



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN**

Vienna University of Technology

Diplomarbeit

Identifikation möglicher Bottlenecks in einem intermodalen Logistiknetzwerk

Schwerpunkt: Binnenschifftransport im Donauraum

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)

Univ. Ass. Dr. Sandra Stein

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

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Paul Dangl

0825167 . (066.482)

Colerusgasse 34/8/8A

1220 Wien

Wien, im Juni 2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Paul Dangl', is written over a horizontal line.

Paul Dangl



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 Juni 2014

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Paul Dangl', is written above a horizontal line.

Paul Dangl

Danksagung

Zuerst möchte ich mich ganz herzlich bei Frau Dr. Sandra Stein bedanken. Ihre sowohl kompetente als auch gewissenhafte Betreuung begleitete mich während des gesamten Diplomarbeitsprozesses. Darüber hinaus ermöglichte sie mir meine Arbeit im Zuge eines EU-Projekts und somit mit erheblichem Praxisbezug zu verfassen.

Ein großer Dank richtet sich auch an alle, die mich während meines Studiums begleitet haben. Dazu zählen sowohl meine Studienkollegen, aus denen einige Freunde wurden, als auch meine langjährigen Wegbegleiter abseits des akademischen Werdegangs.

An dieser Stelle möchte ich mich besonders bei meiner Familie für die emotionale und finanzielle Unterstützung bedanken. Sie waren immer für mich da und haben immer an mich geglaubt. Durch diesen familiären Rückhalt war es mir möglich, mich nach jedem Rückschlag wieder aufzurichten und die Herausforderung erneut in Angriff zu nehmen.

Der wohl größte Dank gebührt meiner Partnerin und mittlerweile Verlobten, Elisabeth. Mit ihrer lebensfrohen und ehrlichen Art half sie mir durch jedes Tief des Diplomarbeitsprozesses und des Studiums.

Kurzfassung

Obwohl der intermodale Transport durch politische Unterstützung auf nationaler und internationaler Ebene gefördert wird, findet dieser über die Binnenschifffahrt, trotz niedrigerer Kosten im Vergleich zu den Alternativen über entsprechende Distanzen, noch nicht ausreichend statt. Dies liegt an mehreren sehr unterschiedlichen Gründen (Infrastrukture restriktionen, nationale politische Regelungen, zu geringem Informationsaustausch aller Beteiligten und vielen anderen). Mehrere dieser Hindernisse lösen Engpässe aus.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Identifikation dieser Engpässe und deren Ursachen in einem intermodalen Logistiknetzwerk. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf den Donaauraum und die Wasserstraße Donau selbst gelegt, da die Untersuchung im Zuge des EU-Projekt „Development of a Next generation European Inland Waterway Ship and logistics system (NEWS)“ stattfand. Die Strecke Wien – Novi Sad wurde dabei detaillierter untersucht.

Es wurden Interviews mit Experten in drei verschiedenen Donauländern und aus verschiedenen Gruppen der Netzwerkakteure durchgeführt und festgestellt, dass es sowohl auf der Wasserstraße Donau als auch im Hinterland zu Engpässen kommt. Die Bottlenecks auf der Wasserstraße lassen sich in nautische und durch Systemelemente verursachte Engpässe unterscheiden. Über die Knoten des Netzwerks konnten keine allgemeinen Aussagen getroffen werden. Hierzu ist eine genaue Betrachtung der einzelnen Standorte notwendig. Diese wurde für den Hafen Wien durchgeführt und ein durch Platzmangel verursachter Engpass konnte festgestellt werden. Darüber hinaus können vor allem durch den vollständigen Einsatz des River Information Systems (RIS) die Transportzeiten und -kosten reduziert werden. Dieser findet im Moment aufgrund der fehlenden Bereitschaft zum kritischen Informationsaustausch der Betroffenen nicht statt. Weitere Engpässe werden durch die Nichtangehörigkeit Serbiens zur EU verursacht. So ist es nur bedingt möglich, einen einheitlichen rechtlichen Rahmen für den intermodalen Transport im Donaauraum zu gestalten und durchzusetzen.

Eine engere Kooperation der politischen Akteure über die Grenzen hinaus und die Einführung gezielter Anreizsysteme im privaten und öffentlichen Bereich auf allen Ebenen des Netzwerks sind notwendig, um die festgestellten Engpässe beseitigen zu können.

Abstract

Purpose Although there is a considerable effort from the EU and the National Member States to improve the intermodal transport, there is still a lack of use of the inland waterway transport. This is due to infrastructural restrictions, policy restrictions, the absence of critical information sharing, etc. Some of these barriers generate bottlenecks. The objective of this study is to identify these bottlenecks and their possible sources in the intermodal logistics network. The study was part of the EU-project „Development of a Next generation European Inland Waterway Ship and logistics system (NEWS) “. For this reason, the river Danube and its hinterland were the main items of the investigation. Furthermore, an in-depth analysis of the route between Vienna and Novi Sad was conducted.

Methods In this study, the strength of expert interviews is used to identify bottlenecks in an intermodal logistics network especially on the inland waterway transport. For this purpose, six interviews with experts in three different countries and from different groups of the network were conducted.

Results Bottlenecks were identified on the river Danube and its hinterland. On the waterway, the bottlenecks are caused by nautical circumstances and from locks and bridges. It was not possible to identify any general bottlenecks in the nodes of the network. To find the individual bottlenecks of the different ports in-depth studies for every one of them should be conducted similar to the detailed analysis of the route between Vienna and Novi Sad in this study. Apart from the infrastructural bottlenecks, delays in running-times are caused by the inefficient use of the river information system (RIS). Furthermore, there are problems caused because Serbia is not a member state of the EU. That is why there is no valid policy framework along the whole waterway. To solve the detected bottlenecks a stronger cooperation between political stakeholders beyond the national borders and the introduction of incentive systems in both the private and the public sector is needed.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Grundlagen- / Theorieteil	4
2.1	Intermodales Logistiknetzwerk	4
2.1.1	Begriffsabgrenzungen	4
2.1.2	Driver/Enabler	5
2.1.3	Aufbau	6
2.1.4	Stakeholder	8
2.1.5	Break-Even Distance	9
2.2	Bottlenecks	11
2.2.1	Bottlenecks der Verkehrsträger	12
2.2.2	Bottlenecks der Ladeeinheiten	17
2.2.3	Bottlenecks der Knoten	18
2.2.4	Bottlenecks durch Stakeholder	25
2.3	Rahmenbedingungen NEWS	27
2.3.1	Ausgangssituation im Donauraum	28
2.3.2	NEWS-Eckpunkte	29
3	Praktische Umsetzung	30
3.1	Experteninterview	30
3.2	Betrachtungseinheit	30
3.3	Experteninterview Leitfaden	31
3.4	Datenerhebung	37
3.5	Datenauswertung	38
4	Ergebnisse	40
4.1	Bottlenecks durch Verkehrsträger	40
4.1.1	Schiene	40
4.1.2	Straße	41
4.1.3	Wasserstraße	41
4.1.4	Bottlenecks der Verkehrsträger im Donauraum	42
4.2	Bottlenecks der Knoten	43
4.3	River Information System	44

4.4	Bottlenecks durch Stakeholder	45
4.5	Bottlenecks zwischen Wien und Novi Sad.....	46
4.6	Übersicht der identifizierten Bottlenecks.....	48
5	Diskussion.....	49
5.1	Ergebnisdarstellung und Konsequenzen	49
5.1.1	Verkehrsträger	50
5.1.2	Knoten	52
5.1.3	RIS.....	54
5.1.4	Stakeholder.....	55
5.1.5	Wien – Novi Sad	57
5.2	Kritik und Ausblick	57
6	Literaturverzeichnis	59
7	Abbildungsverzeichnis	63
8	Tabellenverzeichnis	64
9	Abkürzungsverzeichnis	65

1 Einleitung

Aufgrund des weltweiten starken Anstiegs des Containertransports über die letzten Jahrzehnte gewinnen intermodale Logistikketten und dadurch besonders die Schifffahrt als Verkehrsträger immer mehr an Bedeutung. Im Jahr 2010 wurden 6,5% der gesamten Gütertonnenkilometer in der Europäischen Union (EU) auf Wasserstraßen zurückgelegt.¹ Um diesem Wachstum gerecht zu werden, es zu fördern, und um gegenüber den anderen Alternativen konkurrenzfähiger zu werden, muss die europäische Binnenschifffahrt sich ständig weiterentwickeln. Vor allem die EU hat, durch die zahlreichen Vorteile der Schifffahrt, Interesse daran diese zu stärken. Dies findet durch Förderungen sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene statt.

Im Zuge des EU-Projekts „Development of a Next generation European Inland Waterway Ship and logistics system (NEWS)“ sollen in dieser Arbeit Bottlenecks einer intermodalen Logistikkette entlang der Wasserstraße Donau aufgezeigt werden. Besonderes Augenmerk wird sowohl auf die Umschlaginfrastruktur (Terminals und Häfen) als auch auf den Hauptlauf (Binnenschifffahrt) gelegt.

Als Betrachtungseinheit zur Erfassung der Standorte der diversen Bottlenecks und der Identifikation derer Ursachen wird ein Donauabschnitt (Wien – Novi Sad) herangezogen. Um die Engpässe auf dieser Transportstrecke zu erkennen und festzustellen, wo diese auftreten, wurden Expertenbefragungen mit öffentlichen und privaten Stakeholdern durchgeführt.

Bevor auf die Ergebnisse in Kapitel 4 näher eingegangen wird, gibt Kapitel 2 einen fundierten Einblick in das Thema der intermodalen Logistikkette, deren Bottlenecks und erläutert darüber hinaus die Ausgangssituation für die Binnenschifffahrt im Donauroaum sowie die Rahmenbedingungen für NEWS. In Kapitel 3 wird das praktische Vorgehen genau dargestellt. Abschließend dient Kapitel 5 der Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse.

¹ vgl. via donau, 2013, S.21.

2 Grundlagen- / Theorieteil

Der intermodale Verkehr im Donauraum weist eine Vielzahl von unterschiedlichen Rahmenbedingungen auf. Da die Donau von ihrem Ursprung im Schwarzwald bis zur Mündung ins Schwarze Meer durch zehn Länder fließt, müssen intermodale Akteure sowohl auf unterschiedliche nationale Begebenheiten (Maut, Zoll, Schienenspurweite, Stromversorgungssysteme, politische arbeitsrechtliche Vorgaben, u.a.) als auch übergeordnete internationale Regelungen (EU-Richtlinien) und auf die geographischen Modalitäten (unterschiedliche Gefälle der Donau, Berge, Schleusen, Brücken, u.a.) Rücksicht nehmen. Um in weiterer Folge auf diese gezielt eingehen zu können, beschäftigt sich der erste Teil dieses Kapitels mit den Grundlagen eines intermodalen Logistiknetzwerks. Anschließend wird auf die möglichen Bottlenecks innerhalb des Netzwerks eingegangen und dieses dazu genauer betrachtet. Den Abschluss dieses Kapitels stellt eine Betrachtung der Rahmenbedingungen des EU-Projekts NEWS dar.

2.1 Intermodales Logistiknetzwerk

Dieses erste Unterkapitel dient dazu, einen ersten Überblick zu der Thematik des intermodalen Logistiknetzwerks zu geben.

Bevor auf die Gründe des Erfolges bzw. des Bedarfs von intermodalen Logistiknetzwerken näher eingegangen wird, soll der erste Teil dieses Abschnitts dazu dienen, den Ausdruck „Intermodales Logistiknetzwerk“ abzugrenzen. Danach werden sowohl der grundsätzliche Aufbau als auch die Interessensvertreter des betrachteten Logistiksystems kurz beschrieben. Abschließend wird auf eine wichtige vergleichende Kenngröße eines intermodalen Transportweges eingegangen.

2.1.1 Begriffsabgrenzungen

Der Begriff „Intermodales Logistiknetzwerk“ setzt sich aus zwei Wörtern zusammen. Um diesen gerecht zu werden, ist es notwendig, beide für sich und anschließend den Begriff als Ganzes zu definieren und abzugrenzen.

Das Attribut „intermodal“ steht in diesem Zusammenhang für „Intermodalen Verkehr bzw. Transport“. Da intermodaler Verkehr ein weltweit aktuelles Thema ist, führten die Vereinten Nationen (UN) und die EU den Begriff bereits 2001 ein:

„Transport von Gütern in ein und derselben Ladeinheit oder demselben Straßenfahrzeug mit zwei oder mehreren Verkehrsträgern, wobei ein Wechsel der Ladeinheit, aber kein Umschlag der transportierten Güter selbst erfolgt.“²

Diese Definition zeigt eindeutig den Unterschied zum multimodalen Verkehr auf, da es bei diesem zu einem Umschlag der transportierten Güter kommt³. Ein weiterer, in diesem Kontext, häufig verwendeter Ausdruck ist der kombinierte Verkehr. Dieser ist eine Sonderart des intermodalen Transports und unterscheidet sich insofern, dass der Großteil der Strecke auf der Schiene oder zu Wasser zurückgelegt wird.⁴ Unter Ladeinheit werden im intermodalen Verkehr Container, Wechselbehälter und Sattelanhänger verstanden.⁵

Der zweite Begriff Logistiknetzwerk steht für ein Logistiksystem mit einer großflächigeren Ausdehnung und größeren Abständen zwischen den einzelnen Stationen.⁶ Es besteht aus Quellen, Zielen und Logistikeinrichtungen, diese Netzwerkteile werden unter dem Begriff Knoten (engl. Nodes) zusammengefasst.⁷ Ein Logistiknetzwerk wird durch die Anzahl, Standorte und Funktionen der Netzwerkteile definiert. Des Weiteren entstehen die Transportverbindungen (engl. Links) zwischen den einzelnen Knoten durch gezielte Planungsprozesse, welche sich durch zeitlich festgelegte Transportvereinbarungen äußern.⁸

Ein intermodales Logistiknetzwerk bezeichnet also ein weitgefächertes Netz verschiedener Ausgangspunkte, Terminals und Empfangsstationen, welches mittels Straßenverkehr, Schienenverkehr und Binnenschifffahrt verbunden ist. Das Ziel des intermodalen Transports ist, **die Vorteile der verschiedenen Verkehrsträger in einer Transportkette zu vereinen.**⁹ Die Struktur dieses Logistiksystems wird in einem späteren Abschnitt näher erklärt. Zuvor wird in Folge darauf eingegangen, warum diese Transportvariante immer mehr an Bedeutung gewinnt.

