Rückfahrt ist entweder zu 70% auf der gesamten Strecke ausgelastet oder ein voll beladenes Schiff fährt nur bis Kelheim und von dort leer zurück nach Ungarn.

Strecke: Die Strecke setzt sich aus folgenden Abschnitten zusammen, dargestellt in Abbildung 55:

- Die 539 km lange Rheinstrecke von Rotterdam bis zur Einmündung des Main bei Mainz
- Die 384 km lange Mainstrecke von Mainz bis Bamberg
- Die 171 km lange Kanalstrecke von Bamberg bis Kelheim
- Die 700 km lange Donaustrecke von Kelheim bis nach Csepel

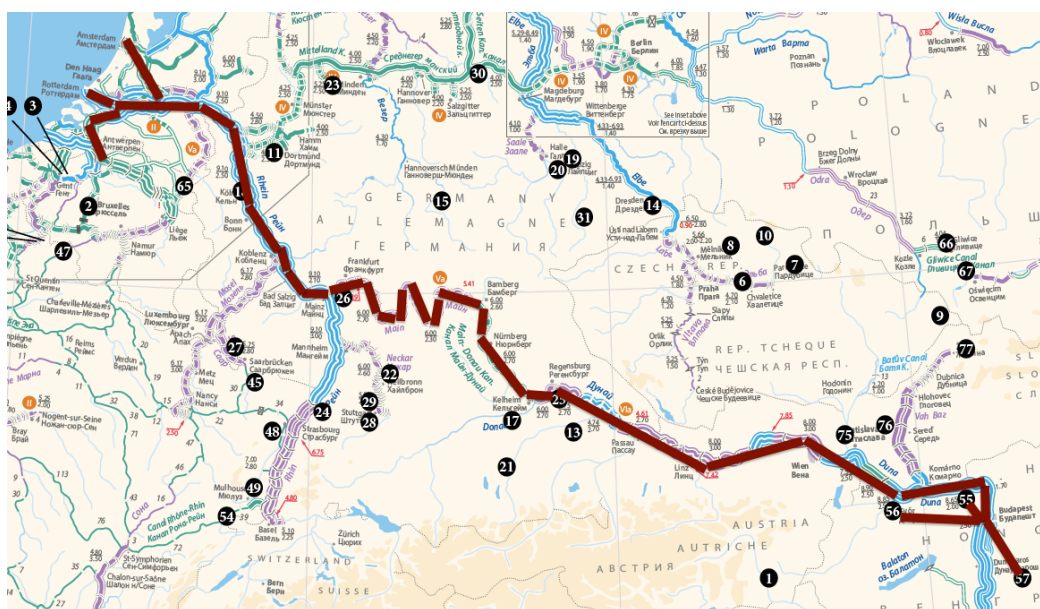


Abbildung 55: Strecke Csepel – ARA-Häfen (eigene Darstellung)

Fahrzeitkalkulation und Einsatz von Schiffen: Auf dieser Strecke können Großmotorschiffe mit einer Länge von 110 Metern mit einer Kapazität von 250 Fahrzeugen eingesetzt werden. Diese besitzen die Abmessungen von 110 m Länge, 2,80 m Tiefgang, 11,40 m Breite und einer Tragfähigkeit von ca. 2100 t. Eine durchschnittliche Geschwindigkeit von fünf Knoten wird angenommen, aufgrund der Vielzahl an Schleusen im Main-Donau Kanal. Flussaufwärts wird mit vier Knoten gefahren und flussabwärts mit sechs Knoten.

Die Transportdauer wurden mit ca. 15 Tage angegeben, für einen Rundlauf wird daher ca. ein Monat veranschlagt (vgl. Expertengespräch via donau). Es wird mit einer Auslastung von 100% gerechnet. Um die Wartezeit für eine Abfahrt nicht zu groß werden zu lassen, wird mit vier Schiffen und wöchentlichen Abfahrten kalkuliert.

So entsteht eine Transportkapazität von 12.000 Fahrzeugen pro Fahrtrichtung oder 24.000 Fahrzeugen in beide Richtungen.

Für die Berechnung wurden die Kosten für ein Großmotorgüterschiff für die Donau im 14 Stunden Betrieb übernommen. Auf dem Main-Donau-Kanal und den Main fallen auf der Strecke von 555 Kilometern Schifffahrtsabgaben an. Laut Informationsberechnung für Schifffahrtsabgaben fallen für 250 PKW auf der Strecke Kosten von EUR 811,68 oder EUR 3,25 pro PKW an (vgl. WSV). Bei Umsetzung eines regelmäßigen Liniendienstes auf dieser Strecke sind Sondervereinbarungen anzustreben.

Vergleich Direktverkehr – Multimodaler Transport

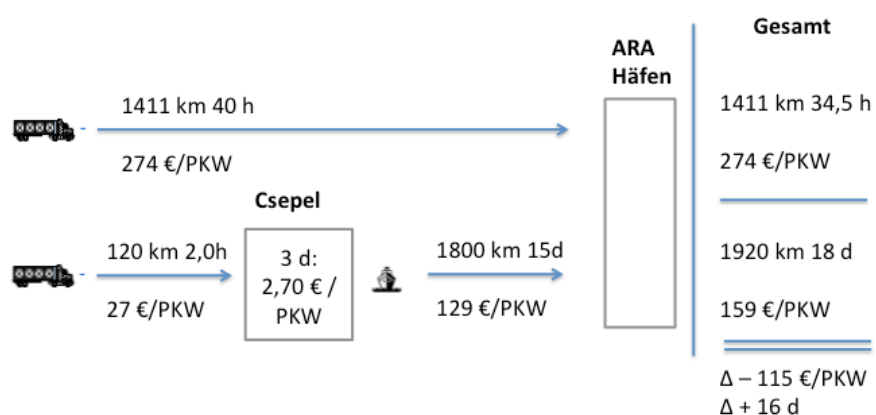


Abbildung 56: Kostenvergleich Transport Csepel - ARA Häfen (eigene Darstellung)

Der multimodale Transport kommt auf Kosten von EUR 159 pro PKW und der Direkt-LKW auf Kosten von EUR 274 pro PKW, dargestellt in Abbildung 56. Auf dieser langen Strecke kann das Schiff seine Kostenvorteile voll ausspielen und es ergeben sich Einsparungen von EUR 115 pro PKW und Strecke. Bei einem Einsatz von vier Schiffen im Liniendienst und einer Abfahrt jede Woche kann eine Kapazität von 24.000 PKW in beide Richtungen erreicht werden. Dieser Transport könnte Einsparungen in beide Richtungen von EUR 3,8 Million pro Jahr erzielen.

Als großen Nachteil ist auf dieser Strecke die lange Transportzeit des Schiffes von zwei Wochen anzumerken, verglichen mit ca. vier bis fünf Tagen per LKW. Jedoch sind in dieser Kalkulation noch keine Kapitalbindungskosten berücksichtigt, die sich durch die lange Laufzeit ergeben.

5.9 Diskussion der Ergebnisse

In diesem Unterkapitel werden die aus den Expertengesprächen und der Literaturanalyse gefundenen Gründe für oder gegen die Nutzung des Binnenschiffes eingebracht. Außerdem werden mögliche Optimierungsmöglichkeiten genannt, wie vermehrt der Transport auf der Wasserstraße erreicht werden könnte.

5.9.1 Gründe für die Nutzung des Binnenschiffes

Kostenvorteil: Ein Kostenvorteil für das Binnenschiff ist ab einer gewissen Transportdistanz vorhanden, wie die Beispielrechnungen und Grafiken im letzten Kapitel zeigen. Ein kritischer Faktor für die Transportkosten ist jedoch die Paarigkeit der Transporte. Während ein LKW nach erfolgtem Transport flexibel wieder eingesetzt werden kann, ist das Binnenschiff an seine Rückfahrt gebunden.

Gesamtkosten für das Binnenschiff liegen bei den vorgeschlagenen Routen zwischen EUR 0,09 und EUR 0,12 pro Kilometer und Fahrzeug. Auf langen Strecken werden Kosten von EUR 0,07 erreicht und auf kurzen Strecken wie in Westrampe Kosten von EUR 0,21. So ergeben sich Kosten für multimodale Transporte mit Vor- und Hauptlauf zwischen EUR 0,11 und EUR 0,13 pro Kilometer und Fahrzeug. LKW-Gesamtkosten betragen dagegen zwischen EUR 0,17 im Hauptlauf und EUR 0,23 im Vorlauf pro Kilometer und Fahrzeug.

Im Vergleich dazu forscht eine Studie der TU Delft zu diesem Thema und gibt Kosten pro Fahrzeug pro Kilometer mit Containertransporten und Kosten eines Spediteurs „Broekman Car Handling BV“ an. Tabelle 15 zeigt die Kosten, die aus einem Vergleich mit idealisierten Containertransporten herausgefunden wurden und den „Marktkosten“ aus Gesprächen mit einem Spediteur ergeben.

	Bahn	LKW	Binnenschiff	Hochseeschiff
Kosten aus Literaturvergleichen pro Fahrzeug pro Kilometer in EUR	0,06	0,21	0,044	0,03
Kosten aus Spediteurbefragungen pro Fahrzeug pro Kilometer in EUR	0,123	0,139	0,181	0,25

Tabelle 15: Kostenvergleich multimodale Transporte (aus TU Delft 2010, S.49)

Während die Binnenschifffahrtskosten aus dieser Arbeit mit EUR 0,11 pro Fahrzeug und Kilometer in den Rahmen zwischen EUR 0,04 und 0,18 fallen, werden von der Studie der TU Delft deutlich geringere LKW-Kosten ermittelt.

Interessant sind die Unterschiede zwischen Kosten aus Vergleichen und angefragten Preisen eines Spediteurs. Eine mögliche Erklärung ist die Annahme idealer Prozesse

bei Containervergleichen, die der Spediteur durch andere Rahmenbedingungen in dieser Weise oft nicht kalkulieren kann.

Es wurden bei den Berechnungen keine Kapitalbindungskosten eingerechnet, die bei langen Transporten ins Gewicht fallen würden, falls die Fahrzeuge schon verkauft wurden, und die Ankunft beim Händler erwartet wird (vgl. Expertengespräch Lagermax).

Dennoch sind die Gesamtprozesskosten nicht alleine ausschlaggebend für die Entscheidung des Verkehrsträgers. Zu diesem Schluss sind auch die Forscher der TU Delft gekommen: „Die Annahmen, dass der Transport von Fertigfahrzeugen nur auf Transportkosten beruht sollte vorsichtig betrachtet werden bei der Idee, das Binnenschiff einzusetzen“ (vgl. TU Delft 2010, S.118).

Kapazitätsreserven: Die Wasserstraßen bieten deutliche Leistungs- und Kapazitätsreserven; beispielsweise liegt die Auslastung auf dem österreichischen Donauabschnitt im Jahr 2001 je nach Streckenteil zwischen 10,2% und 15,2% gemessen in Tonnen. Die Ursache für die geringe Inanspruchnahme als Verkehrsträger könnte darin liegen, dass auf Angebotsseite organisatorische Schwachstellen bestehen, die den Transport behindern (vgl. Plätzer 2007, S.3).