2.1.2 Driver/Enabler

Es existiert eine Vielzahl von Trends, die Einflüsse auf das Wachstum der intermodalen Logistiknetzwerke haben.

Die Nachfrage nach kombiniertem Transport wird vor allem durch die Globalisierung stark angetrieben. Durch verschiedene Handelsabkommen werden Rohstoffe und

² UN; ECE, 2001, S.17.

³ vgl. via donau, 2013, S.177.

⁴ vgl. UN/ECE, 2001, S.18.

⁵ vgl. UN/ECE, 2001, S.43.

⁶ vgl. Gudehus, 2010, S.16.

⁷ vgl. Sihm, 2010, 26f., (zit. nach: Rösler, 2003)

⁸ vgl. Liedtke; Friedrich, 2012, S.1337.

⁹ vgl. Skočibušić; Stupalo; Kireta, 2011, S.403.

Güter weltweit gehandelt, dies führt zu einem erhöhten Bedarf von Transporten im Allgemeinen.¹⁰

Darüber hinaus spielte die Einführung von standardisierten Ladeeinheiten, vor allem Containern, eine große Rolle für den starken Anstieg am intermodalen Transport. Durch die Robustheit und die hohe Stapelbarkeit dieser Ladeeinheit wird ein einfaches Handling ermöglicht. Container werden anhand einer Standardgröße, dem Twenty-foot equivalent units (TEU), gemessen. Dadurch wird eine Berechnung der Kapazitäten möglich.¹¹ Des Weiteren finden noch Forty-foot equivalent units (FEU), welche genau zwei TEU entsprechen, und „Hi-cube“ Container, diese sind einen Fuß höher als die TEU, vermehrt Einsatz in Europa.¹²

Sowohl die Globalisierung als auch die technische Innovation der Ladeeinheitenstandardisierung stellen weltweite Auslöser für intermodale Logistiknetzwerke dar. Doch auch Klimaziele und Umweltbewusstsein treiben den Einsatz von kombiniertem Verkehr an. In diesem Zusammenhang sind die externen Kosten das vorherrschende Schlagwort. Darunter werden alle Kosten verstanden, die durch Klimagase, Luftschadstoffe, Unfälle, Staus und Lärm entstehen.¹³ Tabelle 1 stellt eine Übersicht dieser Kosten bezogen auf Cent pro Tonnenkilometer der verschiedenen Verkehrsträger dar.

Verkehrsträger	Externe Kosten (Cent / Tonnenkilometer)
LKW (Lastkraftwagen)	2,01
Schienenfahrzeug	0,80
Binnenschiff	0,27

Tabelle 1: externe Kosten pro Verkehrsträger

In der Gegenüberstellung ist deutlich erkennbar, dass die externen Kosten der Binnenschiffe nur ca. ein Siebentel der LKWs bzw. ca. ein Drittel der Schienenfahrzeuge betragen. Hierin besteht einer der größten Vorteile der Wasserstraße gegenüber den anderen möglichen Verkehrsträgern.

Der Einsatz von intermodalem Transport, also die Kombination der verschiedenen Verkehrsmittel, stellt eine Möglichkeit zur Minimierung dieser externen Kosten und damit auch eine Option zur Reduzierung der Umweltbelastungen dar.

2.1.3 Aufbau

Die Herausforderung ein intermodales Logistiknetzwerk aufzubauen bzw. einzuplanen besteht darin, nicht den kürzesten oder schnellsten Pfad, sondern den

¹⁰ vgl. Netland; Spejelkavik, 2010, S.308.

¹¹ vgl. via donau, 2013, S.179f.

¹² vgl. Notteboom; Rodrigue, 2009, S.14.

¹³ vgl. Delft; Infrast; Fraunhofer ISI, 2011, S.20.

bzgl. der Kosten- und Dauerperspektive optimalsten Pfad zu finden. Dies führt dazu, dass nicht das einzelne Gut im Vordergrund steht. Gruppen von Waren befinden sich im Mittelpunkt des Interesses der Netzwerkplaner und bewirken, dass Güter auf ihrem Weg vom Hersteller zum Kunden nicht nur das Transportmittel, sondern häufig auch ihre Ladeeinheit wechseln.¹⁴

Um diesen optimalen Weg für Güterverbände bereitzustellen, bestehen intermodale Transportsysteme aus einem Vor- und Nachlauf (engl. Pre- and post-Haulage), einem Hauptlauf (engl. long-haul shipment) und verschiedenen Umschlagsstationen.¹⁵

Umschlag bedeutet die Umladung von Gütern bzw. Ladeeinheiten von einem Verkehrsmittel auf ein anderes, wobei dabei auch der Verkehrsträger gewechselt werden kann.¹⁶ Diese Umschlagplätze werden als **Terminals** bezeichnet. Terminals stellen den Kern eines intermodalen Logistiknetzwerks dar, da sie als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Interessensvertretern dienen und kritisch für die Wettbewerbsfähigkeit des Transportnetzwerks sind.¹⁷

Der **Hauptlauf** wird meist mit Schiff oder Bahn absolviert. Er ist dadurch charakterisiert, dass der überwiegende Teil des Transportes auf dieser Strecke stattfindet.¹⁸

Der **Vor- und Nachlauf** wird meistens per LKW durchgeführt. Güter werden hierbei von den Versendern zum Umschlagspunkt bzw. vom Terminal zum Empfänger befördert. Aufgrund der hohen Kosten dieser Abschnitte, diese können zusammen bis zu 40% der Gesamttransportkosten betragen, sollten sie möglichst kurz sein.¹⁹ Bei Häfen wird jener geographische Raum, der als Einzugsgebiet für Vor- und Nachlauf dient, als Hinterland bezeichnet. Es endet dort, wo die Transporttätigkeiten von einem anderen Hafen aus Zeit- und Kostenaspekten attraktiver ist.²⁰

Abbildung 1 stellt den Aufbau einer intermodalen Transportroute graphisch dar.



Abbildung 1: graphische Darstellung des intermodalen Transportablaufs

Die einzelnen Knoten und Verbindungen werden im Abschnitt Bottlenecks genauer betrachtet.

¹⁴ vgl. Liedtke; Friedrich, 2012, S.1338.

¹⁵ vgl. Sandberg Hanssen; Mathisen; Jorgensen, 2012, S.190.

¹⁶ vgl. via donau, 2013, S.176.

¹⁷ vgl. Woxenius; Bärthel, 2008, S.22f.

¹⁸ vgl. via donau, 2013, S.177.

¹⁹ vgl. Macharis; u.a., 2011, S.168.

²⁰ vgl. Schwarz, 2009, S.382.

2.1.4 Stakeholder

Zum erfolgreichen Transport eines Gutes mittels eines intermodalen Logistiknetzwerks wird eine Vielzahl an unterschiedlichen Nutzern benötigt. Am deutlichsten sind die verschiedenen Stakeholder in ihren Rollen in einem Terminal zu erkennen.²¹ Anhand der Haupttätigkeiten im intermodalen Transport lassen sich vier Betreibergruppen charakterisieren.

Die **Vor- und Nachlauf Operateure** (engl. drayage operator) sind für die Planung und Einteilung der LKWs zwischen Terminal, Verloader und Empfänger verantwortlich. Die zweite Gruppe sind die **Terminalbetreiber**, welche für die Umschlagstätigkeiten zuständig sind. Den Hauptlauf und die Infrastrukturplanung zählen die **Netzwerkoperateure** zu ihrem Kompetenzbereich. Die letzte Gruppierung stellen die **intermodalen Betreiber** dar. Sie nutzen die bereitgestellte Infrastruktur und Dienstleistungen.²² Dazu zählen Spediteure und Transportunternehmen.²³

Außerdem gehören noch Serviceunternehmen, wie Dienstleister für Packen und Entladen von Containern, Containerreinigung und -reparatur, IT-Bereitsteller sowie Zollbehörden zu den Akteuren in einem intermodalen Logistiknetzwerk.²⁴ Eine weitere wichtige Gruppe, die großen Einfluss auf das System hat, aber nicht direkt in diesem tätig ist, sind politische Akteure. So können sie beispielsweise auf europäischer Ebene Steuern, Förderungen für Infrastruktur und vieles Weitere anordnen. Auf nationalem Level werden Terminalstandortbestimmungen des Öfteren durch politische Intervention mitentschieden.²⁵

Abbildung 2 stellt die Akteure und ihre Stellung in intermodalen Logistiknetzwerken graphisch dar.

²¹ vgl. SIR-C, 2010, S.29.

²² vgl. Macharis; Bontekoning, 2004, S.401.

²³ vgl. Schwarz, 2008, S.208f.

²⁴ vgl. Schwarz, 2009, S.386.

²⁵ vgl. Schwarz, 2008, S.209.

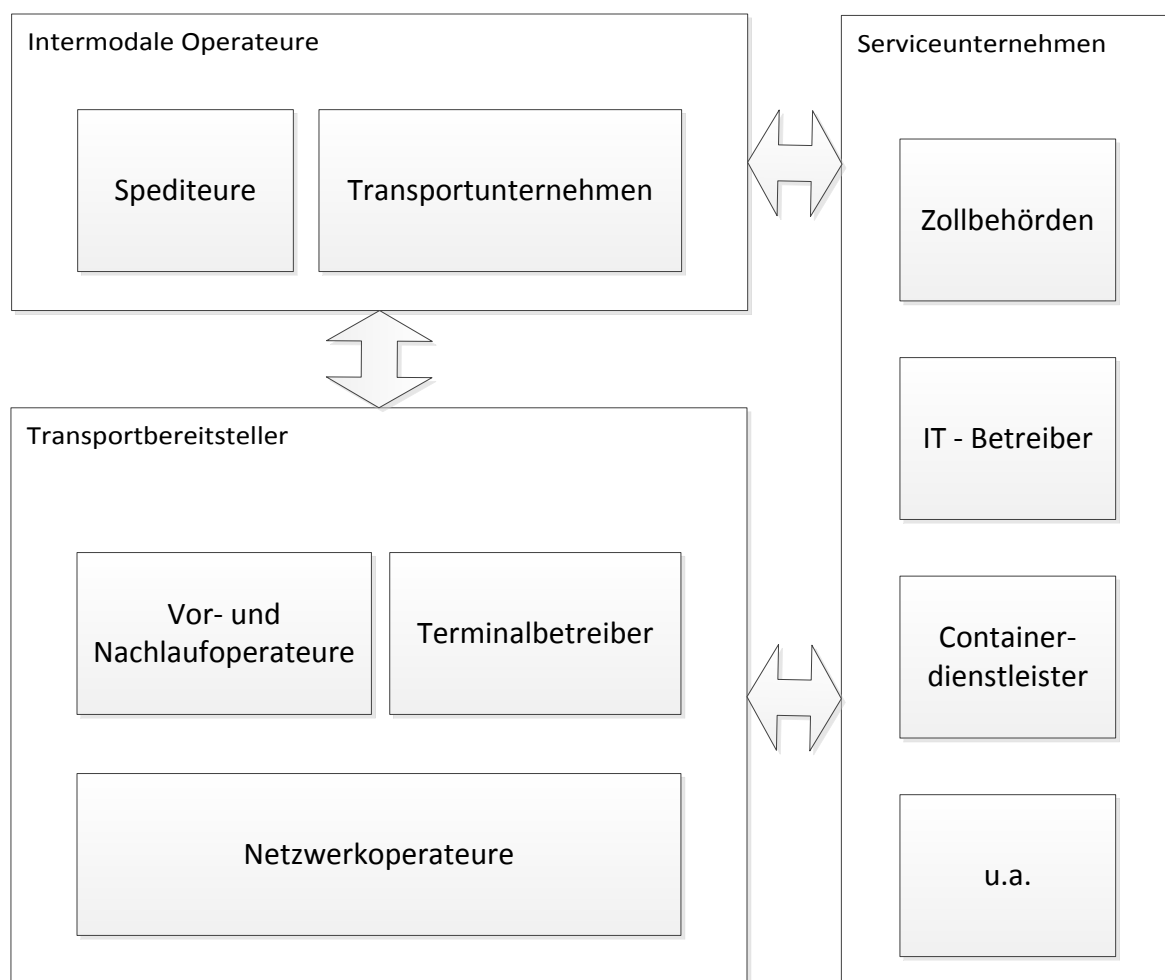


Abbildung 2: Akteure in intermodalen Logistiknetzwerken

Die Beziehungen zwischen den verschiedenen Stakeholdern und deren Verbesserungspotenziale werden ebenfalls im Abschnitt Bottlenecks genauer betrachtet.