Umweltbewusstsein: Volkswagen verfolgt mit seinen konzernweiten Umweltzielen die Umweltverträglichkeit in der Produktion bis 2018 um 25% zu steigern (vgl. HTC 2013, S.82). Wie schon in der Theorie beschrieben sind die externen Kosten für das Binnenschiff deutlich niedriger als die der Straße und auch der Bahn. Eine mögliche Besteuerung dieser externen Kosten könnte zusätzlich zur Verlagerung auf die Wasserstraße führen. Das Umweltbewusstsein ist in den letzten Jahren in den Unternehmen stetig gewachsen. Ziele sind Emissionen zu senken und einen geringen Carbon Footprint zu hinterlassen. Beide Ansprüche werden vom Binnenschiff erfüllt (vgl. Logistik Express 2013).

Politische Regulationen in der EU: Spediteure erwarten in der Zukunft Änderungen in den CO₂-Limits innerhalb der EU und bereiten sich auf eine Umstellung bei der Nutzung von LKW vor. Gefco's Vice President of Vehicle Logistics Antoine Redier meint, dass sich das Unternehmen bereits jetzt auf die Umstellung von LKW auf die Schiene vorbereitet. Er kann sich nicht vorstellen, dass in fünf bis zehn Jahren Strecken von 1.000 km auf einem LKW erlaubt sein werden (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 4/2011, S.60).

Entlastung des Straßenverkehrs und der Bahnnetze: Rund um manche Seehäfen ist das Straßen- und Bahnnetz bereits stark frequentiert und ausgeschöpft. Hier könnte der Einsatz eines Binnenschiffes zu einer Erleichterung führen (vgl. Expertengespräch BLG).

Transportsicherheit: Die Unfallzahlen des Binnenschiffes liegen deutlich unter jenen von LKW-Transporten. Jedoch muss angemerkt werden, dass die meisten Transportschäden an Automobilen bei Umschlagpunkten durch die Verladung entstehen. Durch Binnenschifftransporte anfallende Umschläge können wiederum zusätzliche Schäden und Kosten verursachen. Außerdem können durch zu enge Beladung der PKW auf dem Binnenschiff Transportschäden entstehen. Generell lässt sich sagen, dass derzeit 1% bis 2% der transportierten PKW Schäden erleiden (vgl. Expertengespräch Willi Betz und BMW).

Schneller Umbau von Containerschiffen: Gibt es eine Nachfrage nach RoRo-Transporten können bestehende Containerschiffe in relativ kurzer Zeit zu einem Automobiltransporter umgebaut werden (vgl. Expertengespräch BLG).

5.9.2 Aktuelle Probleme bei der Nutzung des Binnenschiffes

Laufzeit: Aus logistischer Sicht bedingt der Wechsel auf multimodale Transporte eine Erhöhung der Durchlaufzeit der Sendungen zwischen Auslieferung aus dem Werk und Lieferung an den Händler. Besonders negative Auswirkungen hat die Laufzeit auf Strecken über 800 Kilometer auf der Donau. Hier ist die längere Transportdauer grundsätzlich auf die Vielzahl an Schleusen im West-Ost-Verkehr und auf die weiten Distanzen zwischen den osteuropäischen Werken und den Seehäfen in Norddeutschland zurückzuführen.

Frau Rodloff von BLG Car Shipping auf der Donau berichtet, dass zu Beginn von Gesprächen mit Automobilherstellern die entsprechenden Gesprächspartner begeistert von dem Thema und neuen Routen sind. Besonders auf der Donau von Rumänien nach Deutschland gab es bereits Transporte, die aber wieder eingestellt wurden. Am Ende folgt dann die Ernüchterung, sobald die lange Laufzeit sowie die starke Konkurrenz der Bahn erkannt wird. Bestehende Donau-Transporte können laut BLG dennoch realisiert werden, da Suzuki „nicht so fokussiert auf die Laufzeit ist“ (vgl. Expertengespräch BLG).

Die Strecke Rhein-Main-Donau scheint geradezu ideal um Fahrzeuge aus Osteuropa nach Zentraleuropa oder Westeuropa zu schicken. Fahrzeuge können von Csepel oder Budapest die Donau flussaufwärts über den Main-Kanal zum Rhein und schließlich zu den ARA-Häfen geführt werden. Auf der Rückfahrt von den ARA-Häfen nach Osteuropa könnten Fahrzeuge aus Übersee mitgenommen werden. In Expertengesprächen wurde eine Laufzeit von 15 Tagen flussaufwärts und ca. 13 Tagen flussabwärts für diese Strecke genannt. Einheitlich führen alle Gespräche zur Erkenntnis der zu langen Laufzeit. Laut Herrn Bernards von BLG Rhein Car Shipping ist die Verbindung des Rheins über den Main-Donau-Kanal zur Donau aus zeitlichen Gründen derzeit absolut nicht attraktiv. Zu demselben Schluss kommt Herr Saletu

von BMW Österreich. Derzeit werden BMW X-Modelle, die in den USA gefertigt werden, nach Bremerhaven verschifft. Von dort werden sie auf LKW verladen und innerhalb von 72 Stunden direkt und flexibel nach Österreich transportiert. Das Binnenschiff benötigt für den reinen Transport ohne Wartezeit 15 Tage. Da das Fahrzeug wahrscheinlich ein paar Tage auf die Ankunft des Schiffes warten muss, ergibt sich ein noch längerer Zeitraum. So kann die Zeitdifferenz auf den LKW-Transport auf dieser Strecke bis zu zwei oder drei Wochen betragen.

Andrea Eck, Outbound-Logistik-Managerin bei VW, ist bezüglich der Geschwindigkeit anderer Meinung. Sie erwidert, dass der „Need for speed“ nie das Ziel von VW war. Natürlich soll der Konsument das Fahrzeug so schnell wie möglich bekommen. Die Intention von VW ist es aber, Transporte zu ermöglichen, die den richtigen Service zum richtigen Zeitpunkt liefern – aber Geschwindigkeit ist nicht die einzige Komponente (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 3/2009, S.24).

Konkurrenz der Bahn: Die Bahn hat sich in den letzten Jahren zu einem großen Konkurrenten für das Binnenschiff entwickelt und auf manchen Strecken bereits die Schiffstransporte abgelöst, wie bspw. von Passau nach Vidin, Rumänien. Die nötige Infrastruktur wurde in den letzten Jahren durch staatliche Subventionen und Investitionen geschaffen und ausgebaut. Die Bahn kann, wie schon im Theorieteil beschrieben, in Ganzzügen bis zu 220 PKW laden und deutlich schneller Distanzen zurücklegen als das Binnenschiff bei ungefähr gleichen Kosten (vgl. Expertengespräch Willi Betz).

Massenbeförderung für das Schiff notwendig: Heutzutage wird in der Automobilindustrie das Prinzip von „built-to-order“ angewendet. Das bedeutet keine Produktion auf Lager, sondern erst, wenn ein bestimmter Auftrag eingelangt ist. So ist es für einige Routen oder Bestimmungsorte schwierig, die notwendige Menge an Fahrzeugen für einen wettbewerbsfähigen Transport auf dem Binnenschiff zu erreichen, ohne dass die Wartezeit bis zur vollen Ladekapazität und Abfahrt zu groß wird. Herr Deisenhammer von Lagermax berichtet, dass 75% der Händler Einzelautoempfänger sind und nur jeder fünfte Händler zwei Autos pro Tag bekommt (vgl. Expertengespräch Lagermax).

Schleusenrestriktionen auf die Schiffgröße: Auf europäischen Wasserstraßen bestehen noch zahlreiche infrastrukturelle Hindernisse, welche die Einsatzfähigkeit der Binnenschifffahrt vor allem im West-Ost-Verkehr stark einschränken. Die Beseitigung dieser Hindernisse erfordert große finanzielle und bauliche Maßnahmen, jedoch wurden auf nationaler sowie auf europäischer Ebene bereits Verbesserungs- und Ausbauarbeiten beschlossen und zum Teil auch mit den Arbeiten begonnen (vgl. Expertengespräch via donau).

Wasserstandsprobleme und daraus resultierende Unsicherheit: Eberdorfer und Wolfinger fanden in ihrer 2010 durchgeführten Befragung heraus, dass Akteure der Binnenschifffahrt vorwiegend Risiken der Kategorien Umwelt und Außenwelt als bedrohlich einstufen. Der größte Nachteil der Binnenschifffahrt ist ihrer Meinung nach die Abhängigkeit von Wetter und in Folge vom Wasserstand. Wetter ist eine nicht beeinflussbare Größe und Hoch- bzw. Niedrigwasser sind ständige Begleiter der Binnenschifffahrt, die durch genügend Transparenz und ständigen Informationsaustausch schnelle Entscheidungen ermöglichen und die Wirtschaftlichkeit nicht gefährden. Ihrer Meinung nach ist eine ständige Überwachung der Wasserstraße und Generierung von Prognosedaten der Schlüssel, um die Binnenschifffahrt als verlässlichen Verkehrsträger hervorzuheben (Eberdorfer 2010, S. 160f).

Besonders Hochseeschiffe sind auf eine planmäßige Abfahrt angewiesen. Hier kommt es zu teuren Wartezeiten, wenn ein Binnenschiff Verspätung hat. Diese unvorhergesehenen Wartezeiten lassen sich mit dem LKW oder der Bahn verringern. (vgl. Expertengespräch Suzuki).

Outsourcing: Die Wasserstraße bietet sich grundsätzlich für die Automobilindustrie als hervorragender Verkehrsträger an. Die Ursache für die geringe Nutzung könnte laut Ploberger (vgl. 2009, S.45), die Auslagerung der Logistik an externe Spediteure mit eigenem Fuhrpark sein. Diese bevorzugen zum Transport von Neuwagen den Einsatz ihrer eigenen LKW gegenüber den Binnenschiffen, um diese angeschafften LKW in ihrem Fuhrpark auch entsprechend auszulasten. Den Automobilherstellern scheint es gleichgültig zu sein, wie ihre PKW von einem Ort zum anderen gelangen. Wichtig ist für sie nur, dass sie zum vereinbarten Zeitpunkt geliefert werden.

Paarigkeit der Transportwege: Paarigkeit der Transportwege ist auf vielen Strecke noch nicht gegeben. BLG hat nach Rückfrage derzeit fast keinen Transport von Fahrzeugen auf der Route von Kehlheim zurück nach Csepel. Lediglich ca. 100 Fahrzeuge pro Jahr werden für Suzuki befördert, den Rest der Zeit verkehrt das Binnenschiff auf der Rückfahrt leer. Vereinzelt liefert BLG Suzuki-Modelle von Kelheim zurück nach Csepel. Logistikspezialisten müssen komplementäre Austausch in den Routen von einem oder mehreren Automobilherstellern finden, wo Produktion und Nachfrage koordiniert werden können (vgl. Gespräch BLG Logistik).

Neue Binnenschiffe, die es ermöglichen, auch andere Güter auf RoRo Schiffen zu transportieren, sind eine weitere Möglichkeit, dieses Problem zu lösen. Palettierte Fracht könnte statt Fahrzeugen auf diesen Schiffen befördert werden. Ein Markt für diese Transportmöglichkeiten sollte eröffnet werden, um Nachfrage zu finden (vgl. TU Delft 2010, S.118). Auf dem LKW ist eine Nutzung für beide Güterarten ebenfalls möglich. Convertible Trailer Manufacturing (CTM) bezeichnet einen LKW der sowohl Fertigfahrzeuge als auch Container laden kann. Er kann z.B. auf der Hinfahrt bis zu

sieben Fahrzeuge befördern und auf der Rückfahrt flach gestellt werden und Container laden (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 4/2011, S.33 und 2/2014, S.64).

Investitionskosten: Automobilhersteller haben das Interesse, kurzfristige Verträge mit Logistikern abzuschließen, um flexibel auf etwaige Nachfrage- oder Produktionsänderungen reagieren zu können. Logistikdienstleister auf der anderen Seite wollen langfristige Verträge abschließen, um hohe Kosten für Investitionen freizugeben und auf Jahre abzusichern (vgl. Expertengespräch Lagermax).

Ein Automobiltransport-LKW kostet in der Anschaffung ca. EUR 250.000, ein Bahnwagon um die EUR 150.000. Ein RoRo-Schiff beläuft sich in der Anschaffung auf ca. EUR ein bis zwei Millionen für ein gebrauchtes und drei bis vier Millionen für ein neues Schiff. Die Abschreibungsfristen für Binnenschiffe liegen bei 15 Jahren, die tatsächlichen Wertverluste sind jedoch eher gering (vgl. Uniconsult 2009, S.51). Die Aussicht auf kurze Verträge mit Herstellern lässt die Bereitschaft auf hohe Investitionen und Risiken bei Logistikdienstleistern sinken. Ebenso verlangen Investitionen in eine Hafeninfrastuktur für die Lagerung oder den Umschlag von RoRo-Diensten eine längere Nutzungs- und Abschreibungsdauer als bei kurzfristigen LKW-Verträgen.

5.9.3 Weitere Meinungen über die derzeitige RoRo- Transportsituation

Unternehmensübergreifende Logistikprozesse: Eine Möglichkeit Transportkosten zu senken und Kapazitätsprobleme zu lösen, besteht darin, die Fahrzeugdistribution über Hersteller hinweg zu kombinieren, wie z.B. gemeinsame Transporte, geteilte kurz- und langfristige Pläne der Fahrzeugroutendistribution oder Öffnen der Rücktransporte für konkurrierende Unternehmen. Für Logistikunternehmen ist es kein Problem, den LKW gemeinsam zu nutzen, jedoch gibt es meist noch Einwände, die bei den jeweiligen Unternehmen bestehen. BMW und Mercedes Benz führen solch eine Kooperation in Nordamerika bereits durch. 2009 wurde ein gemeinsamer Tender aufgegeben und Importe werden jeweils abwechselnd ausgeführt (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 2/2012, S.44). Um unternehmensübergreifende Logistikprozesse erfolgreich umsetzen zu können, bedarf es einer kooperativen Anstrengung sowohl auf prozessualer als auch auf organisatorischer Ebene. Weiters könnte eine Reduktion der Durchlaufzeit bei der Erstellung und Bewertung von Logistikmodellen weitere Vorteile bringen (vgl. Sihn 2012, S.24).

In einem Expertengespräch wurde auf die Möglichkeit der Errichtung und Betreuung eines gemeinsamen Hafens von Suzuki und Audi zwischen den beiden Werken in Ungarn hingewiesen. Derzeit werden die Suzuki-Modelle noch in die verkehrte

Richtung zum Hafen Csepel transportiert um dann Richtung Kelheim auf der Donau wieder das Werk zu passieren. Ein Hafen in optimaler Lage zwischen den Werken würde die Transportdistanz minimieren und eventuelle Hafengebühren einsparen. Eine solche unternehmensübergreifende Zusammenarbeit ist aber aus heutiger Sicht sehr unwahrscheinlich und noch von großen Interessensunterschieden geprägt (vgl. Expertengespräch Suzuki).

Kommunikation zwischen Herstellern und Spediteuren: Die nahtlose Einbindung der Binnenschifffahrt in moderne Konzepte des Supply-Chain-Managements erfordert ein leistungsstarkes Informations- und Kommunikationssystem, das ein interaktives Netzwerk zwischen beteiligten Logistikpartnern schafft. RoRo-Dienste werden derzeit von Automobilherstellern gemeinsam mit Speditionsunternehmen entworfen und durchgeführt. Andrea Eck, Outbound-Logistik-Managerin bei Volkswagen, forderte 2010 neue und ausgeklügelte RoRo-Routen von Spediteuren auch für den Transport von kleineren Mengen. Sie führte weiter aus, dass die Automobilkonzerne Input von Spediteuren brauchen, die den Überblick haben und Mengen konsolidieren können. Nick Pank, Business Development Direktor bei P&O Holdings, konterte dass Eck's Forderung neuer Routen verlustbringend sein würde wenn das Risiko nicht geteilt wird. Für die Zukunft sagte er dagegen eine Konzentration auf bestehende Routen voraus, die mit größeren Schiffen noch weiter ausgebaut werden würden, um die Beförderungskosten pro Stück weiter zu verringern. Das bedeutet weniger Routen für die Automobilhersteller als derzeit vorhanden sind (vgl. Automotive Logistics Magazine, 2010).

Es existiert eine Konsument-Verkäufer-Situation, da die Automobilhersteller generell den Spediteur als einen Lieferanten oder Anbieter, nicht als Partner sehen. Automobilhersteller gehen auf der Produktionsseite enge Partnerschaften mit ihren Zulieferern ein (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 4/2011, S.33). Diese Sichtweise wurde auch in den Expertengesprächen bekräftigt (vgl. Expertengespräch Lagermax).

SUV-Problematik: Der bestehende Trend zu größeren Autos bedeutet höhere Logistikkosten, da nur noch weniger PKW mit einem LKW oder Binnenschiff transportiert werden können. Dies hat wiederum Auswirkungen auf den Transportpreis (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine 2/2012, S.44 und Expertengespräch Lagermax).

Qualität des Transports: Die Qualität des Transportes und der Zusammenarbeit mit einem Spediteur ist laut Expertenmeinung auch ein wichtiges Vergleichskriteriums. Darunter fallen Themen wie Liefertreue, Transportschäden und Zuverlässigkeit (vgl. Expertengespräch Lagermax).

Konkurrenz Fahrer aus Osteuropa & Überkapazität an Anbietern: Der Kostenblock Personalkosten stellt den bei weitem höchsten Anteil an den Transportkosten sowohl bei LKW als auch bei Binnenschifftransporten dar. In den osteuropäischen Staaten ist der Anteil der Personalkosten aufgrund des geringen Lohnniveaus weniger dominant. Eine häufig praktizierte Möglichkeit, den Kostenfaktor Personalkosten zu reduzieren, ist das Einstellen von Fahrern aus dem Osten oder das Auslaggen des Betriebs in einen osteuropäischen Staat (vgl. Herry 2001, S.95). Die EU-Ost-Erweiterung hat eine große Konkurrenz von Low-Cost Spediteuren aus Osteuropa hervorgebracht. Diese haben durch geringere Lohnnebenkosten einen erheblichen Kostenvorteil gegenüber Personal aus Westeuropa. Für Unternehmen aus Westeuropa ist es schwierig, sich gegen diese günstige Konkurrenz durchzusetzen. Experten sehen in den nächsten Jahren diesen Unterschied jedoch durch politische Maßnahmen geringer werden (vgl. Expertengespräch Lagermax). Binnenschiffe mit einer Besatzung aus Deutschland haben gegenüber Schiffen mit Personal aus Slowakei, Polen oder Ungarn einen um den Faktor 3 bis 4 höhere Personalkosten. Diese polnische oder tschechische Besatzung besitzt häufig ein ausgezeichnetes Wissen über die Wasserstraßen in Westeuropa (vgl. PINE 2004, S.45).

Einführung von Tracking der einzelnen Fahrzeuge: Derzeit wird bei Ford „Track-and-trace“ noch mit Barcodes durchgeführt. Bei „Hard Points“, wie bspw. beim Beladen und Entladen eines Schiffes, wird der Barcode eines Fahrzeuges gescannt. Weiters wird die Verwendung von IT und RFID Chips immer häufiger eingesetzt, um Händlern ein genaueres Lieferdatum geben zu können. Hier muss sich aber noch ein Industriestandard durchsetzen, da derzeit noch mehrere Frequenzen eingesetzt werden und verschiedene Sender verwendet werden (vgl. Finished Vehicle Logistics Magazine, 3/2012, S.17). Eine fehlende Informationskette und ein umfassender Überblick über die Lieferkette können ein Hindernis darstellen, verschiedene Verkehrsträger für eine Güterverkehrskette zu nützen. Eine der wichtigsten telematischen Voraussetzungen hierfür sind lückenlose Fahrzeugverfolgungssysteme. Das System RFID-based Automotive Network könnte hier verstärkt zum Einsatz kommen. Neben den Tags, die derzeit noch EUR 0,50 bis EUR 1,50 kosten, muss aber auch eine Infrastruktur wie z.B. Lesegeräte installiert werden (vgl. Fraundorfer 2008, S.72).

Verbesserung der Kapazitätsauslastung und Tourenplanung der Spediteure: Weitere Potenziale wie eine verbesserte Kapazitätsauslastung und Tourenplanung der Spediteure sind realisierbar. Hierzu ist es erforderlich, frühzeitig genaue und zuverlässige Daten von der Produktion zu den geplanten Fahrzeugübergaben an den Versand, der die Distribution der Fertigfahrzeuge durchführt, zu übermitteln. Relevant für die Distribution sind die Zielorte sowie die Übergabezeitpunkte der Fertigfahrzeuge. Derzeit sind verlässliche Informationen oft erst nach der Übergabe

der Fertigfahrzeuge von der Produktion an den Versand verfügbar. Des Weiteren werden Verschiebungen des Übergabezeitpunkts der Fertigfahrzeuge zeitverzögert von der Produktion an den Versand übermittelt. Ebenfalls wäre die Möglichkeit der synchronen Planung, welche auf Daten der Produktion und des Versands beruht, erstrebenswert. Durch die Berücksichtigung der Anforderungen aus dem Versand könnte so die Auslastung der Transportkapazitäten erhöht werden.

Bei einer Realisierung des Verbesserungspotenzials durch den Versand beim OEM profitiert auch der Transportdienstleister von genaueren und frühzeitiger verfügbaren Informationen. Zur Realisierung von Verbesserungspotenzialen in der Transportkette ist der Transportdienstleister auf eine verbesserte Informationsbereitstellung durch vorgelagerte Transportdienstleister und Umschlagpunkte wie Seehafenterminals und Fahrzeugdistributionszentren angewiesen.