2.1.5 Break-Even Distance

Bevor im nächsten Abschnitt die gesamte Transportkette auf mögliche Engpässe untersucht wird, setzt sich dieser Teil mit der „Break-Even Distance“ auseinander. Da die Kosten noch immer das Hauptkriterium in dem Entscheidungsprozess der Transportwahl sind, wird diese Kenngröße häufig als Hilfsmittel herangezogen.²⁶ Sie steht für jene Distanz, bei der die Kosten des intermodalen Transports jenen des reinen LKW-Transports entsprechen.²⁷ In Abbildung 3 werden sowohl die Kostenfunktionen für den reinen Straßenverkehr als auch für den intermodalen Transport dargestellt.

²⁶ vgl. Kim; Van Wee, 2011, S. 859.

²⁷ vgl. Rutten, 1995, S.44f.

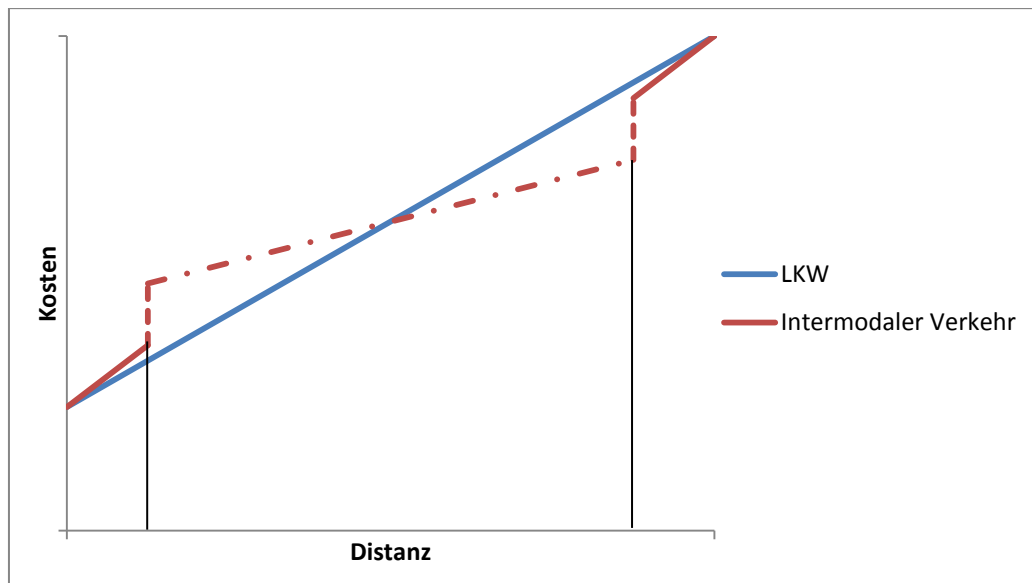


Abbildung 3: Kostenfunktion für reinen Straßenverkehr und für intermodalen Verkehr²⁸

Die verschiedenen Linienarten bei der roten Kurve, welche die Kostenfunktion des intermodalen Verkehrs darstellt, stellen die verschiedenen Abschnitte während des Transports dar. Die strichpunktierte Linie steht für den Hauptlauf. Dieser weist eine geringere Steigung als der Vor- und Nachlauf auf, welche durch die durchgezogenen Bereiche dargestellt werden. Die strichlierten Abschnitte stehen für jene Kosten, die im Terminal verursacht werden. Sie sind vertikal, da im Umschlagspunkt keine Distanz zurückgelegt wird. Die blaue Kurve zeigt die Kostenfunktion für reinen Straßenverkehr. Solange die rote Kurve unter der blauen bei gleicher Distanz bleibt, sind die Gesamtkosten des intermodalen Transports niedriger als bei reinem Straßenverkehr und somit aus Kostensicht zu bevorzugen.

Allerdings gehen einige weitere wichtige Größen nicht in die Break-Even Distance ein. Es handelt sich dabei um die Transportzeit, die Qualität und die Emissionen. Da der Hauptlauf beim intermodalen Transport per Schiff oder Zug stattfindet, sind die Kosten pro zurückgelegten Weg günstiger verglichen mit dem reinen Straßenverkehr. Allerdings findet der Straßentransport mit durchschnittlich 40 km/h und die anderen beiden Möglichkeiten mit durchschnittlich zwischen 10 bis 30 km/h statt.²⁹ Also benötigen sie durchschnittlich 50% länger um die Güter von Quelle zum Ziel zu transportieren. Dies kann gerade in der heutigen Zeit, wo der Wert der Zeit (engl. value of time (VOT)) immer mehr an Bedeutung gewinnt, ein wichtiges Entscheidungskriterium sein.³⁰ Beim intermodalen Transport findet ein Trade-Off zwischen Zeit und Kosten statt.

²⁸ vgl. Kim; Van Wee, 2011, S. 861.

²⁹ vgl. ECMT, 2006, S.120.

³⁰ vgl. Macharis; Pekin; Rietveld, 2011, S.81.

Intermodaler Verkehr wird somit für die Entscheidungsträger erst interessant, wenn die Kosten des Hauptlaufs, die Kosten des Vor- und Nachlaufs, welche bis zu 40% der Gesamtkosten ausmachen können, und die Umschlagskosten gegenüber jenen Gesamtkosten des reinen Straßenverkehrs kompensieren können. Dies ist allerdings nur mit einer ausreichend großen Hauptlaufdistanz möglich. Daher wird der intermodale Transport erst bei Strecken ab 300 km als passende Alternative gegenüber dem LKW wahrgenommen.³¹

Abschließend ist noch anzumerken, dass die Break-Even Distance für jede Transportstrecke neu betrachtet werden muss. Da nicht immer alle Einflussgrößen bekannt sind oder nicht ohne großen Aufwand erfasst werden können, dient oftmals alleinig die Abschätzung der Verhältnisse der einzelnen Einflussfaktoren als ausreichende Entscheidungshilfe.³²

2.2 Bottlenecks

In diesem Unterkapitel wird auf die möglichen Bottlenecks, die in einem intermodalen Logistiknetzwerk auftreten können, und deren vermeintlichen Ursachen näher eingegangen. Dabei wird vor allem die Situation im europäischen Raum beleuchtet. Zuerst werden die verschiedenen Verbindungen betrachtet. In diesem Zusammenhang tritt das Schlagwort „interconnectivity“ immer wieder auf.

Unter „interconnectivity“ werden die Verbindungen zwischen verschiedenen Systemen verstanden. Dies gilt sowohl für Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern als auch innerhalb dieser (beispielsweise grenzüberschreitende Verbindungen). Durch „interconnectivity“ wird die Möglichkeit zum Wählen zwischen unterschiedlichen Varianten geschaffen.³³

Anschließend wird kurz auf die Ladeeinheiten im Netzwerk eingegangen. Danach werden die möglichen Bottlenecks in den Umschlagstationen beschrieben, wobei der Hafen als Umschlagsort besonderes Augenmerk erhält. Bei den Terminals ist „interoperability“ ein immer wiederkehrender Begriff.

„Interoperability“ bedeutet, dass alle benötigten Geräte, um die Aufgaben im Netzwerk mit maximaler Produktivität und Effizienz erledigen zu können, zur Verfügung stehen müssen, ohne spezielle Vorkehrungen an ihnen zu treffen und zwar unabhängig von dem Einsatzort, dem Infrastrukturmanager und dem Eigentümer.³⁴

³¹ vgl. Tsamboulas, 2008, S.288.

³² vgl. Kim; Van Wee, 2011, S.860.

³³ vgl. Stone, 2008, S.226.

³⁴ vgl. Stone, 2008, S.245.

Danach werden Engpässe, die durch die Kooperation der verschiedenen Akteure auftreten können, betrachtet. Besonders die Konsolidierungsmöglichkeiten, die Servicequalität und der Informationsaustausch sind hier von besonderer Bedeutung.

2.2.1 Bottlenecks der Verkehrsträger

2.2.1.1 Straße

Bevor auf die Engpässe, die beim Straßenverkehr auftreten können, eingegangen wird, soll der nächste Absatz kurz die wichtigsten Merkmale dieses Verkehrsträgers näher beleuchten.

Im intermodalen Transport dient der Straßenverkehr zur Bewältigung des Vor- und Nachlaufs. Als Verkehrsmittel dienen LKWs, welche sowohl nach Fahrzeuglänge, -breite als auch Ladekapazität in Europa standardisiert sind.³⁵ Die durchschnittliche Transportgeschwindigkeit eines LKWs auf einer Autobahn beträgt 60 km/h. Dadurch wird eine einfache Berechnung der Transportzeit und der Transportkosten möglich.³⁶ Ein wichtiger Aspekt des Straßenverkehrs ist der Stau. Dieser tritt vermehrt in und um Ballungszentren auf und führt zu erheblichen Verspätungen der geplanten Transporte. Des Weiteren können auch geographische Hindernisse, wie die Alpen oder der Ärmelkanal, zu erhöhtem Verkehrsaufkommen und in weiterer Folge zu Staus führen.³⁷ Kosten die durch Staus entstehen, zählen wie Verkehrsunfälle und Umweltverschmutzungsaspekte zu den externen Kosten und führen dazu, dass LKWs im intermodalen Transport nur so kurz wie möglich eingesetzt werden.³⁸

Ein Bottleneck des Straßenverkehrs in Europa sind die **unterschiedlichen Standards** der **nationalen Autobahnssysteme** und die darin **enthaltenen Lücken**. Diese sind darauf zurückzuführen, dass die verschiedenen Konzepte nicht dafür geplant wurden sich zu ergänzen, sondern miteinander zu konkurrieren.³⁹ Eines der besten Beispiele für den Wettbewerb zwischen den nationalen Systemen sind die verschiedenen Mautkonzepte. Das europäische Autobahnnetzwerk weist also nur zu einem gewissen Grad „interconnectivity“ auf. Eine weitere Problematik in dieser Hinsicht ist, dass das Autobahnssystem in erster Linie für den Personentransport geplant und erweitert wird.⁴⁰ Dies wird besonders durch die **LKW-Fahrverbote** deutlich, wobei für den kombinierten Verkehr in Österreich einige Ausnahmen bestimmt wurden.⁴¹ Auch die national unterschiedlichen **Arbeitszeitregulationen** für LKW-Fahrer stellen ebenfalls einen Engpass dar.⁴² Die

³⁵ vgl. Schwarz, 2008, S.216.

³⁶ vgl. Schwarz, 2008, S.217.

³⁷ vgl. Tsamboulas, 2008, S.271.

³⁸ vgl. Skočibušić; Stupalo; Kireta, 2011, S.406.

³⁹ vgl. Stone, 2008, S.238.

⁴⁰ vgl. ebenda

⁴¹ vgl. via donau, 2013, S.190.

⁴² vgl. Schwarz, 2008, S.217.

Ladepazitätenregulierung in der EU führt darüber hinaus zu einer Limitierung der möglichen transportierten Menge. So dürfen in der Regel beispielsweise zwei TEUs pro LKW befördert werden, wenn dabei das erlaubte Gesamtgewicht überschritten wird, ist nur der Transport eines TEUs zulässig.⁴³ Außerdem ist das Stapeln von Containern auf LKWs in Europa, im Gegensatz zu Nordamerika, nicht erlaubt. Aus diesem Grund findet der Einsatz von „Hi-cube“ Containern, die durch ihre erweiterte Höhe über ein 12 % größeres Transportvolumen als ihre Standardgegenstücke verfügen, vermehrt statt.⁴⁴

Die möglichen Bottlenecks entstehen vor allem durch infrastrukturelle Hindernisse und politische Regelungen. Diese beiden Ursachen sind auch bei dem Schienenverkehr und der Binnenschifffahrt die zwei maßgebenden Einflussfaktoren.

2.2.1.2 Schiene

Im nächsten Absatz soll, ähnlich wie beim Straßenverkehr, auf die Rolle des Verkehrsträgers im intermodalen Netzwerk und auf die wichtigsten Merkmale des Schienenverkehrs eingegangen werden.

Der Schienenverkehr wird im intermodalen Transport vor allem für den Hauptlauf verwendet. Falls die notwendigen infrastrukturellen Einrichtungen existieren, kann er aber auch die Rolle des Vor- und Nachlaufs übernehmen. Die Break-Even Distance für einen intermodalen Transport mit Schienenverkehr als Hauptlauf beträgt in der Regel zwischen 400 - 500 km.⁴⁵ Die Kosten- und Transportzeitberechnung sind bei diesem Verkehrsträger weit aufwendiger als beim Straßenverkehr. Da Zeitdaten nur von nationalen Anbietern erfragt werden können und diese über keine standardisierten Datensysteme verfügen, wird versucht diese durch eine gemeinsame Datenbank mehrerer Betreiber zu erhalten.⁴⁶ Dieses nationale Bewusstsein führt erneut zu einigen Engpässen in den Logistiknetzwerken.

Die unterschiedlichen nationalen Schienenverkehrsnetzwerke wurden, wie die Straßenverkehrssysteme, so errichtet, dass sie mit benachbarten Systemen konkurrieren.⁴⁷ Dadurch entstanden **37 verschiedene Schienenverkehrssysteme** in Europa.⁴⁸ Die Konzepte sind Folge der unterschiedlichen Kombinationen von Lichtraumprofilen, Spurweiten, Stromversorgungssystemen, Signalsystemen, Zugsicherungssystemen und Bremssystemen.⁴⁹ Besonders bei der Spurweite sind deutlich Unterschiede innerhalb der EU erkennbar. So beträgt diese in Spanien und Portugal 1668 mm, in Irland 1600 mm, in Russland 1524 mm. Im restlichen Europa

⁴³ vgl. ebenda

⁴⁴ vgl. Notteboom; Rodrigue, 2008, S.14.