Ebenso bietet die Kommunikation unplanmäßiger Ereignisse in den vorgelagerten Prozessen, die zu kurzfristigen Schwankungen der zu transportierenden Fertigfahrzeuganzahl führen, Potenzial für Verbesserung. Durch eine frühzeitige Meldung der hervorgerufenen Verzögerungen an betroffene Partner können Anpassungen bei den Transportkapazitäten und -routen vorgenommen werden. Durch eine höhere Informationstransparenz lassen sich Verbesserungspotenziale an den Umschlagpunkten realisieren. Bisher wird die Planung der Lager- und auch der Servicedienstleistungen auf Basis des Forecasts des OEM durchgeführt. Dieser Forecast ist für eine effiziente Planung der Prozesse an den Umschlagpunkten nicht hinreichend exakt. Eine konkrete Planung kann erst kurz vor Anlieferung der Fahrzeuge durchgeführt werden, wenn die Fahrzeugdaten der geladenen Fertigfahrzeuge vom Transportdienstleister übermittelt werden. Des Weiteren kommt es aufgrund von nicht planbaren Verschiebungen bzgl. der Ankunftszeit der Transporte immer wieder zu Schwankungen des Kapazitätsbedarfs. Da Informationen über Verzögerungen erst mit Verspätung an die Umschlagpunkte übermittelt werden, gestaltet sich die dortige Ablaufplanung ausschließlich reaktiv (vgl. Werthmann 2012, S. 146ff).

Verringerung der Transportdistanz: Durch Werke in der Nähe von Absatzmärkten oder in der Nähe von Binnenwasserstraßen können Transportdistanzen verringert werden. Ford hat dies mit seinem Werk in Köln umgesetzt, es befindet sich direkt an einer leistungsfähigen Wasserstraße mit kurzer Fahrzeit zu Hochseehäfen, von wo die Fahrzeuge sofort international verschifft werden können (vgl. Expertengespräch Ludwig).

Transparente und kurzfristigere Transportausschreibungen: Derzeit gibt es in den Automobilwerken oft einen langjährigen Third Party Logistics Provider, der alle fertigen Fahrzeuge abnimmt, Zusatzleistungen durchführt und den gesamten Transport organisiert. Ziel für die verladende Wirtschaft könnte eine regelmäßige

Anfrage über derzeitige Kosten am Markt sein, um den Wettbewerb der Spediteure zu fördern, die Effizienz zu steigern und Preisvorteile zu schaffen. Einheitliche Leistungsverzeichnisse können Spediteuren klare Anweisungen geben um vergleichbare Angebote für Transporte zu übermitteln. Danach lässt sich nach genauer Analyse der Angebote nach Region, Transportart und Fahrzeugart eine transparente Entscheidung über die Logistikwahl treffen (vgl. Expertengespräch Ludwig).

5.9.4 Mögliche zukünftige Strecken

Innerhalb Europas können drei Routen für den Automobiltransport ermittelt werden, auf denen der Ausbau von Verbindungen mit dem Binnenschiff in Zukunft Sinn macht:

- Der Rhein mit seinen bereits bestehenden Transporten und Anbindung an die ARA-Häfen könnte durch Vorläufe und Feinverteilung aus dem Gebiet Mannheim in beide Richtungen unternehmensübergreifend genützt werden.
- Die Donau zwischen Kelheim und Budapest kann flussaufwärts als Zubringer nach Süddeutschland ebenfalls unternehmensübergreifend ausgebaut werden. Für den Rücktransport gibt es keinen Bedarf; hier gilt es, alternative Transportmöglichkeiten für die leeren RoRo-Schiffe zu finden.
- Und schließlich bietet der Mittellandkanal in Norddeutschland durch seine direkte Anbindung an die Seehäfen Hamburg und Emden ebenfalls Potenzial für Automobiltransporte. Hier könnte VW Wolfsburg oder Osnabrück in Zukunft Transporte durchführen.

Die Abbildungen 57 bis 59 stellen diese Strecken grafisch dar, wobei die schwarzen Kreise Automobilwerke darstellen:

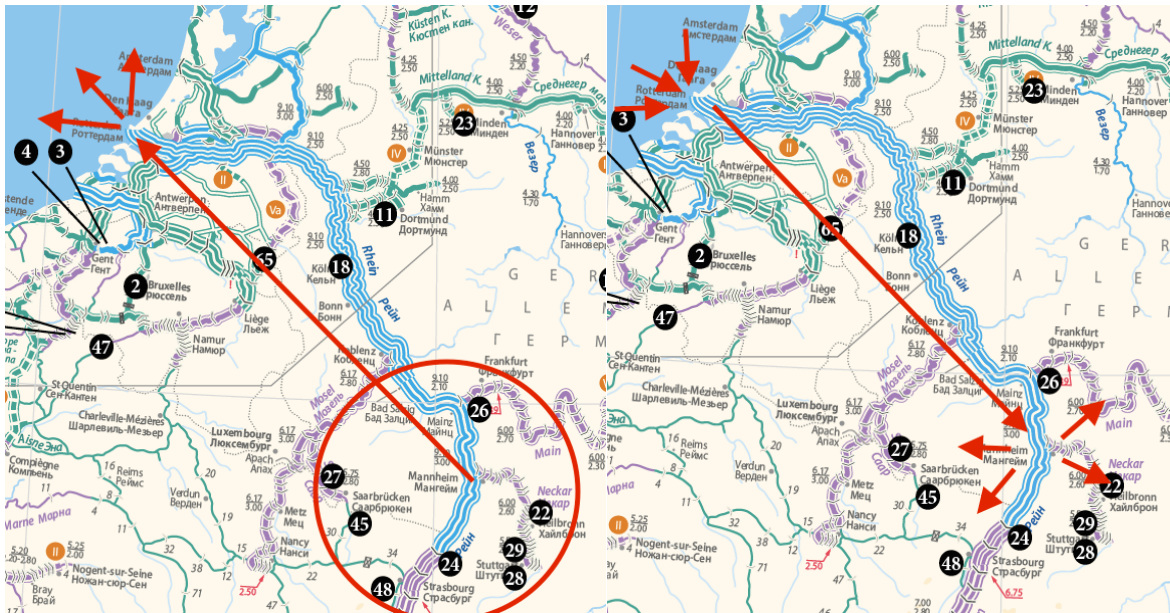


Abbildung 57: Mögliche Rheinrouten flussab und -aufwärts (eigene Darstellung)

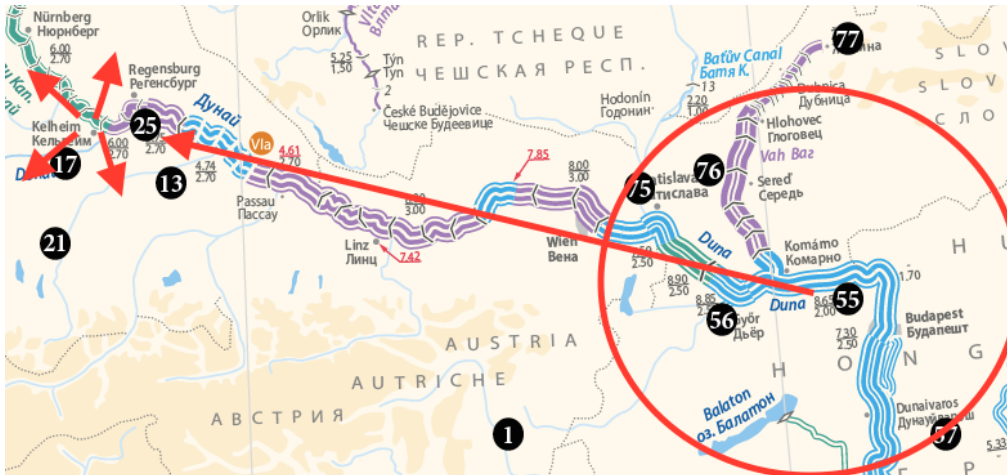


Abbildung 58: Mögliche Donauroute flussaufwärts, Retourfahrt leer (eigene Darstellung)



Abbildung 59: Mögliche Mittelkanalrouten (eigene Darstellung)

Hindernisse gibt es auf der Verbindung Main, zwischen Rhein und Donau, und auf der Donau östlich von Budapest aufgrund der langen Laufzeiten und teuren Schifffahrtskosten aufgrund der hohen Geschwindigkeiten. Hier ist die Laufzeit von 7 bis 15 Tagen ohne Wartezeit ein Hauptgrund für die geringe Nutzung des Binnenschiffes als alternativer Verkehrsträger im Langstreckenverkehr von Automobilen. Eine Ausweitung der Transporte auf der Donau macht derzeit nach Rücksprache mit Experten aufgrund der sich ergebenden noch längeren Laufzeiten keinen Sinn. Dieses würde auch ein etwaiger Ausbau der Wasserinfrastruktur nur beschränkt lösen.

6 Schlussfolgerungen

6.1 Zusammenfassung und Gültigkeit der Ergebnisse

Die vorliegende Diplomarbeit hat zum Ziel, das Potenzial von multimodalen Automobiltransporten unter Einsatz von RoRo-Binnenschiffen in Europa zu analysieren, wobei eine Beschreibung der bestehenden Routen sowie eine Kalkulation von derzeitigen und möglichen zukünftigen Routen durchgeführt wurde. Außerdem werden Gründe für und gegen die Nutzung des Binnenschiffes aufgezeigt, die in der Literaturanalyse und im Zuge von Experteninterviews genannt wurden.

Die derzeitige RoRo-Schifffahrt ist in der Lage Gütermengen von der Straße zu übernehmen. Voraussetzung hierfür ist jedoch unter anderem der Aufbau funktionierender und wirtschaftlicher Gesamt-Transportketten. Aus Sicht der Kunden haben Binnenschiffahrtstransporte aufgrund der Massenleistungsfähigkeit, der kostengünstigen freien Transporte und staufreien Transportmöglichkeiten im Hauptlauf starke Kostenvorteile. Das Ergebnis der durchgeführten Kostenanalyse mithilfe der eingeführten Kalkulationsparameter unterstreicht die transportwirtschaftlichen Vorteile des Binnenschiffes gegenüber der Straße. Preislich ist das Binnenschiff unter oder in der Nähe der Kosten eines direkten LKW-Transportes. Obwohl das Binnenschiff nicht mit der kurzen Transportdauer von diesem konkurrieren kann, sind die Vorteile der Massenleistungsfähigkeit und die Umweltfreundlichkeit der Binnenschiffahrt deutlich auf der Seite der Wasserstraße.

Derzeit finden auf der Donau Transporte mit Schiffen bis 260 PKW zwischen Budapest und Kelheim und auf dem Rhein mit Schiffen bis zu 500 PKW auf der gesamten Länge von Mainz bis zu den ARA-Häfen Rotterdam, Antwerpen und Amsterdam statt. Vor allem die derzeitigen Transporte auf dem Rhein zeigen deutlich, dass das Binnenschiff im Seehafenhinterlandverkehr in Distanzen zwischen 350 und 750 Kilometern aufgrund entsprechender Wasserstraßeninfrastruktur erfolgreich eingesetzt werden kann. Auf dem Rhein finden Transporte in beide Richtungen statt und Kostenvorteile pro transportierten PKW stehen nur geringfügig längeren Transportzeiten gegenüber. Auf der Donau zwischen Kelheim und Budapest sind derzeit Transporte mit einer Transportlänge von 700 Kilometern unterwegs. Hier dauert ein Transport vier Tage, statt 23 Stunden mit dem LKW, und die Schiffe sind nur flussaufwärts beladen.

Kosten für den reinen Binnenschifftransport ergaben auf den berechneten Routen zwischen ungefähr EUR 0,07 und 0,11 pro transportiertem Fahrzeug und Kilometer. Die optimale Strecke eines Binnenschifftransportes liegt zwischen 375 und 700 Kilometern oder 1 bis 4 Tagen Transporttagen. Auf dieser Distanz steht die längere

Transportdauer noch im Verhältnis zu den niedrigeren Kosten. Diese Distanz kann sich verringern, falls Vorlauf oder Nachlauf entfallen, durch die geografische Lage des Werkes. Damit ergeben sich Kosten für die gesamte multimodale Transportkette mit Vor- und Hauptlauf zwischen EUR 0,11 und EUR 0,13 pro Kilometer und Fahrzeug. LKW-Kosten ergaben sich in dieser Arbeit zwischen EUR 0,17 und EUR 0,23 pro transportiertem PKW und Kilometer, abhängig von Transportdistanz und Leerfahrtanteil.

Lassen sich zeitlich und kundenübergreifend auf einer Strecke große Mengen operativ zusammenfassen, dann kann je nach geographischer Konstellation ein multimodaler Transport per Binnenschiff Kostenvorteile gegenüber dem LKW bringen. Große Mengen ergeben Preisvorteile, besonders bei einem möglichst regelmäßigen Aufkommen in der zeitlichen Verteilung. Daher kann das Binnenschiff mit Hilfe vermehrter Integration in multimodale Transportketten und Logistiknetze langfristig an Bedeutung gewinnen, da es sowohl preisliche als auch volkswirtschaftliche Vorteile bietet. Grundsätzlich bedarf der Einsatz von RoRo-Autotransportern jedoch immer einer umfassenden Betrachtungsweise. Ein zukünftiges Verlagerungspotential muss deshalb immer individuell betrachtet werden.

Drei sinnvolle Routen wurden für den Automobiltransport innerhalb Europas ermittelt. Diese sind der Rhein, die Donau zwischen Budapest und Kelheim und der Mittellandkanal in Nordeutschland.

Die Annahme, dass der Transport von Fertigfahrzeugen nur auf Transportkosten beruht, sollte jedoch vorsichtig betrachtet werden. Die Transportleistung ist kein homogenes Gut, bei dem die erbrachte Verkehrsleistung ausschließlich durch den Preis erklärt werden kann. Die Laufzeit, Zuverlässigkeit und die bereits langjährig bestehenden Konzepte von Logistiknetzwerken werden oft außer Acht gelassen. Um ein Binnenschiff einzusetzen, muss besonders für Strecken mit längerer Transportdauer ein Hersteller gefunden werden, der nicht so auf die Laufzeit fokussiert ist. Werden zeitkritische Verkehre benötigt, wird der LKW dem Binnenschiff vorgezogen. Außerdem hat das Binnenschiff mit dem Ganzzug den größten Konkurrenten, der bei fast ebenso niedrigen Kosten deutlich schnellere Transportzeiten vorweisen kann. Eine leistungsstarke Infrastruktur ist hier die Grundvoraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der Binnenschifffahrt, die sich gegen eine starke Bahn- und LKW-Lobby behaupten muss. Eine weitere Verlagerung zu multimodalen Transportketten mit dem Binnenschiff ist daher nur langsam und mit Hilfe von schiffahrtsfreundlicheren, verkehrspolitischen Rahmenbedingungen umzusetzen.

6.2 Implikationen für die Wissenschaft

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung sind nicht nur in praktischer Hinsicht von großer Relevanz sondern auch in wissenschaftlicher. Sie liefern im Forschungsgebiet der Fertigfahrzeugdistribution mit dem Binnenschiff einen erheblichen Beitrag und generieren Anregungen für weitere Forschungsfelder.

Eine weitere Befragung von Experten würde sich eignen, die in dieser Arbeit aufgestellten Theorien und Kostenannahmen zu bestätigen, zu adaptieren oder zu verfeinern. In diesem wichtiger werdenden Gebiet der Logistik könnten neue Erkenntnisse für die multimodale Transporte die Folge sein.

Aber auch qualitativ kann die Repräsentativität dieser Ergebnisse erweitert werden, indem weitere Experten zu diesem Thema befragt werden, um damit die Validität der vorliegenden Erkenntnisse zu erhöhen.

Die dargestellten Untersuchungsansätze liefern außerdem Ansätze für weitere Forschungsrichtungen. Folgende Fragestellungen und Themengebiete stehen nach Auswertung der Ergebnisse noch weiterhin offen:

- Integration von Bahnstrecken in den Vergleich Binnenschiff und LKW.
- Analyse und Planung eines Distributionstools für Speditionen für den Einsatz ihrer LKW, Züge und Binnenschiffe (vgl. Expertengespräch Lagermax).
- Analyse für den Einsatz von Kombinierten Binnen und Hochsee- RoRo Schiffen, die sowohl auf dem Rhein als auch auf kurzen Distanzen der Nordsee schiffauglich sind. Hier würde ein Umschlag in einem Seehafen entfallen (vgl. PINE 2004, S.89).
- Analyse von Short-Sea-Strecken und deren Optimierungspotenzial in Europa.

7 Anhang

7.1 Berechnungen Routen

7.1.1 Route 1: Westrampe – Hamburg

LKW Transport Westrampe - Hamburg

Mögliche Transportmenge	8 PKW
Auslastung	100%
Beförderte Menge	8 PKW
Gewicht	10 t
Entfernung	221 km
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h
Effektive Fahrzeit	4,4 h
Fahrzeit mit Ruhezeit	4,4 h
Leerfahrtzuschlag	0%
Leerfahrt in h	0,00 h
Leerfahrzeit mit Ruhezeit	0,0 h
Leerfahrt in km	0 km
Umschlagzeit pro Umschlagpunkt	1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf	7,4 h
Gesamtdistanz	221 km
Kosten pro km	1,40 €/km

Gesamtkosten	309 €
Kosten pro PKW	39 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,1750 €/km/PKW

Tabelle 16: Direkt LKW Westrampe - Hamburg (eigene Berechnung)

Schiffstransport Westrampe - Hamburg

Maximale mögliche Menge		230 PKW
Auslastung		100%
PKW Menge		230 PKW
Gewicht in Tonnen		287,5 t
Entfernung		176 km
kalkulierte Fahrzeit		0,8 d
Leerfahrtzuschlag	100%	0,8 d
kalkulierte Hafenzeit		0,2 d
Geschwindigkeit in km/h		9,2 km/h
Geschwindigkeit in Knoten		5 kt
kostenwirksamer Zeitbedarf		2 d
Tageskostensatz		700 €
Bereithaltungskosten		1.400 €
Treibstoffkosten pro km		5 €/km
Gesamte Treibstoffkosten		1760 €
Fortbewegungskosten		1.760 €
Transportkosten Rundlauf		3.160 €
Transportkosten pro TEU		11 €
Umschlagskosten pro PKW pro Hafen		12 €/PKW
Umschlagskosten gesamt		5.520 €
Gesamtkosten pro Umlauf		8.680 €
Kosten pro PKW		38 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer		0,2144 €/PKW/km

Tabelle 17: Kosten Schiffstransport Westrampe–Hamburg (eigene Berechnung)

7.1.2 Route 2: Neckarsulm – ARA Häfen**LKW Transport Audi Neckarsulm - Antwerpen**

Mögliche Transportmenge		8 PKW
Auslastung		100%
Beförderte Menge		8 PKW
Gewicht		10 t
Entfernung		500 km
Geschwindigkeit in km/h		50,06 km/h
Effektive Fahrzeit		10,0 h
Fahrzeit mit Ruhezeit		21,0 h
Leerfahrtzuschlag		0%
Leerfahrt in h		0,0 h
Leerfahrtzeit mit Ruhezeit		0,0 h
Leerfahrt in km		0 km
Umschlagzeit		1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf		24,0 h
Gesamtdistanz		500 km
Kosten pro km		1,40 €/km
Gesamtkosten		700 €
Kosten pro PKW		88 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer		0,1750 €/km

Tabelle 18: Direkt LKW Transport Neckarsulm – ARA Häfen (eigene Berechnung)

Vorlauf Audi Neckarsulm - Mannheim

Mögliche Transportmenge	8 PKW
Auslastung	100%
Beförderte Menge	8 PKW
Gewicht	10 t

Entfernung	82 km
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h
Effektive Fahrzeit	1,6 h
Fahrzeit mit Ruhezeit	1,6 h
Leerfahrtzuschlag	0%
Leerfahrt in h	0,00 h
Leerfahrtzeit mit Ruhezeit	0,0 h
Leerfahrt in km	0 km
Umschlagzeit	1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf	4,6 h
Gesamtdistanz	82 km
Kosten pro km	1,8 €/km

Gesamtkosten	148 €
Kosten pro PKW	18 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,2250 €/km

Tabelle 19: Vorlauf LKW Transport Neckarsulm – Mannheim (eigene Berechnung)**Schifftransport Audi Mannheim - Antwerpen**

Maximale mögliche Menge	500 PKW
Auslastung	100%
PKW Menge	500 PKW
Gewicht in Tonnen	625 t

Entfernung	575 km
kalkulierte Fahrzeit	1,8 d
Leerfahrtzuschlag	25% 0,45 d
kalkulierte Hafenzzeit	0,2 d
Geschwindigkeit in km/h	13,3 km/h
Geschwindigkeit in Knoten	7 kt
kostenwirksamer Zeitbedarf	2,4 d
Tageskostensatz	1.300 €

Bereithaltungskosten	3.120 €
-----------------------------	----------------

Treibstoffkosten pro km	8,5 €/km
Gesamte Treibstoffkosten	6.109 €
Fortbewegungskosten	6.109 €

Transportkosten	9.229 €
Transportkosten pro TEU	15 €
Umschlagskosten pro PKW pro Hafen	12 €/PKW
Umschlagskosten gesamt	12.000 €

Gesamtkosten für eine Strecke	21.229 €
Kosten pro PKW	42 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,0738 €/PKW/km

Tabelle 20: Schifftransport Mannheim - Antwerpen, 100% Leerfahrtanteil (eigene Berechnung)