⁴⁵ vgl. Woxenius; Bärthel, 2008, S.30.

⁴⁶ vgl. Schwarz, 2008, S.220.

⁴⁷ vgl. Stone, 2008, S.238.

⁴⁸ vgl. Tsamboulas, 2008, S.275.

⁴⁹ vgl. Schwarz, 2008, S.217.

wird die Normalspurweite von 1435 mm befahren.⁵⁰ Die EU versucht europaweite Standards einzuführen und somit die nationalen Schienenverkehrsnetzwerke untereinander interoperabel zu gestalten.⁵¹ Diese Standardisierung soll gleich mit einer Modernisierung der kostenintensiven Zuginfrastruktur Hand in Hand gehen.⁵² Einen weiteren Engpass stellen die vermehrten **Lücken** in der Schienenanbindung zwischen Nachbarländern dar. Dieser Mangel an „interconnectivity“ und „interoperability“ ließ Stone zu dem Schluss kommen, dass heute noch keine gemeinsame europäische Eisenbahn existiert.⁵³ Auch bei den Schienenverkehrssystemen steht der **Personentransport im Vordergrund**. Daher sind die Frachtzüge untertags den Personenzügen von der Priorität her untergeordnet. Dies führt zu längeren Transportzeiten.⁵⁴

Die EU ist bemüht diese Bottlenecks auszumerzen um einen wettbewerbsfähigen Schienenverkehr zu ermöglichen. Darüber hinaus sollen auch noch Sicherheitsvorschriften, Authentifizierung und Zulassungen vereinheitlicht werden, um damit das System benutzerfreundlicher zu gestalten.⁵⁵

2.2.1.3 Wasserstraße

Bevor, wie bei den anderen Verbindungsarten, die Besonderheiten der Binnenschifffahrt näher beleuchtet werden, soll zuvor der Unterschied zwischen der Hochseeschifffahrt und der Inlandschifffahrt im intermodalen Netzwerk erläutert werden.

Es handelt sich hierbei um zwei grundsätzlich verschiedene Konzepte, welche nicht miteinander verglichen werden können. Während der intermodale Transport zwischen den Kontinenten seit mehr als 30 Jahren erfolgreich stattfindet, liegen die Alternativen im Inlandtransport in der Entwicklung und in der Implementierung weit zurück. Da sowohl bei der Hochseeschifffahrt als auch bei der Binnenschifffahrt komplett unterschiedliche Rahmenbedingungen herrschen, spielen Schlagwörter wie „interconnectivity“ und „interoperability“ ebenfalls eine unterschiedliche Rolle für die beiden Verkehrsträger.⁵⁶ Da in dieser Arbeit allerdings das intermodale Logistiknetzwerk im Inland im Vordergrund steht, wird in weiterer Folge nur die Binnenschifffahrt näher betrachtet.

Die Binnenschifffahrt wird fast ausschließlich für den Hauptlauf eines intermodalen Transports eingesetzt.⁵⁷ Die Transportplanung wird durch detaillierte Strecken- und

⁵⁰ vgl. Schwarz, 2008, S.217.

⁵¹ vgl. Stone, 2008, S.239f.

⁵² vgl. Konings; Priemus; Nijkamp, 2008, S1.

⁵³ vgl. Stone, 2008, S.241.

⁵⁴ vgl. Woxenius, Bärthel, 2008, S.30.

⁵⁵ vgl. Stone, 2008, S.239f.

⁵⁶ vgl. Stone, 2008, S.227.

⁵⁷ vgl. via donau, 2013, S.177.

Zeitinformationen der nationalen zuständigen Behörden zur Verfügung gestellt.⁵⁸ Allerdings sind bei dieser Planung bereits einige Bottlenecks zu berücksichtigen. Um auf diese näher eingehen zu können, wird zuvor noch ein wichtiger Begriff, die Wasserstraße, definiert:

„Bei einer Wasserstraße handelt es sich um ein oberirdisches Gewässer, das für den Güter- und/oder Personenverkehr mit Schiffen bestimmt ist. Schiffbare Verkehrswege im Binnenland werden als Binnenwasserstraßen bezeichnet.“⁵⁹

Wobei zwischen künstlichen (Kanälen) und natürlichen (Flüssen, Seen) Binnenwasserstraßen unterschieden wird.⁶⁰ Besonders auf die Gebühren zur Nutzung der Binnenwasserstraße ist dabei zu achten. So sind in Deutschland auf jedem Kanal und Fluss außer dem Rhein, der Elbe und der Donau Gebühren zu entrichten.⁶¹ Die größten Engpässe für die Binnenschifffahrt werden, ebenfalls wie bei dem Straßen- und dem Schienenverkehr, durch Infrastrukture restriktionen hervorgerufen. Da jede Wasserstraße über unterschiedliche Merkmale verfügt, wurde ein Klassifizierungssystem eingeführt. Dieses legt die maximal zulässigen Abmessungen eines Schiffs und damit die **Schiffsgröße** für die betrachtete Binnenwasserstraße fest.⁶² Eine internationale Wasserstraße muss einen **Mindest-Tiefgang** von 2,50 m und eine lichte **Mindest-Durchfahrtshöhe** unter Brücken von 5,25 m aufweisen.⁶³ **Brücken** können bei hohem Wasserstand und in weiterer Folge nicht ausreichender Durchfahrtshöhe für Engpässe sorgen. Dadurch wird vor allem die Möglichkeit des Stapelns der Ladeeinheiten an Bord stark eingeschränkt. Aus diesem Grund können in Deutschland auf Kanälen nur zwei Container aufeinander gestapelt werden.⁶⁴ Daher sind die Anzahl und Lage der Brücken erforderliche Informationen für den erfolgreichen Transport. Einen weiteren Engpass für die Binnenschifffahrt stellen **Schleusen** dar. Die Schiffsgröße auf einer Binnenwasserstraße wird auch durch die Schleusenabmessungen festgelegt. Außerdem dauert der Prozess der Schleusung im Durchschnitt zwischen 40 bis 90 min und führt somit zu einer Verzögerung der Fahrt.⁶⁵ Dadurch kann auch eine Bündelung der Verkehrsschiffe vor der Schleuse stattfinden. Dies führt zu Warteschlangen und einem weiterem Verzug, daher sind Daten bezüglich der Lage, Anzahl und der Öffnungszeiten von Schleusen ebenfalls grundlegende Informationen für den Transport. Es wird allerdings versucht diese Wartezeiten durch einen aufwendigen Informationsaustausch mittels **River Information Systems (RIS)**

⁵⁸ vgl. Schwarz, 2008, S.219.

⁵⁹ via donau, 2013, S.42.

⁶⁰ vgl. ebenda

⁶¹ vgl. Schwarz, 2008, S.218.

⁶² vgl. Schwarz, 2008, S.218.

⁶³ vgl. via donau, 2013, S.42.

⁶⁴ vgl. Schwarz, 2008, S.218.

⁶⁵ vgl. via donau, 2013, S.53.

entgegenzuwirken.⁶⁶ Diese und andere Möglichkeiten zum Informationsaustausch zwischen den Akteuren in einem intermodalen Logistiknetzwerk werden später genauer behandelt. Außerdem stellt die **Fahrtrichtung** in der Binnenschifffahrt eine relevante Größe dar. So kann die Talfahrt (mit dem Strom) je Gefälle und Distanz auf derselben Strecke fast halb so schnell stattfinden wie die Bergfahrt (gegen den Strom).⁶⁷

2.2.1.4 Übersicht der Verkehrsträger

An dieser Stelle werden die Engpässe der möglichen Verbindungsmöglichkeiten des intermodalen Logistiknetzwerks in Abbildung 4 graphisch aufbereitet.

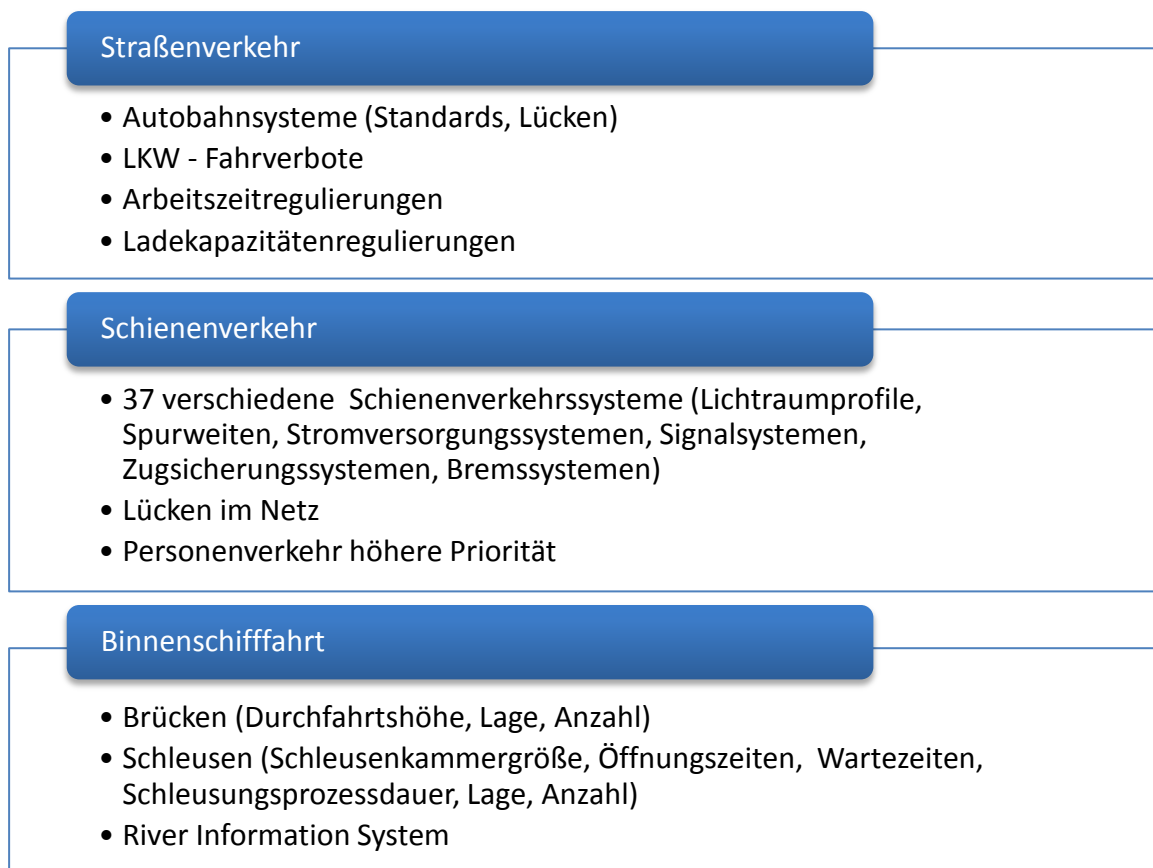


Abbildung 4: Bottlenecks der verschiedenen Verkehrsträger

Ein Aspekt der bisher noch nicht behandelt wurde, aber alle drei Verkehrsträger betrifft, ist die Situation in Ballungszentren. Im Stadtgebiet ist kein effizienter Gütertransport möglich.⁶⁸ Dies liegt vor allem an dem erhöhten Verkehrsaufkommen und dem Platzmangel. Außerdem fühlt sich weder der private noch der öffentliche Sektor für dieses Problem verantwortlich. Daher fehlt es an nachhaltigen urbanen Transportkonzepten (engl. **Sustainable Urban Transport Plans (SUTP)**), die sowohl den Personen- als auch den Gütertransport zu gleichen Maßen

⁶⁶ vgl. via donau, 2013, S.55

⁶⁷ vgl. via donau, 2013, S.45.

⁶⁸ vgl. Lindholm; Behrends, 2012, S.129.

berücksichtigen.⁶⁹ Die Standortfrage für Terminals die in diesem Zusammenhang eine der Kernfragen ist, wird im Unterkapitel Terminals genauer behandelt.

2.2.2 Bottlenecks der Ladeeinheiten

Container zählen zu den Ladeeinheiten eines intermodalen Logistiknetzwerks. Ladeeinheiten stellen eines der wichtigsten Systemelemente dar. Daher wurde dieser Begriff eindeutig von der UN definiert. Es handelt sich dabei um einen:

„Grundbegriff für einen Behälter, der für den Gütertransport verwendet wird, stabil genug für wiederholte Benutzung, normalerweise stapelbar und mit Elementen für den Umschlag zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern ausgestattet ist.“⁷⁰

Die größten Probleme mit Ladeeinheiten werden durch die fehlende Standardisierung hervorgerufen.⁷¹ Dadurch ist das Netzwerk häufig nicht mehr interoperabel. In dieser Arbeit werden aufgrund der Rahmenbedingungen des NEWS-Projekts ausschließlich Container als Ladeeinheit betrachtet. Der nächste Absatz soll einen Überblick zu der Thematik der Container geben. Dabei werden auch die Engpässe für diese Ladeeinheit aufgezeigt.