7.1.3 Route 3: Csepel - ARA Häfen

LKW Transport Slowakei - ARA Häfen

Mögliche Transportmenge	8 PKW
Auslastung	100%
Beförderte Menge	8 PKW
Gewicht	10 t
Entfernung	1.411 km
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h
Effektive Fahrzeit	28,2 h
Fahrzeit mit Ruhezeit	39,2 h
Leerfahrtzuschlag	0%
Leerfahrt in h	0,0 h
Leerfahrtzeit mit Ruhezeit	0,0 h
Leerfahrt in km	- km
Umschlagzeit	1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf	42,2 h
Gesamtdistanz	1.411 km
Kosten pro km	1,40 €/km

Gesamtkosten	1.975 €
Kosten pro PKW	247 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,1750 €/km

Tabelle 21: Direkt LKW Kosten Csepel - ARA Häfen (eigene Berechnung)

Vorlauf Slowakei / Tschechien - Csepel

Mögliche Transportmenge	8 PKW
Auslastung	100%
Beförderte Menge	8 PKW
Gewicht	10 t
Entfernung	120 km
Geschwindigkeit in km/h	50,06 km/h
Effektive Fahrzeit	2,4 h
Fahrzeit mit Ruhezeit	2,4 h
Leerfahrtzuschlag	0%
Leerfahrt in h	0,0 h
Leerfahrtzeit mit Ruhezeit	0,0 h
Leerfahrt in km	- km
Umschlagzeit	1,5 h
Kostenwirksamer Zeitbedarf	5,4 h
Gesamtdistanz	120 km
Kosten pro km	1,8 €/km

Gesamtkosten	216 €
Kosten pro PKW	27 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,2250 €/km

Tabelle 22: Vorlauf LKW Transport Werke – Csepel (eigene Berechnung)

Schiffstransport Csepel - ARA Häfen

Maximale mögliche Menge	250 PKW	250 PKW
Auslastung	100%	100%
Beförderte PKW Menge	250 PKW	250 PKW
Gewicht in Tonnen	312,5 t	312,5 t
Entfernung	1800 km	1800 km
kalkulierte Fahrzeit	15 d	15 d
Leerfahrtzuschlag	100%	30%
kalkulierte Hafenzeit	0,2 d	0,2 d
Geschwindigkeit in km/h	5,0 km/h	5,0 km/h
Geschwindigkeit in Knoten	3 kt	3 kt
kostenwirksamer Zeitbedarf	30,2 d	19,7 d
Tageskostensatz	700 €	700 €
Bereithaltungskosten	21.140 €	13.790 €
Treibstoffkosten pro km	5 €/km	5 €/km
Gesamte Treibstoffkosten	18.000 €	11.700 €
Fortbewegungskosten	18.000 €	11.700 €
Transportkosten Rundlauf	39.140 €	25.490 €
Transportkosten pro TEU	125 €/TEU	82 €/TEU
Abgaben Main-Donau Kanal	813 €	813 €
Umschlagskosten pro PKW pro Hafen	12 €/PKW	12 €/PKW
Umschlagskosten gesamt	6.000	6.000
Gesamtkosten pro Umlauf	45.953 €	32.303 €
Kosten pro PKW	184 €/PKW	129 €/PKW
Kosten pro PKW und Kilometer	0,1021 €/PKW/km	0,0718 €/PKW/km

Tabelle 23: Schiffstransport Csepel - ARA Häfen links mit 100% und rechts mit 30% Leerfahrtanteil (eigene Berechnung)

7.2 Gesprächsleitfaden

Fragen Expertengespräche:

1. Wie sieht die derzeitige Distribution von Automobilen aus?
 - a. Welche Parteien sind beteiligt?
 - b. PKW-Güterströme in Europa?
 - c. Dauer?
 - d. Track & Trace?
 - e. LKW-Transportkosten?
 - f. Bahn-Transportkosten?
 - g. Umschlagkosten?
 - h. Lagerkosten?
 - i. Transportschäden?
2. Was fordern die Automobilhersteller? Welche Interaktion mit den Logistikern?
 - a. Wie stark ist die Zusammenarbeit mit Logistikkonzernen? Sind sie vor Ort im Werk?
 - b. Mit welchen Maßnahmen können Automobilkonzerne zu einem Transport auf einer Wasserstraße überzeugt werden?
3. Wie sieht der grundsätzliche Ablauf der RoRo-Schifffahrt aus?
 - a. Welche Partner sind beteiligt?
Reedereien/Partikuläre/Logistikdienstleister?

- b. Wie funktioniert der Vor- und Nachlauf für PKW? Welche Kapazität haben diese LKW? Wie viel kostet hier ein Transport? Verglichen mit dem Direkttransport?
 - c. Konkurrenz zu Bahn und LKW? Wie viel kosten die Transporte pro PKW?
 - d. Welche Schiffe werden verwendet? Motorgüterschiffe? Kosten?
 - e. Ersparnis Transportschäden Binnenschiff?
 - f. Lagerkosten pro Tag/Monat?
4. Wer führt schon RoRo-Dienst durch?
 - a. Welche Strecken?
 - b. Welche Parteien?
 - c. Wie lange dauert der Umschlag auf Hafenseite?
 - d. Wie groß ist die Auslastung auf diesen Strecken?
 - e. Welche Defizite und Behinderungen be- und entstehen auf Wasserstraßen in Form von Hafenskapazitäten, Wasserständen und Durchfahrtshöhen und wie wird damit aktuell umgegangen?
 - f. Wie wird eine Leerfahrt auf der Rückreise vermieden, welches Ladegut könnte hier transportiert werden?
5. Auf welchen Strecken in Europa sehen Sie ein mögliches Potential für einen RoRo-Liniendienst für die Fertigfahrzeugdistribution?
 - a. Wo sind die größten Automobilströme in Europa von den Werken zu den Absatzmärkten gebündelt möglich?
 - b. Schwachstellen des Liniendienstes?
 - c. Was macht man mit der Leerfahrt zurück in der Praxis?
 - d. Ab welcher Auslastung, glauben Sie, lässt sich ein profitabler Liniendienst durchführen?
 - e. Gibt es dafür Nachfrage seitens der Automobilhersteller?
 - f. Wie löst man das Problem mit der Rückfahrt? Kann man auf ein RoRo-Schiff auf der Rückfahrt auch andere Güter laden?
6. Könnten Sie einen ungefähren Überblick über die Kosten geben, die bei einem Liniendienst auftreten?
 - a. Wie hoch sind die ungefähren Bereithaltungskosten für ein typisches RoRo-Schiff?
 - b. Wie hoch sind die ungefähren Fortbewegungskosten für ein typisches RoRo-Schiff?
 - c. Ladekosten, Umschlagkosten, Lagerkosten?
 - d. Wie würde ein konkretes Angebot eines Logistikdienstleisters für eine solche Strecke aussehen? Wie viel kostet ein Transport für einen PKW auf einem RoRo-Schiff für den Kunden? Oder wird ein pauschaler Preis ausgehandelt?
 - e. Break-Even-Distanz?
 - f. Welche Hafenumschlaggebühren fallen bei einem RoRo-Transport an?
7. Wie sieht die Struktur zwischen Spediteuren/Partikulären aus? Liniendienst möglich? Über Unternehmensgrenzen hinweg?
8. Wie sind die Einschränkungen auf der Donau für RoRo-Schiffe? Wie oft kann nicht gefahren werden? Im Bezug auf RoRo:
 - a. Fahrtiefe
 - b. Brücken
9. Welche Strecken sind möglich?
 - a. Bratislava nach Norddeutschland

- b. Bratislava nach Constantia
 - c. Rhein
 - d. Elbe
10. Wie lange sind die Fahrzeiten auf der Strecke?
- a. Stromaufwärts
 - b. Stromabwärts
 - c. Schleusen
11. Zukunft der Automobillogistik und RoRo-Schifffahrt
- a. Ideen für Optimierungsmöglichkeiten in der Outbound-Logistik
 - b. Neue Schiffe
 - c. Ausbau von Bottlenecks?
12. Welche Experten könnte ich zu diesem Thema noch kontaktieren?

8 Literaturverzeichnis

AG Logistik und Verkehr in der Ges. für Operations Research: Workshop zur Planung von Distributionsnetzwerken für Neufahrzeuge, http://elib.suub.uni-bremen.de/publications/ELibD1092_wob.pdf, zuletzt besucht 24.09.2014, Universität Bremen, 2003

AML Insight, Herausgegeben von AML Verein Automobillogistik im DSLV e.V., http://www.automobillogistik-spediteure.de/downloads/aml_insight_2014_02.pdf, zuletzt besucht 24.10.2014, Bonn, 2014

Amlacher, Christoph: Manual on Danube navigation, Via donau, Wien, 2007

Atteslander, Peter: Methoden der empirischen Sozialforschung, 12. Auflage, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 2008

Bensel, Norbert: Multimodale Transport- und Logistikketten unter besonderer Berücksichtigung der Schiene, in: Baumgarten, Helmut (Hrsg.): Das Beste der Logistik. Innovationen, Strategien, Umsetzungen, S. 221-226, Springer, Berlin, 2008

Binder, Alexander Johann: Das Transportsystem Binnenschifffahrt – eine ökonomische und ökologische Alternative zu den Landverkehrsträgern Straße und Schiene?, Diplomarbeit WU Wien, 2008

BLG Logistics, Kelheim, <http://www.blg.de/index.php?id=117>, zuletzt besucht 24.09.2014

BLG: Finished Vehicle Logistics, The Pan-European Network, http://www.blg.de/nc/en/blg-logistics/service/downloadbereich/?download=BLG_FVL_2013.pdf&did=7, zuletzt besucht 24.10.2014, 2013

Brinkmann, Birgit: Seehäfen Planung und Entwurf. Springer-Verlag, Heidelberg, 2005

Buck Consultants International u.a.: Prospects of Inland Navigation within the Enlarged Europe, 2004, Part B, http://ec.europa.eu/transport/modes/inland/studies/doc/2004_pine_report_summary_en.pdf, zuletzt besucht 26.7.2014

Bühler Georg: Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr – Eine Analyse der ordnungs- und preispolitischen Maßnahmen, Physica Verlag, Heidelberg, 2005

COLD - Container Liniendienst Donau: Eine Einschätzung der Chancen und Risiken von Containertransporten auf der Donau zwischen Österreich und dem Schwarzen Meer, via donau, Wien, 2006

Dangl, Paul: Identifikation möglicher Bottlenecks in einem intermodalen Logistiknetzwerk; Schwerpunkt: Binnenschifffahrt im Donaauraum, Diplomarbeit TU Wien, 2014

Deutsch, Andreas: Verlagerungseffekte im containerbasierten Hinterlandverkehr – Analyse, Bewertung, Strategieentwicklung, University of Bamberg Press, Bamberg, 2013

Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): DIN 30 781 Teil 1, Transportkette, Grundbegriffe, Mai 1989