Der erste Container wurde 1960 in der Hochseeschifffahrt verwendet und ebnete damit den Weg für benutzerfreundlichen weltweiten Handel und in weiterer Folge für intermodale Systeme.⁷² Seit damals wurden die **standardisierten ISO-Containerabmessungen** (TEU (6,1m Länge), FEU (2 x TEU Länge)) nicht mehr geändert. Damit entsprechen sie teilweise nicht mehr den heutigen Anforderungen.⁷³ Die durchschnittliche Lebensdauer eines Containers beträgt 15 Jahre.⁷⁴ Für diesen Zeitraum handelt es sich somit um eine beträchtliche Investition. Einen Engpass stellen **leere Container** im intermodalen Netzwerk dar. Eine Möglichkeit, dieser Problematik entgegen zu wirken, wäre das Teilen von Containern im System, damit die Leerfahrten reduziert werden.⁷⁵ Allerdings wird dies, trotz beträchtlicher Kostenersparnis, nicht umgesetzt. Da die betroffenen Akteure die Kontrolle über ihr Eigentum nicht verlieren wollen und nicht gewillt sind dadurch dem Mitbewerber möglicherweise übermäßig zu helfen.⁷⁶ Weitere Aspekte in Verbindung mit Container sind Tätigkeiten, die in Terminals stattfinden. Dazu zählen Handhabung (engl. handling), Stapeln (engl. stacking), Entleeren (engl. stripping), Befüllen (engl. stuffing), Reparaturen und Reinigung. Nicht standardisierte Ladeeinheiten können in diesen Prozessen durch fehlende Interoperabilität zu Engpässen führen. Abbildung 5

⁶⁹ vgl. Lindholm; Behrends, 2012, S.130.

⁷⁰ UN; EC, 2001, S.44.

⁷¹ vgl. Tsamboulas, 2008, S.293.

⁷² vgl. Woxenius, Bärthel, 2008, S.18.

⁷³ vgl. Notteboom; Rodrigue, 2008, S.13.

⁷⁴ vgl. Notteboom; Rodrigue, 2008, S.14.

⁷⁵ vgl. Sterzik; Kopfer; Yun, 2012, S.1.

⁷⁶ vgl. Sterzik; Kopfer; Yun, 2012, S.20.

fasst die möglichen Engpässe der Ladeinheit Container abschließend graphisch zusammen.

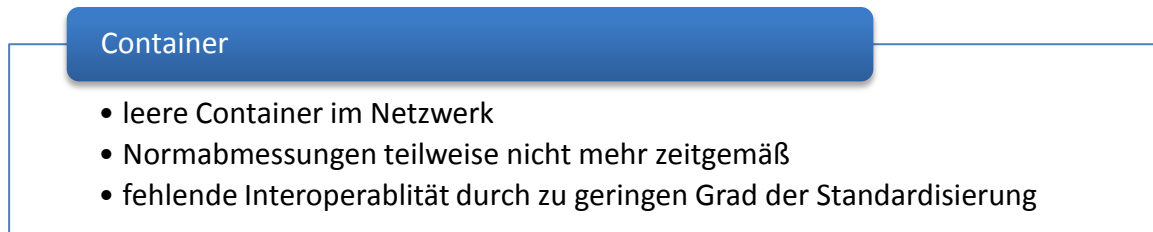


Abbildung 5: Bottlenecks der Ladeinheiten

2.2.3 Bottlenecks der Knoten

2.2.3.1 Terminal

Da Terminals als Knoten im intermodalen Logistiknetzwerk fungieren, sind sie die Anlaufstelle fast aller Akteure im System. Daher weisen Terminals ein hohes Potenzial für Engpässe auf und bestimmen somit die intermodale Wettbewerbsfähigkeit. Diese ist eng mit dem der Ablaufeffizienz und -effektivität und dem **Layout** eines Terminals verflochten.⁷⁷ Um die Terminalleistung zu messen und somit eine Verbesserung im intermodalen Netz feststellen zu können, wird vor allem die Umschlagsmenge als Kennzahl herangezogen.⁷⁸

Bevor auf die Bottlenecks eingegangen wird, soll der Begriff Terminal klar abgegrenzt werden.

Bei einem Terminal handelt es sich um eine räumlich abgegrenzte Einrichtung die für Umschlag, Lagerung und Logistik einer bestimmten Güterart vorgesehen ist.⁷⁹ Der Begriff intermodaler Terminal wurde von der UN folgendermaßen definiert:

„Ein für den Umschlag und die Lagerung von ITE ausgerüsteter Ort.“⁸⁰

Wobei ITE für intermodale Transporteinheiten steht. Die Einbindung des Terminals in ein netzwerkübergreifendes Informationssystem (RIS, u.a.) ermöglicht eine einfachere Ablaufplanung innerhalb des Terminals und kann somit zu einer Verhinderung von Engpässen führen, nichts desto trotz existiert eine Vielzahl möglicher Bottlenecks innerhalb des Terminals. Allerdings können auch die Lage und die Anzahl der Umschlags- und Lagerplätze zu Engpässen führen.

In diesem Zusammenhang sind zwei Aspekte besonders relevant. Erstens müssen die Terminals im Netzwerk so verteilt sein, dass eine **ausreichende flächendeckende Infrastruktur** besteht, um attraktive Gebiete erschließen zu

⁷⁷ vgl. Netland; Spjelkavik; 2010, S.310.

⁷⁸ vgl. via donau, 2013, S.79.

⁷⁹ vgl. via donau, 2013, S.78.

⁸⁰ UN; EC, 2001, S.56.

können.⁸¹ Für die optimale Standortbestimmung bezüglich Netzwerkdesigns finden sich in der Literatur einige interessante Ansätze (Kostenaspekte, Markterschließung, und andere), die im Rahmen dieser Arbeit nicht genauer behandelt werden.⁸² Der zweite interessante Gesichtspunkt sind **Terminals in Ballungszentren**. So kommt es zu einem erhöhten Verkehrs- und Lärmaufkommen in der Nähe der Umschlagsplätze innerhalb des Stadtgebiets. Dadurch kann es zu Protesten der Anrainer kommen. Die Konsequenz davon sind entweder begrenzte Öffnungszeiten oder die Umsiedlung des gesamten Komplexes außerhalb des Ballungszentrums.⁸³ Diese Problematik kann bei neuen Terminals mit einem ausgefeilten SUTP verhindert werden. Die Stadtverwaltungen von London und Paris sind sich dieser Problematik bewusst und praktizieren erfolgreich SUTP.⁸⁴

Um weitere potenzielle Bottlenecks aufzeigen zu können, wird in Folge der Aufbau und die Abläufe eines Terminals betrachtet. Dies erfolgt am Beispiel des Hafens, der einen Sonderfall eines Terminals darstellt.

2.2.3.2 Binnen-Hafen

Bevor die möglichen Engpässe eines Hafens betrachtet werden, gibt der nächste Absatz einen einführenden Überblick zu den besonderen Merkmalen eines solchen.

Im intermodalen Logistiknetzwerk zählt der Hafen, als Sonderfall eines Terminals, zu den Knoten. Die Besonderheit eines Hafens ist, dass er meistens die Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße miteinander verbindet und als Dienstleister in den Bereichen Umschlag, Lagerung und Logistik fungiert.⁸⁵ Dies bedeutet, dass der Umschlag nicht ausschließlich zwischen Wasserstraße, Schiene und Straße, sondern vor allem bei Binnenhäfen zwischen Schiene und Straße erfolgt.⁸⁶ Binnenhäfen von internationaler Bedeutung werden laut UN und EC als „E-Häfen“ bezeichnet. Am Rhein findet sich im Durchschnitt alle 20 km ein solcher.⁸⁷ Weitere Charakteristika der Häfen sind die Eigentümer-Betreiber-Struktur und die Art der Leistungserbringung. Diese sind in Tabelle 2 graphisch dargestellt. Darin sind die vier Hafenmanagementmodelle und die Kooperation zwischen öffentlichen und privaten Sektor dargestellt. Öffentliche Häfen und Tool Ports realisieren fast ausschließlich öffentliche Interessen, während Landlord-Ports einen Mischcharakter aufweisen und private Häfen ausschließlich privaten Bedarf decken.

⁸¹ vgl. Woxenius; Bärthel, 2008, S.30.

⁸² vgl. Caris; Macharis; Janssens, 2008, S.286.

⁸³ vgl. Tsamboulas, 2008, S.281.

⁸⁴ vgl. Brown; Allen; Atlassy, 2007, S.205.

⁸⁵ vgl. via donau, 2013, S.78.

⁸⁶ vgl. via donau, 2013, S.79.

⁸⁷ vgl. via donau, 2013, S.97,

	Eigentümer	Infrastruktur	Suprastruktur	Personal
Öffentlicher Hafen	öffentlich	öffentlich	öffentlich	öffentlich
Tool Port	öffentlich	öffentlich	öffentlich	privat
Landlord-Port	öffentlich	öffentlich	privat	privat
Privater Hafen	privat	privat	privat	privat

Tabelle 2: Hafenmanagementmodelle⁸⁸

In Tabelle 2 sind Infrastruktur und Suprastruktur extra ausgewiesen. Dies ist notwendig, da es sich bei der Infrastruktur um Kaimauern, Gleisanlagen, Straßen und befestigte Flächen handelt. Die Suprastruktur wird auf der Infrastruktur errichtet. Dazu zählen Kräne, Lagerhallen, Bürogebäude und andere.⁸⁹ Sowohl die Infrastruktur als auch die Suprastruktur können Bottlenecks hervorrufen. Bevor auf diese eingegangen wird, soll zuvor das Tool Port Konzept genauer erläutert werden und danach werden der grundsätzliche Aufbau und die wesentlichen Abläufe eines Hafens näher beschrieben.

Bei Tool Ports befindet sich sowohl die Hafeninfrastruktur als auch die Suprastruktur im Besitz der öffentlichen Hafenbehörde. Diese ist auch für deren Weiterentwicklung und Instandhaltung verantwortlich. Jedoch findet der Umschlag durch private Unternehmen statt, welche sich des zur Verfügung gestellten Grunds und der bereitgestellten Suprastruktur bedienen und dazu ihr eigenes Personal verwenden.⁹⁰ Beim Mierka Donauhafen Krems handelt es sich um einen Tool Port.⁹¹

Die operative Struktur eines Hafens ist in Abbildung 6 graphisch dargestellt. Die Besonderheit eines Hafens ist der schiffseitige Betriebsbereich. Dieser unterscheidet einen Hafen von einem herkömmlichen Terminal. Sonst besteht dieser aus einem Lager- und einem Umschlagsareal zwischen LKW und/oder Schienenfahrzeugen. Die räumliche Anordnung dieser Bereiche ist von Fall zu Fall individuell gestaltet.⁹² Mittels LKW und/oder Zügen gelangen Container in den Hafenbereich. Diese werden abgeladen und in der Regel mit internen Fahrzeugen in den Lagerbereich befördert. Die Transportabläufe innerhalb des Lagers variieren je nach Container und Infrastrukturdesign. Typische interne Beförderungen erfolgen zwischen dem Lager für leere Container, dem längerfristigen Lager und verschiedenen Dienstleistungsbereichen, falls diese vorhanden sind.⁹³ Auf der Wasserseite werden

⁸⁸ via donau, 2013, S.92. (zit. nach: World Bank, 2007)

⁸⁹ vgl. via donau, 2013, S.80.

⁹⁰ vgl. via donau, 2013, S.92.

⁹¹ vgl. via donau, 2013, S.93.

⁹² vgl. Reefke, 2010, S.423.

⁹³ vgl. Steenken; Voß; Stahlbock, 2004, S.6.

die ankommenden Schiffe bestimmten Anlegeplätzen zugeteilt und diese mit Kränen be- und entladen. Der Transport in den Lagerbereich erfolgt ebenfalls mit internen Fahrzeugen.⁹⁴ Bei diesen kann es sich um Reach Staker, Portalhubwägen, Stapler oder automatisierte Systeme handeln. Außerdem bieten Häfen, sowie auch andere Terminals, zu ihren Basisleistungen dem Umschlag und der Lagerung noch weitere Dienstleistungen an. Dabei handelt es sich um „value added services“ zu denen Verpackung, Stuffing und Stripping von Container, Reparatur, Reinigung, Projektlogistik und vieles mehr zählt.⁹⁵

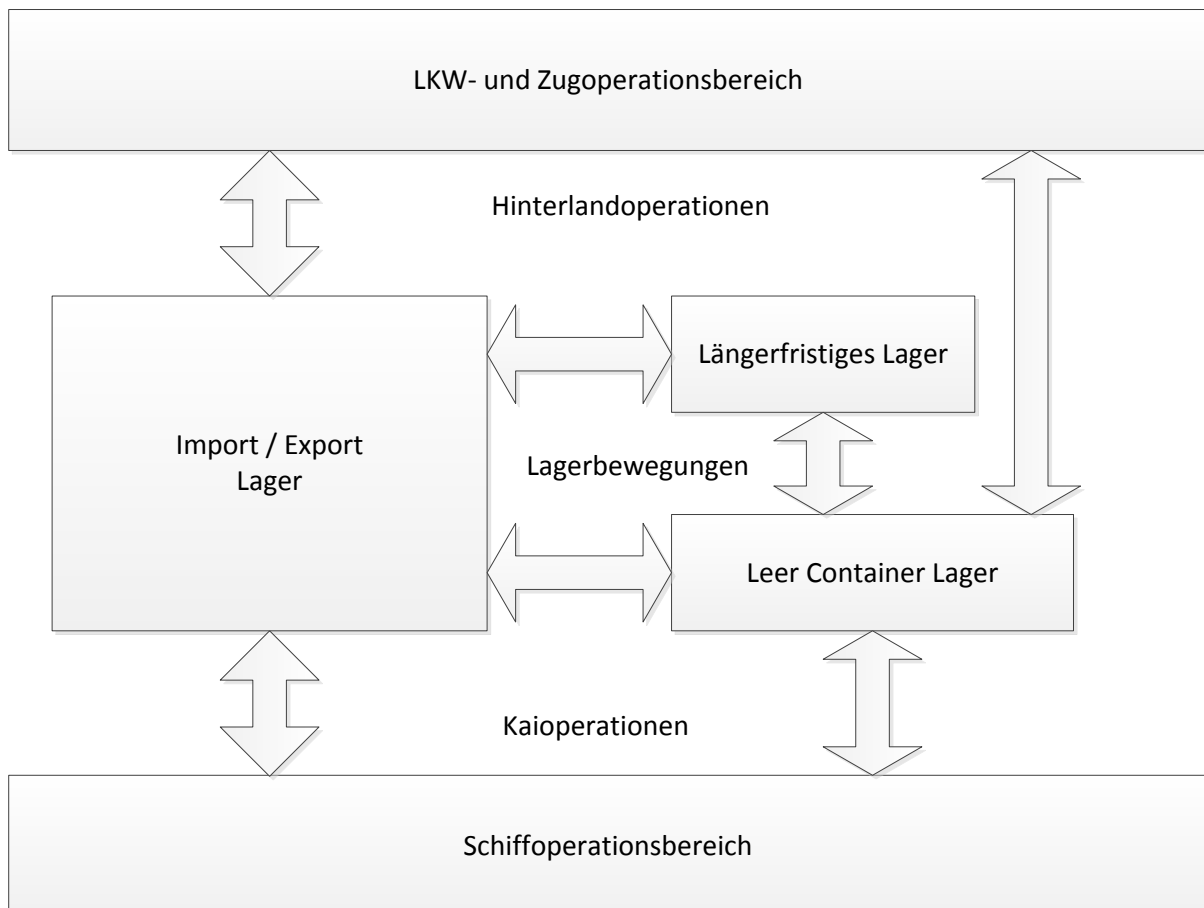


Abbildung 6: Operationsbereiche eines Hafens mit Transportflüssen⁹⁶

Um die Engpässe, die während dieser Abläufe möglicherweise auftreten, übersichtlich aufbereiten zu können, werden im Folgenden die einzelnen Bereiche eines Hafenslayouts detailliert betrachtet.

Zuerst werden die Kaioperationen beschrieben. Ankommende Schiffe werden einem bestimmten Anlegeplatz zugeteilt.⁹⁷ Allerdings sind nicht alle Ankerplätze für jeden Schiffstyp ausgelegt. Somit kann es bei erhöhtem Verkehrsaufkommen bei nicht

⁹⁴ vgl. Reefke, 2010, S.422.

⁹⁵ vgl. via donau, 2013, S.90.

⁹⁶ vgl. Steenken; Voß; Stahlbock, 2004, S.6.

⁹⁷ vgl. Reefke, 2010, S.422.

ausreichender Anzahl an Ankerplätzen zu **Warteschlangen ankommender Schiffe** innerhalb des Hafens kommen.⁹⁸ Um dies bestmöglich zu vermeiden, ist ein frühzeitiger Informationsaustausch zwischen den betroffenen Akteuren beispielsweise mit Hilfe von **RIS** notwendig.⁹⁹ Nachdem ein Schiff angelegt hat, werden die Container mittels Kränen ab- und beladen. Die **Anzahl der Kräne** legt auch die potenzielle Verladegeschwindigkeit fest. Container werden überwiegend mit Hilfe von Brücken- oder Portalkränen umgeschlagen. Allerdings können auch Wippdrehkräne oder Mobilkräne eingesetzt werden.¹⁰⁰ Die Ladeeinheiten werden einzeln hintereinander umgeladen. Wobei dies entweder aus einem **Lagerpuffer unterhalb des Kranes**¹⁰¹ oder direkt von und auf die **internen Transportfahrzeuge** erfolgt.¹⁰² Dieser Lagerplatz unter dem Kran stellt einen Engpass dar.¹⁰³ Allerdings kann es auch bei den Transportfahrzeugen zu Bottlenecks kommen. Wenn diese nicht effizient gesteuert werden, können Warteschlangen vor dem Kran entstehen. Jedoch ist auch der andere Fall möglich, dass keine Fahrzeuge zur Verfügung stehen und es zu einer Wartezeit des Krans kommt.¹⁰⁴ Abhilfe können hier AGVs (automated guided vehicles) schaffen. Dabei handelt es sich um fahrerlose Fahrzeuge, welche auf vorgegebenen Pfaden verkehren. Diese AGVs unterstützen die **Ablaufplanung** zu deren wichtigsten Aufgaben die Lager- und Stapelregeln, die Krananweisungen und Aufteilung, die Ankerplatzvergabe und die Transportreihenfolge zählen.¹⁰⁵ Die Planung der Abläufe innerhalb eines Terminals kann durch frühzeitigen Informationsaustausch der Akteure mit Hilfe computerunterstützter Software vereinfacht werden. Dazu zählen RIS, ERTMS (European rail traffic management system), u.a.¹⁰⁶ Die Produktivität eines Containerschifftransports wird hauptsächlich an der Anlegezeit gemessen, welche sich vor allem aus der Koordination der Umschlag- und Transportsuprastruktur ergibt.¹⁰⁷ Es besteht auch die Möglichkeit, dass der Umschlag im Hafen direkt zwischen Schiff und LKW und/oder Zug erfolgt. Bei dieser Variante steht abermals die Ablaufplanung im Vordergrund um alle Ressourcen zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Reihenfolge, am richtigen Ort zur Verfügung zu haben, damit Engpässe vermieden werden.

Die Lagerung der Container ist im intermodalen Logistiknetzwerk notwendig um Differenzen zwischen Ankunfts- und Abholzeiten abzufangen.¹⁰⁸ Die

⁹⁸ vgl. Macharis; u.a., 2011, S.173.

⁹⁹ vgl. via donau, 2013, S.99.

¹⁰⁰ vgl. via donau, 2013, S.82.

¹⁰¹ vgl. Reefke, 2010, S.424.

¹⁰² vgl. Kulak; u.a., 2013, S.508.

¹⁰³ vgl. Reefke, 2010, S.424. (zit. nach: Böse; u.a., 2001)

¹⁰⁴ vgl. Reefke, 2010, S.424.

¹⁰⁵ vgl. Reefke, 2010, S.423.

¹⁰⁶ vgl. Schilk; Seemann, 2012, S.625.

¹⁰⁷ vgl. Kulak; u.a., 2013, S.508.

¹⁰⁸ vgl. Franke, 2008, S.135.

Lagerbewegungen sind üblicherweise flexibler als die Kaioperationen, da es eine Vielzahl an Möglichkeiten zum Transportieren und Lagern der Container in diesem Areal gibt. Die Lagerfläche ist normalerweise in Blocks angeordnet, welche mobilen Kräne zugeteilt sind.¹⁰⁹ Diese ermöglichen das Stapeln der Container innerhalb des Blocks. Die Kombination aus **Blockgröße** und die **Anzahl der Kräne** pro Block können zu Bottlenecks führen.¹¹⁰ Das Hauptziel im Lagerbereich ist es, die benötigten Containeroperationen zu minimieren.¹¹¹ Daher muss bei der **Lagerplatzzuordnung** versucht werden, häufiges Umschichten oder fehlplatzierte Container zu vermeiden.¹¹² Hierbei werden computerunterstützte Lagermanagementsysteme zur Hilfe genommen.¹¹³ Die horizontale Beförderung der Ladeeinheiten erfolgt zumeist mit Voll- und Leercontainerstaplern.¹¹⁴ Teilweise werden Reach Stacker ergänzend zu den Kränen eingesetzt. Dabei handelt es sich um Fahrzeuge für den horizontalen und vertikalen Transport, dies wird durch einen Hubarm ermöglicht, der sich nach vorne in den Stapel bewegen kann.¹¹⁵ Auch die Lagerbewegungen können mittels AGVs und ALVs (automated lifting vehicles) automatisiert werden. Bei letzteren handelt es sich um Fahrzeuge, die die Container auch heben und somit stapeln können.¹¹⁶ Eine weitere Option sind ASCs (automated stacking cranes), automatisierte Stapelkräne, welche eine vielversprechende Alternative für die Zukunft darstellen. Einzig die Kontrollsoftware erfüllt noch nicht die Erwartungen.¹¹⁷

Die bis hierher dargestellten Engpässe innerhalb eines Hafens beziehen sich ausschließlich auf E-Häfen, da andere Häfen weder über die behandelte Infra- und Suprastruktur verfügen bzw. diese nicht benötigen.

Die Hinterland Operationen ähneln den Kaioperation. Wobei hier der Umschlag von den internen Fahrzeugen auf einen LKW oder einen Zug erfolgt.¹¹⁸ Europäische Terminals besitzen im Gegensatz zu asiatischen meistens eine Zugsanbindung.¹¹⁹

Die Terminalkapazität wird durch das Layout und die Kapazitäten des Kai- und Lagerareals sowie der Transportmethoden festgelegt. Die Bottleneck-Ressourcen stellen Kräne dar. Wobei die Portalkräne im Kaibereich einen größeren Einfluss aufs Gesamtsystem aufweisen als die Kräne im Lagerbereich.¹²⁰ Um das Containerhandling und den Transport optimal zu gestalten, ist die Standardisierung

¹⁰⁹ vgl. Kulak; u.a., 2013, S.508

¹¹⁰ Vgl. Kulak; u.a., 2013, S.519.

¹¹¹ vgl. Reefke, 2010, S.423.

¹¹² vgl. Kulak; u.a., 2013, S.508.

¹¹³ vgl. Netland; Spjelkavik, 2010, S.312.

¹¹⁴ vgl. via donau, 2013, S.86.

¹¹⁵ vgl. via donau, 2013, S.85f.

¹¹⁶ vgl. Kulak; u.a.,2013. S.508.

¹¹⁷ vgl. Rijsenbrij, 2008, S.125ff.

¹¹⁸ Vgl. via donau. 2013, S.

¹¹⁹ vgl. Kulak; u.a.,2013. S.508.

¹²⁰ vgl. ebenda

der Container ebenfalls eine wichtige Voraussetzung. Es besteht ein hoher Modernisierungsbedarf der Suprastruktur vieler Häfen und Terminals im europäischen Raum, dem stehen vor allem die hohen Investitionskosten im Weg.¹²¹

Infrastrukturelle Engpässe entstehen fast ausschließlich durch **Platzmangel** in den einzelnen Bereichen.¹²² Dies führt zu nicht optimalen Abläufen bezüglich Containerhandling und -transport. Ein Konzept, um dieser Problematik entgegen zu wirken, ist das agile Portsystem. Dabei handelt es sich um eine Teilung des Hafens in zwei Teile. Diese sind ein effizienter Kaibereich und ein intermodales Areal. Der Transport zwischen den beiden Komponenten erfolgt über eine nur dafür vorgesehene Zugverbindung.¹²³ Ziel ist es Lagertätigkeiten zu vermeiden und Platzrestriktionen im Uferbereich zu verhindern.¹²⁴ Allerdings ist dieses Konzept für hochfrequentierte Hochseehäfen vorgesehen.

Bottlenecks können aber auch durch verschiedene **Öffnungszeiten** der Terminals und Häfen hervorgerufen werden. Diese schwanken zwischen 5 Uhr bis 12 Uhr Montag bis Samstag oder sind täglich 24 Stunden geöffnet.¹²⁵ Eine Begrenzung der Öffnungszeiten kann zu suboptimalen Abläufen innerhalb des Terminals für einige Akteure führen und sollten deshalb vermieden werden.¹²⁶ In diesem Zusammenhang kann das Humankapital ebenfalls zu Engpässen führen. Nicht ausreichendes **Training und Schulung** in intermodalen Abläufen sowie unterschiedliche **Arbeitszeitregelungen** innerhalb der EU müssen standardisiert werden, um einen reibungslosen Ablauf zu garantieren.¹²⁷ Europäische Standards sollten auch im Bereich der **Dokumentation** der Transporte erfolgen. Die damit verbundenen organisatorischen Tätigkeiten erfolgen fast ausschließlich innerhalb der Terminals.¹²⁸

Zusammenfassend dient Abbildung 7 der Aufarbeitung der aufgezeigten möglichen Engpässe in Terminals mit besonderem Augenmerk auf Häfen. An dieser Stelle soll noch einmal festgestellt werden, dass die Engpässe für Terminals und Häfen von Fall zu Fall unterschiedlich sind. Dies ist vor allem auf die individuellen Rahmenbedingungen für jeden Standort zurückzuführen. Somit gleichen sich diese nur selten und weisen verschiedene Merkmale auf.

¹²¹ vgl. via donau, 2013, S17.

¹²² vgl. Franke, 2008, S.135.

¹²³ vgl. Franke, 2008, S.137.

¹²⁴ vgl. Franke, 2008, S.136.

¹²⁵ vgl. Wiegman; Nijkamp; Rietvald, 2008, S.100

¹²⁶ vgl. Tsamboulas, 2008, S.282

¹²⁷ vgl. Tsamboulas, 2008, S.279f.

¹²⁸ vgl. Tsamboulas, 2008, S.293.