Dias, Quaresma; Calado, J.M.F; Mendonca, M.C.: The role of European „ro-ro“ port terminals in the automotive supply chain management, Journal of Transport Geography, 2010

DST-Bericht: Endbericht über die Durchführung einer Marktanalyse Seehafenhinterlandverkehre entlang der Achse „Main / Main-Donau-Kanal / Donau. http://www.binnenhafen.info/download/Endbericht_1869_Juli_2007.pdf, zuletzt besucht 26.7.2014, 2007

Duisburger Hafen: Magazin, http://www.duisport.de/wp-content/uploads/2010/09/2009_2_duisport_magazin_de.pdf, zuletzt besucht 24.10.2014, 2009

Eberdorfer, Michael; Wolfinger, Lukas: Risikomanagement und Supply Chain Event Management in multimodalen Transportlieferketten unter Einbeziehung der Binnenschifffahrt - eine Darstellung mit Fallstudien, Diplomarbeit WU Wien, 2010

ECMT/EC: Terminologie des intermodalen Verkehrs; <http://www.oecd.org/sti/transport/roadtransportresearch/1941816.pdf>, zuletzt besucht 27.10.2014, New York, 2001

Ettel, Elisabeth: Die Nachhaltigkeit der Binnenschifffahrt: ein Vergleich der Verkehrsträger Binnenschifffahrt, Schienen- und Straßenverkehr mittels externer Kosten, Diplomarbeit WU Wien, 2009

Europäisches Entwicklungszentrum für Binnen- und Küstenschifffahrt: Entwicklung eines technisch- wirtschaftlichen Konzeptes für den dreilagigen Containertransport mit dem Binnenschiff zwischen Koblenz und Regensburg, http://www.binnenhafen.info/download/akt_5026_3kurz.pdf, zuletzt besucht 26.7.2014, 2003

Expertengespräch BLG Car Shipping Donau, Rodloff, Andrea; Feldmann, Susanne, 16.10.2014

Expertengespräch BLG Car Shipping Rhein, Bernards, Hermann, 28.10.2014

Expertengespräch BMW, Saletu, Markus, 15.10.2014

Expertengespräch Ford, Kamel, Ragah, 20.10.2014

Expertengespräch Hafen Wien, Schütz, Helmut, 8.10.2014

Expertengespräch Lagermax, Deisenhammer, Dorian, 15.10.2014

Expertengespräch Ludwig, Christoper, Finished Vehicle Logistics Magazine, 22.10.2014

Expertengespräch Suzuki International, Rittner, Michael, 13.11.2014

Expertengespräch via donau, Hartl, Simon; Meinl, Ulf, 3.10.2014

Expertengespräch Willi Betz, Stoyanov, Boyan, 8.10.2014

Finished Vehicle Magazine, a magazine from Automotive Logistics, Ultimate Media Ltd, London, <http://www.automotivelogisticsmagazine.com/magazines/finished-vehicle-logistics>, zuletzt besucht 26.11.2014, 2011 - 2014

Ford: Ford in Deutschland – Innovationen für die Umwelt.

<http://www.ford.de/UeberFord/FordinDeutschland/InnovationenfuerdieUmwelt>, zuletzt besucht 24.09.2014

Ford: Fordreport Zeitschrift für die Mitarbeiter der Ford-Werke GmbH Oktober 2011

http://www.at.ford.com/news/Publications/Publications/2009_FOE/118/@Ford118%20-%20October%202011%20-%20Fordreport.pdf, zuletzt besucht 24.09.2014

Fraunhofer: Wirtschaftliche Rahmenbedingungen des Güterverkehrs – Studie zum Vergleich der Verkehrsträger im Rahmen des Logistikprozesses in Deutschland, Nürnberg, 2008

Gleißner, Harald; Femerling, Christian: Logistik Grundlagen – Übungen – Fallbeispiele, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2008

Grieneisen, Eva; Ansgar, Hermes: Instrument zur komparativen Prozessanalyse und –bewertung für die Distributionslogistik am Beispiel der Volkswagen AG in: Göpfert, Ingrid; Braun, David; Schulz, Matthias: Automobillogistik, Stand und Zukunftstrends, 2.Auflage, Springer Gabler, Wiesbaden, 2013

Gudehus, Timm: Logistik – Grundlagen Strategien Anwendungen, 3. Auflage, Springer, Berlin, 2005

Haropa Ports: Ro-Ro Logistics Haropa Solutions with the Le Havre Ro-Ro terminal, http://www.terminal-ro-ro-lehavre.fr/sites/default/files/brochures/brochure_ro-ro_uk.pdf, zuletzt besucht 24.11.2014, 2012

Herry, Max, Transportpreise und Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger im Güterverkehr, Arbeiterkammer Wien, Wien, 2001

Hödlmayr Johannes: Interview in Verkehr.

<http://www.hoedlmayr.at/DE/unternehmen/presse/pressespiegel/343.html>, zuletzt besucht 24.09.2014, Ausgabe 25, 2014

Hoepke Erich: Der LKW im europäischen Straßengüter- und kombinierten Verkehr – Verkehrspolitische, technische, logistische, kalkulatorische und ökologische Aspekte, Expert Verlag, Renningen-Malmsheim, 1997

Holweg, Matthias; Miemczyk, Joe: Delivering the '3-day car'—the strategic implications for automotive logistics operations, *Journal of Purchasing & Supply Management* 9, S. 63–71, 2003

HTC, Hanseatic Transport Consultancy: Transportpotenzial nach Ausbau des Elbe-Seitenkanals (ESK), Studie der Industrie- und Handelskammer Lüneburg-Wolfsburg, http://www.ihk-lueneburg.de/linkableblob/lgihk24/standortpolitik/infrastruktur/downloads/2535144/.7./data/Gutachten_Ausbau_ESK-data.pdf, zuletzt besucht 24.10.2014, Hamburg, 2013

IHS: Forecast assessment of future automotive vehicle production and sales 2009-2020, 2014

Kim, N.S.; Van Wee, B.: The relative importance of factors that influence the break-even distance of intermodal freight transport systems, in: *Journal of Transport Geography*, 19, S.859-875, 2011

Klug, Florian: Logistikmanagement in der Automobilindustrie, Grundlagen der Logistik im Automobilbau, Springer Verlag Heidelberg, 2010

Kovacevic, Dragan: Lösungsvorschläge zur Verbesserung des Modal-Split Anteils der Donau-Binnenschifffahrt an intermodalen Transportketten : eine Analyse von verfassten Projekten und Studien im Rahmen des Vierten und Fünften Rahmenprogramms für Forschung und technologische Entwicklung der Europäischen Kommission, Diplomarbeit WU Wien, 2005

Kummer, Sebastian: Einführung in die Verkehrswirtschaft, Facultas, Wien 2006

Logistik Express: Wasserstraßen für Neuwagen, 3. Jänner 2013, Fachmedium für Logistik, <http://www.logistik-express.com/wasserstrassen-fuer-neuwagen/>, zuletzt besucht 25.10.2014

Ludwig, Christopher: Get ready for risk if you want new routes, <http://www.automotivelogisticsmagazine.com/news/get-ready-for-risk-if-you-want-new-routes-2>, in: *Automotive Logistics*, zuletzt besucht 25.11.2014, 2010

- Macharis, C.; Bontekoning, Y.M.: Opportunities for OR in intermodal freight transport research: A review, in: European Journal of Operational Research, 153, S.400-416, 2004
- Mierka, Felix: Systemvergleich von intermodalen Verkehren - Fokus Binnenschiff, Diplomarbeit WU Wien, 2009
- Muschket, Uwe: Binnenschiffgüterverkehr in Clausen, Uwe; Geiger, Christiane: Verkehrs- und Transportlogistik, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2013
- Palm, Daniel: Entwicklung eines Vorgehensmodells für die logistische Versorgungsplanung in der Automobilindustrie unter Berücksichtigung planungsauslösender Veränderungen, Dissertation TU Wien, 2012
- PINE: Prospects for Inland Navigation within the Enlarged Europe Full Final Report, 2007
- Plätzer, Egon: Linienverkehrsmodell zur Beseitigung von Schwachstellen in der Transportorganisation auf der Wasserstraße Donau, Dissertation WU Wien, 2007
- Ploberger, Johanna: Erfolgsfaktoren der Binnengüterschifffahrt: Analyse europäischer Fallbeispiele - Identifikation der Erfolgsfaktoren - Untersuchung ihrer Übertragbarkeit auf die österreichische Binnengüterschifffahrt, Diplomarbeit WU Wien, 2009
- Ritschl, Georg: Potentialanalyse von Unternehmen im Einzugsgebiet der österreichischen Donau für die Inanspruchnahme von Containerliniendiensten in der Distributionslogistik - Diplomarbeit TU Wien, 2012
- Sandberg Hanssen, T.-E.; Mathisen, T.A.; Jorgensen, F.: Generalized transport costs in intermodal freight transport, in: Procedia – Social and Behavioral Sciences 54 S.189-200, 2012
- Schwarz, F.: Intermodal freight network modeling, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy S.206-224, Edward Elgar Publishing, 2008
- Schweighofer Juha: The impact of extreme weather and climate change on inland waterway transport, via donau, Wien, 2013
- Sihn, Wilfried; Riester, Martin; Florian, Markus: Trans Austria – Nachhaltige Logistik durch europaweite Kooperationen, Magdeburg, 2012
- Standard & Poors: Einblicke in den deutschen Mittelstand, Standard & Poor's Ratings Services, McGraw Financial,

http://www.standardandpoors.com/spf/upload/Events_EMEA/Standard_n_Poors_German_Corporates_12.pdf, zuletzt besucht 24.10.2014, 2013

Stone, B.: Critical success factors: interconnectivity and interoperability, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy S.225-251, Edward Elgar Publishing, 2008

Thaler, Carina: Verkehrspolitik in Clausen, Uwe; Geiger, Christiane: Verkehrs- und Transportlogistik, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2013

Thiele, Patrick: Verkehrsverlagerung - der große Trugschluss, Deutscher Industrie- und Handelskammertag (DIHK), Berlin, 2001

TU Delft: Designing a Competitive RoRo River-Sea Transport Service, TIL 5050 – Interdisciplinary project – final report, <http://tilip-rst.wikispaces.com/file/view/Green+light+report+v2.0.pdf>, zuletzt besucht 24.10.2014, 2010

Umweltbundesamt: Strategie für einen nachhaltigen Güterverkehr, http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3854, zuletzt besucht 24.10.2014, 2009

Uniconsult Universal Transport Consulting GmbH: Konzeptstudie zur Verkehrsverlagerung vom LKW auf Binnenschiffe und zur Stärkung der Hinterlandverkehre, Hamburg, 2009