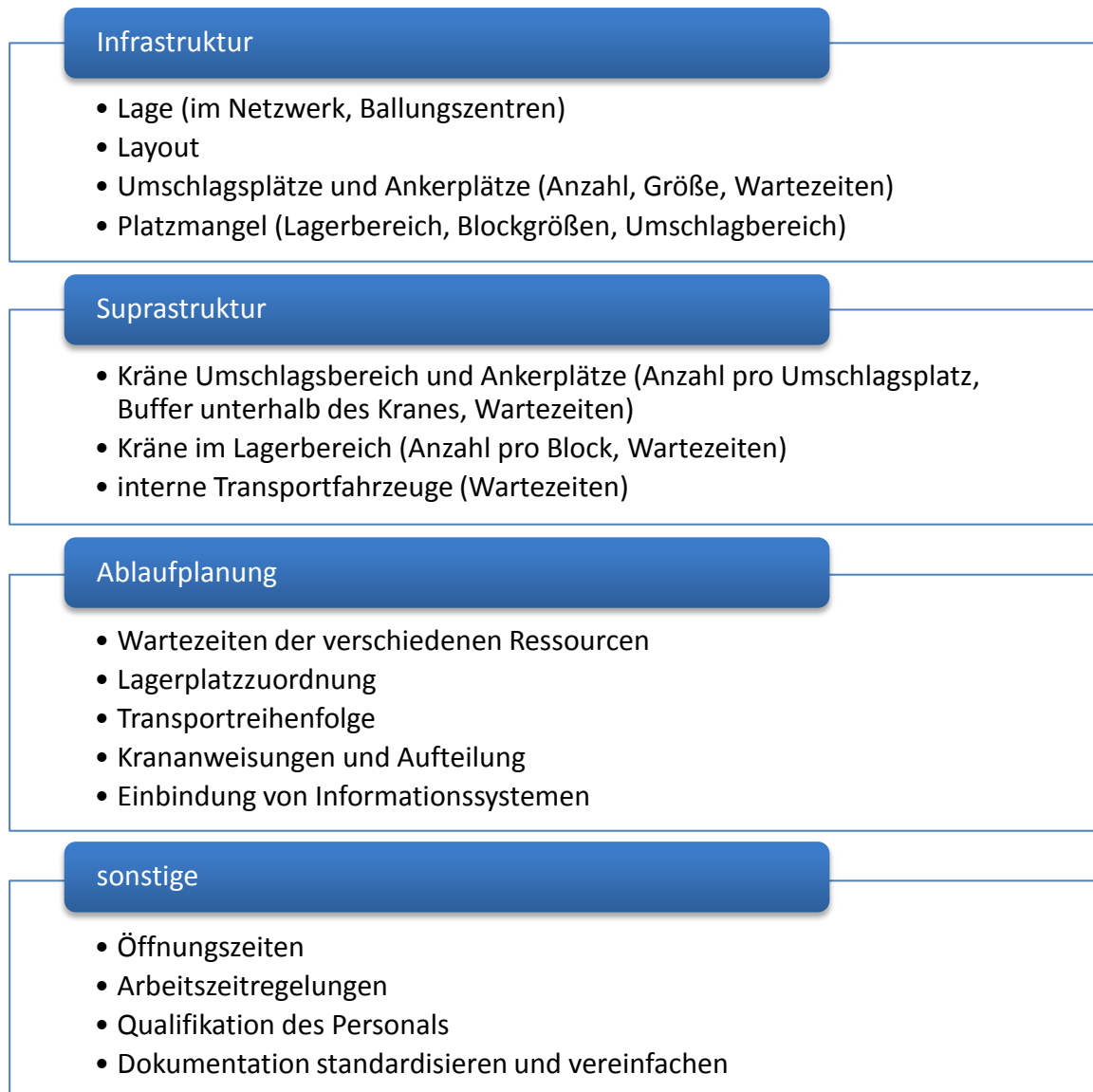


Abbildung 7: Übersicht Bottlenecks in Terminals und speziell für Häfen

2.2.4 Bottlenecks durch Stakeholder

Im intermodalen Logistiknetzwerk können Engpässe auch durch das Verhalten der Akteure gegenüber anderen Handelnden entstehen. Das liegt vor allem daran, dass der Blick für das große Ganze fehlt. So wird versucht zu konkurrieren statt zu kooperieren.¹²⁹ Diese Bereitschaft zur Kooperation, zu der der Informationsaustausch sowie die Erhöhung der Servicequalität des Netzwerks zählen, und der Einfluss von politischen Akteuren werden in diesem Unterkapitel genauer betrachtet.

Der Informationsaustausch innerhalb des intermodalen Netzwerks funktioniert nur bedingt. Vor allem unabhängige Transporteure stimmen ihre Pläne und Abläufe nicht ausreichend mit anderen Betroffenen ab.¹³⁰ Wichtige Gründe für dieses Verhalten

¹²⁹ vgl. Netland; Spjelkavik, 2010, S.311.

¹³⁰ vgl. Puettmann; Stadler, 2010, S.810.

sind die Furcht dem Mitbewerber überdurchschnittlich zu helfen ohne eine Kompensation dafür zu erhalten und das Teilen von strategischen Informationen zum Beispiel der Kundenbasis.¹³¹ Dieser **nicht kritische Datenaustausch** führt zu einem suboptimalen Zustand des Netzwerks. Es existiert eine Vielzahl an Informationssystemen, die als Entscheidungshilfe und zur Unterstützung der Ablaufplanung und -regelung dienen. Dazu zählen vor allem „Intelligent Transport Systems“ (ITS). Die Ziele von ITS sind ein Bereitstellen eines Echtzeit-Verkehrsmanagement und darüber hinaus mehr Transparenz und Effizienz in den mono- und intermodalen Abläufen zu ermöglichen.¹³² Allerdings weisen nicht alle Echtzeitdateninformationssysteme eine hohe Zuverlässigkeit auf.¹³³ RIS und ERTMS zählen zu ITS. Da sich diese Arbeit schwerpunktmäßig mit der Wasserstraße beschäftigt, werden in weiterer Folge die wichtigsten Merkmale von RIS behandelt.

In der EU kommt seit 2005 nur noch ein harmonisierter Binnenschifffahrtsinformationssystem (RIS) zum Einsatz.¹³⁴ RIS besteht aus vier standardisierten Systemen. Dazu zählen Schiffsverfolgung- und Aufspürungssysteme in der Binnenschiffahrt, elektronische Binnenschifffahrtskarten, Nachrichten für die Binnenschiffahrt und elektronisches Meldesystem für Reise- und Güterdaten. Außerdem gelten Regelungen zur Standardisierung der Schiffsausrüstung und des RIS-Datenaustauschs.¹³⁵ All dies dient dazu einen Informationsaustausch zwischen Binnenschiffen, Schleusen, Brücken, Terminals und Häfen über geographische, hydrologische und administrative Daten zu ermöglichen.¹³⁶ Dadurch wird eine umfassende Reiseplanung (engl. Voyage Plannig) möglich. Dazu zählt die Festlegung der Reiseroute inklusive Zwischenstopps, die Menge und Art der zu ladenden Güter und der zeitliche Ablauf. Besonders die maximale Beladung kann durch die Information des verfügbaren Wasserstandes optimal geplant werden.¹³⁷ RIS vereinfacht auch die bürokratischen Abläufe. So müssen Informationen zur Ladung und Reise nur einmal eingegeben werden.¹³⁸ Allerdings erfolgt die **Verwendung** von RIS auf **freiwilliger Basis**.¹³⁹

Die Standardisierung eines Binnenschifffahrtsinformationssystemes in der EU war ein erster Schritt zur Erhöhung der Servicequalität des Netzwerks. Um diese weiter zu steigern, bedarf es der Einführung neuer Technologien und Innovationen, Reduzierung nationaler Unterschiede und speziell für intermodale Abläufe geschultes

¹³¹ vgl. Sterzik; u.a., 2012, S.20.

¹³² vgl. Schilk; Seemann, 2012, S.624.

¹³³ vgl. Tsamboulas, 2008, S.282.

¹³⁴ vgl. via donau, 2013, S.126.

¹³⁵ vgl. via donau, 2013, S.127.

¹³⁶ vgl. Schilk; Seeman, 2012, S.624.

¹³⁷ vgl. via donau, 2013, S.119.

¹³⁸ vgl. via donau, 2013, S.131.

¹³⁹ vgl. via donau, 2013, S.121.

Personal.¹⁴⁰ Allerdings widerspricht gerade der letzte Punkt der Einstellung der Klein- und Mittelunternehmen, die den überwiegenden Teil der Akteure im Netzwerk stellen. Diese hängen in ihrer „Wir tun es, wie wir es immer getan haben“ Philosophie fest. Außerdem verfügen sie oft weder über die Zeit noch über das Kapital um Schulungen und Trainings zu ermöglichen.¹⁴¹ Gerade bei den anderen beiden Punkten spielen die politischen Akteure eine wichtige Rolle. So sind sie für die nationalen Steuer und Sicherheitsvorschriftenunterschiede verantwortlich. In der EU gelten zwar Höchst- und Mindeststeuersätze, aber kein einheitlicher Steuersatz. Dieser ist auch nur durch eine einstimmige Entscheidung aller Mitgliedsstaaten möglich.¹⁴² Zu guter Letzt fehlt die Abstimmung zwischen den notwendigen Investitionen in neue Technologien und Infrastruktur innerhalb der EU. So sind einige Förderungen nicht zweckgebunden. Es wird wieder **national** gedacht und das eigene **Interesse** steht im Vordergrund. Ein besonders passendes Beispiel stellt hier Ungarn dar. Ungarn vernachlässigte im Jahr 2012 die **Instandhaltung** der Donau. Dadurch verschlechterten sich die Fahrwasserbedingungen und dies verursachte somit einen Engpass.¹⁴³ Außerdem fehlt es an der nötigen Unterstützung privater Akteure.¹⁴⁴ Abbildung 8 zeigt noch einmal jene Bereiche auf, in denen Verbesserungen in der Zusammenarbeit der Akteure stattfinden sollten.

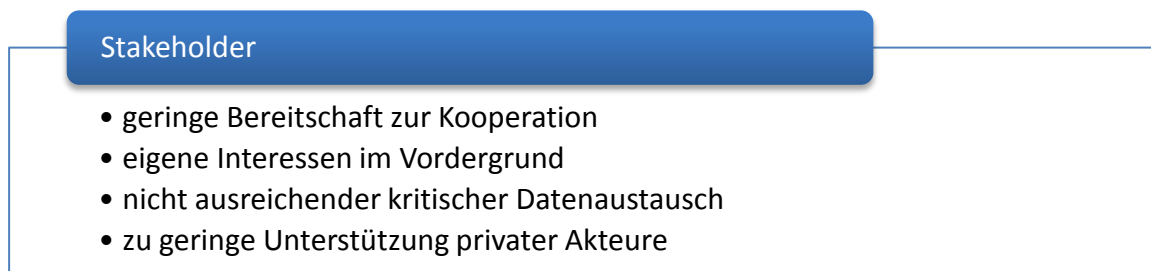


Abbildung 8: Aktionen der Akteure, die zu einem suboptimalen Netzwerkzustand führen

Bevor nun im nächsten Kapitel die praktische Umsetzung betrachtet wird, gibt das kommende Unterkapitel einen Überblick der Rahmenbedingungen der Binnenschifffahrt im Donaauraum unter Berücksichtigung des NEWS-Projekts.

2.3 Rahmenbedingungen NEWS

Dieser Abschnitt dient der Aufbereitung der wichtigsten Daten und Eigenschaften der Donau und des NEWS-Projekts. Zuerst wird auf die momentane Ausgangssituation im Donaauraum und kurz im Besonderen auf Österreich eingegangen. Danach werden einige Eckpunkte des NEWS-Projekts aufgezeigt.

¹⁴⁰ vgl. Zografos; Sedlacek; Bozuwa, 2012, S.2530f.

¹⁴¹ vgl. Zografos; Sedlacek; Bozuwa, 2012, S.2531.

¹⁴² vgl. Zografos; Sedlacek; Bozuwa, 2012, S.2530.

¹⁴³ vgl. <https://www.bmvit.gv.at/presse/aktuell/nvm/2012/0607OTS0027.html> (07.01.2014)

¹⁴⁴ vgl. Zografos; Sedlacek; Bozuwa, 2012, S.2530.

2.3.1 Ausgangssituation im Donauration

Bei der Donau handelt es sich um eine internationale Wasserstraße mit der Kennung E80.¹⁴⁵ Der Strom entspringt im Schwarzwald in Deutschland und mündet in Rumänien und der Ukraine ins Schwarze Meer. Die Donau durchfließt dabei zehn Staaten.¹⁴⁶ Innerhalb dieser beträgt die Einwohnerzahl im Donauration rund 90 Mio.¹⁴⁷ Sie weist eine Länge von 2.845 km auf, wobei davon 2.415 km schiffbar sind.¹⁴⁸ Allerdings besitzt die Donau auf dieser Strecke unterschiedliche nautische Charakteristika. So beträgt beispielsweise das Gefälle an der Oberen Donau (Strom-km 2.414,72 - 1.791,33) rund 37 cm pro km. Dieser Wert liegt an der Unteren Donau (Strom-km 931,00 – 0,00) bei 4 cm pro km. Durch diese verschiedenen physikalisch-geografischen Eigenschaften kommen auf den drei Hauptabschnitten der Donau (Obere, Mittlere und Untere Donau) unterschiedliche Schiffsverbände zum Einsatz.¹⁴⁹ Des Weiteren ermöglicht das hohe Gefälle der Oberen Donau den Bau von Flusskraftwerken. Es befinden sich 16 der 18 Donauplusskraftwerke auf der Oberen Donau. Außerdem verfügen 14 der 18 Kraftwerke über zwei Schleusenkammern, dies ermöglicht eine gleichzeitige Schleusung für zu Berg und zu Tal fahrende Schiffe.¹⁵⁰ Die Obere Donau weist auch die größte Brückendichte der Donaupassagen auf. 89 der 130 Donaubrücken überspannen den oberen Teil.¹⁵¹ Die Fahrrinne, also jener Bereich eines Binnengewässers bei dem die Erhaltung bestimmter Fahrwassertiefen und -breiten für den Schiffsverkehr angestrebt wird¹⁵², soll auf der Donau eine Mindest-Fahrrinnenbreite zwischen 100 und 180 m und eine Abladetiefe von mindestens 2,5 m aufweisen.¹⁵³ Durch den Bau des Main-Donau-Kanals zählt die Donau zur wichtigsten Binnenwasserstraßenachse auf dem europäischen Festland. Diese wird als Rhein-Main-Donau-Korridor bezeichnet.¹⁵⁴

In Österreich weist die Donau einen Modal-Split-Anteil von rund 5% auf.¹⁵⁵ Als Sammelstelle für Fahrwasser-Informationsdienste dient DoRIS (Donau River Information Services).¹⁵⁶ Außerdem zählt der Hafen Linz zu einem der umschlagsstärksten auf der gesamten Donau. Die anderen sind Izmail (Ukraine) und Galati (Rumänien).¹⁵⁷

¹⁴⁵ vgl. via donau, 2013, S.42.