Verkehr – Internationale Wochenzeitung für Transport, Logistik, Wirtschaft, http://www.verkehr.co.at/fileadmin/user_upload/Archiv/Verkehr_2011_09.pdf, zuletzt besucht 24.09.2014

via donau: Handbuch der Donauschifffahrt, Via donau - Österreichische Wasserstraßen-GmbH, Wien, 2005

via donau: Handbuch der Donauschifffahrt, Via donau - Österreichische Wasserstraßen-GmbH, Wien, 2013

via donau: Jahresbericht Donauschifffahrt in Österreich 2013, Via donau - Österreichische Wasserstraßen-Ges.mmbH, Wien, 2014

Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost (Hrsg.) und Planco Consulting GmbH: Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße – Schlussbericht, http://www.wsd-ost.wsv.de/service/Downloads/Verkehrstraegervergleich_Kurzfassung.pdf, zuletzt besucht 27.11.2014, 2007

Werthmann, Dirk; Ruthenbeck, Carmen; Scholz-Reiter, Bernd: BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, 2012

Woxenius, J.; Barthel, F.: Intermodal road-rail transport in the European Union, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy S.13-33, Edward Elgar Publishing, 2008

WSV, Wasser- und Schifffahrtsverwaltung,
<http://www.wsv.de/Schifffahrt/abgaben/infoberechnung.html>, zuletzt besucht
27.11.2014

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit (eigene Darstellung)	7
Abbildung 2: Prozesskettenmodell der nationalen Fahrzeugdistribution (aus Grieneisen 2013, S.354).....	9
Abbildung 3: Logistiknetzwerk eines Automobilwerkes (aus Gudehus 2005, S.39)..	10
Abbildung 4: Kostenaufteilung Wertschöpfung Automobil (aus Holweg 2003, S.68)	11
Abbildung 5: Trennung interne und externe Vergabe (aus Ritschl 2012, S.14)	13
Abbildung 6: Eingliedriger Transport mit dem LKW (aus Klug 2012 S.429).....	14
Abbildung 7: Eingliedriger Transport mit dem Binnenschiff (aus Muschkiet 2013, S.193).....	14
Abbildung 8: Mehrgliedriger Transport (aus Klug 2012 S.429)	14
Abbildung 9: Multimodale Transportketten (aus Klug 2012 S.429)	15
Abbildung 10: Gebrochener Verkehr mit dem Binnenschiff (aus Muschkiet 2013, S.193).....	15
Abbildung 11: Dezentrales und zentrales Transportnetz (aus Gudehus 2005, S.956f)	16
Abbildung 12: Aufteilung von Europa nach dem Stern- und Kreisverfahren in Servicegebiete zur Distribution von Fertigwaren aus Deutschland (aus Gudehus 2005, S.964).....	17
Abbildung 13: Distributionsketten in der Automobilindustrie (aus Hoepke 1997, S. 209)	18
Abbildung 14: Direkte Lieferung (eigene Darstellung).....	19
Abbildung 15: Regionale Distribution (eigene Darstellung)	19
Abbildung 16: Speichenarchitektur (eigene Darstellung)	20
Abbildung 17: Doppelstöckiger offener LKW-Autotransporter (aus BLG 2014)	21
Abbildung 18: Outbound Logistics mit LKW (aus Holweg 2003, S.66).....	22
Abbildung 19: Autotransport auf dem Rhein (aus Klug 2010 S. 439).....	23
Abbildung 20: Schnitt durch RoRo-Binnenschiff (aus via donau 2005, S.A45).....	24
Abbildung 21: Outbound Logistics mit Schiff (aus Holweg 2003, S.67)	25
Abbildung 22: PKW-Verladung in geschlossene und Transport in offenen Doppelstockwaggons (aus Klug 2010 S.436 und BLG Logistik)	27
Abbildung 23: Teilweiser und "full body" Transportschutz (aus Finished Vehicle Magazin 2/2012, S.56)	27
Abbildung 24: Magnetischer Türschutz (aus Finished Vehicle Logistics Magazine 2/2012, S.58).....	29
Abbildung 25: Kostenfunktionen für multimodalen und reinen Straßenverkehr (aus Kim 2011, S.861 und Dangl 2014, S.10).....	29
Abbildung 26: Transport - Zeitvergleich der Verkehrsträger (aus PINE 2004, S.47). 30	
Abbildung 27: Einflussfaktoren der Verkehrsmittelwahl (aus Bühler 2005, S.59)	31

Abbildung 28: Das System der Binnenschifffahrt (aus via donau 2005, S.A1).....	32
Abbildung 29: Vor- und Nachteile des Verkehrsträgers Binnenschiff im Gütertransport (aus Fraunhofer 2008, S.56)	33
Abbildung 30: Bandbreiten und Mittelwerte der Summe externer Kosten – Lärm, Unfälle, Klimagase, Luftschadstoffe – auf ausgewählten Massengütern (aus Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost, Planco Consulting 2007, S.25).....	34
Abbildung 31: Bandbreiten und Mittelwerte des Primärenergieverbrauchs auf ausgewählten Transportrelationen (aus Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost, Planco Consulting 2007, S.14)	35
Abbildung 32: Wasserstraßenkorridore Europas (aus Schweighofer 2010).....	39
Abbildung 33: Rheinkorridor (aus via donau 2005)	40
Abbildung 34: Der Donaukorridor vom Rhein bis zum Schwarzen Meer (aus via donau 2005)	41
Abbildung 35: West-Ost-Verkehr (aus via donau 2005)	42
Abbildung 36: Mittellandkanal (MLK) (aus HTC 2013, S.7).....	43
Abbildung 37: Nord-Süd-Korridor (aus via donau 2005)	44
Abbildung 38: BLG Standorte in Europa (aus BLG 2013, S.3).....	45
Abbildung 39: Beispiel eines Umschlagplatzes mit Schiff, Bahn und LKW-Anbindung in Bremerhaven (vgl. BLG Logistics)	50
Abbildung 40: RoRo-Binnenschiff Barco auf dem Rhein im Einsatz für Ford (aus Ford 2011)	56
Abbildung 41: BLG RoRo-Liniendienst von Budapest nach Kelheim und die auf dieser Strecke eingesetzte „MS Heilbronn“ (aus BLG 2013, S.17)	58
Abbildung 42: Seehafenumschlag in PKW pro Jahr (aus Dias Quaresma 2010, S.120).....	62
Abbildung 43: Auswahl von Short-Sea-Shipping Routen in Europa (aus Finished Vehicle Logistics Magazine 4/2011, S.59).....	62
Abbildung 44: Überblick über die Kosten eines Binnenschifftransportes (aus via donau 2013, S.162).....	64
Abbildung 45: Kosten pro LKW für den Automobilhersteller abhängig von der Distanz (eigene Darstellung)	71
Abbildung 46: Zusammensetzung der monatlichen Betriebskosten für ein Container - GMS auf der Relation Hamburg – Magdeburg (aus Uniconsult 2009, S.53.....	73
Abbildung 47: LKW und multimodaler Transport Kostenvergleich für 250 Fahrzeuge (eigene Darstellung)	76
Abbildung 48: LKW und Multimodaler Transport Kostenvergleich für 500 Fahrzeuge (eigene Darstellung)	77
Abbildung 49: Preisvergleich Suzuki Donau-Transport (eigene Darstellung).....	79
Abbildung 50: Preisvergleich Ford Rhein Transport (eigene Darstellung)	81
Abbildung 51: Strecke Westrampe – Hamburg (eigene Darstellung).....	83

Abbildung 52: Kostenvergleich Transport Westrampe – Hamburg (eigene Darstellung)	84
Abbildung 53: Route Neckarsulm – ARA-Häfen (eigene Darstellung)	86
Abbildung 54: Kostenvergleich Transport Neckarsulm – ARA-Häfen (eigene Darstellung)	87
Abbildung 55: Strecke Csepel – ARA-Häfen (eigene Darstellung).....	88
Abbildung 56: Kostenvergleich Transport Csepel - ARA Häfen (eigene Darstellung)	89
Abbildung 57: Mögliche Rheinrouten flussab und -aufwärts (eigene Darstellung) .	100
Abbildung 58: Mögliche Donauroute flussaufwärts, Retourfahrt leer (eigene Darstellung)	100
Abbildung 59: Mögliche Mittelkanalrouten (eigene Darstellung)	100

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Experteninterviews (eigene Darstellung).....	53
Tabelle 2: Bereithaltungskosten (aus via donau 2005, D 13).....	65
Tabelle 3: Kalkulationsschema (aus via donau 2005, S.D17).....	66
Tabelle 4: LKW-Kosten aus Erhebung und Berechnung (aus Bühler 2005, S.169)..	68
Tabelle 5: Beispielkalkulation der LKW-Preise im Langstreckenverkehr (eigene Darstellung)	69
Tabelle 6: Kilometerabhängige Vor- und Nachlaufkosten in Abhängigkeit der Vor- und Nachlaufentfernung (aus Bühler 2005, S. 171)	70
Tabelle 7: LKW Berechnung Feinverteilung (eigene Darstellung).....	70
Tabelle 8: Bereithaltungs- und Fortbewegungskosten verschiedener Schiffstypen (aus DST 2007, S. 31).....	73
Tabelle 9: Bereithaltungskosten für 14 und 24 Stunden Betrieb (aus via donau 2005, S. D13)	74
Tabelle 10: Modellkostenannahmen für die Streckenberechnung (eigene Darstellung)	75
Tabelle 11: Multimodaler Transport Suzuki Donau (eigene Berechnung).....	78
Tabelle 12: LKW-Transport Esztergom – Kelheim (eigene Berechnung).....	78
Tabelle 13: Beispielrechnung Ford Rhein-Transport (eigene Berechnung)	80
Tabelle 14: LKW Transport Ford Köln – Antwerpen (eigene Berechnung)	81
Tabelle 15: Kostenvergleich multimodale Transporte (aus TU Delft 2010, S.49).....	90
Tabelle 16: Direkt LKW Westrampe - Hamburg (eigene Berechnung).....	105
Tabelle 17: Kosten Schiffstransport Westrampe–Hamburg (eigene Berechnung)..	106
Tabelle 18: Direkt LKW Transport Neckarsulm – ARA Häfen (eigene Berechnung)	106
Tabelle 19: Vorlauf LKW Transport Neckarsulm – Mannheim (eigene Berechnung)	107
Tabelle 20: Schiffstransport Mannheim - Antwerpen, 100% Leerfahrtanteil (eigene Berechnung)	107
Tabelle 21: Direkt LKW Kosten Csepel - ARA Häfen (eigene Berechnung)	108
Tabelle 22: Vorlauf LKW Transport Werke – Csepel (eigene Berechnung)	108
Tabelle 23: Schiffstransport Csepel - ARA Häfen links mit 100% und rechts mit 30% Leerfahrtanteil (eigene Berechnung)	109

11 Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d	Tag
d.h.	das heißt
etc.	et cetera
EUR	Euro
h	Stunde
ISO	International Organization for Standardization
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
kt	Knoten
l	Liter
LKW	Lastkraftwagen
max.	maximal
PDI	Pre-Delivery Inspection
PKW	Personenkraftwagen
RoRo	Roll-on/Roll-off (siehe Begriffsdefinition)
t	Tonne
z.B.	zum Beispiel