¹⁴⁶ vgl. via donau, 2013, S.38.

¹⁴⁷ vgl. via donau, 2013, S.138.

¹⁴⁸ vgl. via donau, 2013, S.14.

¹⁴⁹ vgl. via donau, 2013, S.44f.

¹⁵⁰ vgl. via donau, 2013, S.54.

¹⁵¹ vgl. via donau, 2013, S.57.

¹⁵² vgl. via donau, 2013, S.49.

¹⁵³ vgl. via donau, 2013, S.61.

¹⁵⁴ vgl. via doanu, 2013, S.44.

¹⁵⁵ vgl. via donau, 2013, S.22.

¹⁵⁶ vgl. via doanu, 2013, S.59.

¹⁵⁷ vgl. via donau, 2013, S.15.

2.3.2 NEWS-Eckpunkte

Das EU-Projekt NEWS (Development of a **N**ext generation **E**uropean Inland **W**aterway **S**hip and logistics system) hat zwei Aufgaben. Diese sind die Entwicklung eines innovativen Containerschiffs und eines maßgeschneiderten Logistiksystems um den intermodalen Transport auf Binnengewässern vor allem auf der Donau zu stärken.

Um der Überalterung der Donauflotte gegenzusteuern, ist die Entwicklung und Validierung neuer Schiffskonzepte eine dringende Notwendigkeit für eine Steigerung der Konkurrenzfähigkeit des Binnenschiffverkehrs.¹⁵⁸ Deshalb wurde ein Konzept erstellt, bei dem das Transportvolumen eines auf der Donau üblichen Schiffs um bis zu 100% gesteigert werden kann. Dieses Wasserfahrzeug bleibt weiterhin mit der bestehenden Infra- und Suprastruktur interoperabel. Des Weiteren kann der Tiefgang angepasst werden und somit auf wechselnde Wasserniveaus reagiert werden. Auch die Reduktion des Abgasausstoßes wurde durch einen Treibstoffwechsel berücksichtigt.

Um nun das gesamte Potenzial dieses neuen Projekts vollständig realisieren zu können, müssen auch die anschließenden Logistiksysteme genau analysiert und bei Bedarf geändert werden. Um dies zu erreichen ist auch das Erkennen von möglichen Bottlenecks und deren Ursachen notwendig. Mit diesen beschäftigt sich der praktische Teil dieser Arbeit.

¹⁵⁸ vgl. via donau, 2013, S.111.

3 Praktische Umsetzung

Um die Engpässe des intermodalen Logistiknetzwerks im Donauraum und auf der genauer betrachteten Strecke Wien – Novi Sad identifizieren zu können, wurden Befragungen mit öffentlichen und privaten Akteuren durchgeführt. Es handelte sich dabei um Experteninterviews. Das nächste Unterkapitel beschäftigt sich kurz mit den Charakteristiken eines solchen, bevor in weiterer Folge auf die gewählte Strecke, den erstellten Leitfaden und die Datenerhebung näher eingegangen wird.

3.1 Experteninterview

Die Expertenbefragung zählt zu den empirischen Instrumenten der Befragung und stellt somit eine Methode zur qualitativen Datenerhebung dar. Es wird mündlich durchgeführt und beruht auf einem vorbereiteten Gesprächsleitfaden. Mieg und Näf definieren es als:

„Experteninterview = jemanden zu seinem/ihrem Wissen zu befragen“¹⁵⁹

Im Zentrum einer Expertenbefragung steht das sachliche Interesse am Wissen des Befragten.¹⁶⁰ Dieser zählt als Experte, wenn er über das gewünschte bereichsspezifische Wissen/Können aufgrund langjähriger Erfahrung verfügt.¹⁶¹ Um einen gewissen Grad der Vergleichbarkeit der Befragungsergebnisse gewährleisten zu können, wird das Interview auf Basis eines zuvor festgelegten Leitfadens durchgeführt. Im nächsten Abschnitt wird die Wahl der betrachteten Strecke erläutert.

3.2 Betrachtungseinheit

Bevor der Gesprächsleitfaden des Experteninterviews beleuchtet wird, soll in diesem Unterkapitel kurz eine Begründung für die Festlegung des genauer betrachteten Donauabschnitts Wien – Novi Sad erfolgen.

Während der umfassenden Recherche zur Erstellung des Grundlagenteils und zur Erwerbung eines fundierten Fachwissens, welches zum Führen eines Experteninterviews notwendig ist, stellte sich heraus, dass östlich von Wien diverse Engpässe auf der Wasserstraße Donau vorhanden sind. Dies und die Tatsache, dass Wien über einen Containerhafen verfügt, zeichneten Wien als Ausgangspunkt der Strecke aus. Novi Sad wurde als Endpunkt gewählt, da der Hafen sich von jenem in Wien stark unterscheidet und der Standort im einzigen nicht EU Land entlang der Donau liegt.

¹⁵⁹ Mieg; Näf, 2005, S.8.

¹⁶⁰ vgl. Mieg; Näf, 2005, S.9.

¹⁶¹ vgl. Mieg; Näf, 2005, S.7.

Somit werden mit der Betrachtungsstrecke Wien – Novi Sad Bereiche der oberen und mittleren Donau abgedeckt. Dieser Abschnitt findet im zweiten Teil des im nächsten Unterkapitel behandelten Leitfadens besonderes Augenmerk.

3.3 Experteninterview Leitfaden

Der Gesprächsleitfaden für das Experteninterview besteht aus einer Einleitung, einem kurzen Abschnitt mit Fragen zur Person des Experten, einem allgemeinen Teil zu Bottlenecks im Donaauraum und Fragen zur Strecke Wien – Novi Sad. Wobei es sich bei allen Formulierungen um offene Fragen handelt.

Die Einleitung dient zur Vorstellung des Interviewführenden und zur Klärung etwaiger Unklarheiten. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Einholung der Genehmigung des Mitschneidens des Gesprächs um eine Nachvollziehbarkeit der Auswertung zu garantieren.

Danach folgen Fragen zur Person, die in diesem Leitfaden sehr kurz gehalten sind, da die Ergebnisse anonymisiert werden. Außer dem Namen besteht dieser Teil aus nur einer einzigen Frage. Welche sich damit beschäftigt, wie lange der Befragte bereits im Bereich von intermodalen Logistikketten tätig ist. Damit wird abgeklärt, ob es sich bei dem Interviewten überhaupt um einen Experten in diesem Bereich handelt. Da sich Experten auch durch langjährige Erfahrung in einem bestimmten Gebiet auszeichnen.¹⁶²

Der folgende Abschnitt der allgemeinen Fragen zu Bottlenecks im Donaauraum stellt den ersten relevanten Teil der Datenerhebung zur Forschungsfrage dar. Die einführende Frage ist als direkte formuliert und soll feststellen, ob Engpässe eher in den Knoten oder auf den Verbindungsstrecken zu erwarten sind. Gleich anschließend folgt eine spezifizierende Frage um klarzustellen, bei welchem Verkehrsträger das größte Potenzial für Engpässe besteht. Danach beschäftigt sich der Leitfaden mit den Knoten und deren Suprastruktur eines intermodalen Netzwerks. Dann gliedert sich dieser Abschnitt noch in Fragen zu RIS und zu rechtlichen Aspekten der Donauländer. Somit wurde versucht in diesem allgemeinen Teil alle Bereiche des intermodalen Logistiknetzwerks im Donaauraum abzudecken, die zu Bottlenecks führen könnten.

Anschließend stehen im nächsten Abschnitt Engpässe auf der gewählten Strecke Wien – Novi Sad im Mittelpunkt. Zuerst werden Fragen zur Wasserstraße Donau auf dem betrachteten Abschnitt gestellt. Danach befindet sich der Wiener Containerhafen im Fokus der Befragung.

¹⁶² vgl. Mieg; Näf, 2005, S.7.

Abschließend wird dem Befragten noch die Möglichkeit zu einem Feedback eingeräumt.

Auf den folgenden Seiten befindet sich der gesamte Gesprächsleitfaden. Er wurde in dieser Form bei den Experteninterviews eingesetzt.

Einleitung

Ich möchte mich hiermit herzlich bei Ihnen für die Möglichkeit für dieses Interview bedanken.

Ich bin Paul Dangl und studiere Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau an der TU Wien. Im Moment schreibe ich meine Diplomarbeit zum Thema „Identifikation möglicher Bottlenecks in intermodalen Logistikketten mit dem Schwerpunkt des Binnenschifftransports im Donauraum“. Zu dieser Thematik führe ich derzeit einige Experteninterviews durch. Meine Arbeit ist in das EU-Projekt NEWS eingegliedert.

Das Interview wird in etwa 30 Minuten dauern.

Bevor wir anfangen, möchte ich mit Ihnen noch kurz einige Punkte zum Ablauf klären.

- Da ich allen Befragten dieselben Fragen stellen muss, könnte es sein, dass manche Fragen nicht für Ihre spezielle Situation passend erscheinen. Ich bitte Sie, das zu entschuldigen.
- Falls es für Sie in Ordnung ist würde ich das Gespräch für die Nachvollziehbarkeit einer genauen Dokumentation gerne aufnehmen. Stellt das für Sie ein Problem dar?
- Bevor ich eine Ihrer Formulierung wörtlich übernehme, lege ich Ihnen diese im Vorhinein zu Autorisierung vor.
- Ansonsten werden die Ergebnisse anonymisiert.

Das Gespräch ist in folgende Fragen gegliedert.

- **Fragen zu Ihrer Person**
- **Bottlenecks im intermodalen Netzwerk**
- **Engpässe auf der Strecke Wien-Novi Sad**

Gibt es noch Unklarheiten von Ihrer Seite, oder können wir anfangen?

Aufnahmegerät an?

Fragen zur Person

Fragen zur Person

Name:

Datum:

Seit wann beinhaltet Ihr Aufgabengebiet intermodale Logistikketten?

Erster Teil

Kommen wir nun zu den eigentlichen Fragen.

Der erste Teil besteht aus etwas allgemeineren Fragen, die bitte in Hinblick auf den Donaoraum beantwortet werden sollen.

Bottlenecks im intermodalen Netzwerk

Sind Engpässe eher in den Knoten (Terminals, Häfen,...) oder auf den Verbindungsstrecken festzustellen?

Welcher Verkehrsträger (Straße, Schiene, Wasserstraße) beherbergt das größte Engpasspotenzial und wodurch wird dieses ihrer Erfahrung nach ausgelöst?

Mir ist bewusst, dass jeder Terminal bzw. Hafen aufgrund seines individuellen Layouts und der dadurch bestehenden Ablaufplanung einzigartig ist. Trotzdem möchte ich Sie fragen, ob Engpässe innerhalb der Häfen eher bei Kai- oder Hinterlandoperationen auftreten?

Ist meine Annahme richtig, dass diese in der Regel durch Kräne verursacht werden?

Treten Ihrer Erfahrung nach trotz des River Information System noch Bottlenecks aufgrund fehlenden Informationsaustauschs auf? Wie äußern sich diese?

Mittels RIS wurde auch versucht, die bürokratischen Abläufe zu vereinfachen. Ich denke dabei an Zölle und nicht einheitliche Papiere. Ist dies gelungen, oder entstehen dadurch weiterhin Engpässe? Wenn ja, wie treten diese auf.

Ist die Annahme korrekt, dass die unterschiedlichen rechtlichen Rahmenbedingungen der Donauländer zu Bottlenecks führen?

In wie weit ist hier der arbeitsrechtliche Aspekt relevant oder verdient ein anderer Bereich hier besondere Aufmerksamkeit? Wenn ja, welcher?

Sind Engpässe, die durch arbeitsrechtliche Restriktionen entstehen, überwiegend auf den Verbindungen oder in den Knoten festzustellen und wie äußern sich diese? (Arbeitszeitenregulierung, Öffnungszeiten, Fahrverbote)

Nun kommen wir zum zweiten Teil des Interviews. Die Fragen zielen speziell auf die von mir gewählte Strecke zwischen Wien und Novi Sad ab. Ich bitte Sie, dies bei Ihren Antworten zu berücksichtigen.

Bottlenecks Wien – Novi Sad

Treten auf der Wasserstraße Donau Engpässe zwischen Wien und Novi Sad auf, für die weder Brücken noch Schleusen verantwortlich sind?

Wenn ja, wie äußern sich diese und was verursacht sie?

Was stellt die Bottleneckressource im Wiener Containerhafen dar?

Treten im Wiener Hafen noch andere Engpässe auf?

Was löst diese aus?

Gibt es aus Ihrer Sicht eine wichtige Frage, die unbehandelt blieb?

Ich möchte mich an dieser Stelle ganz herzlich für die Zeit bedanken, die Sie mir zur Verfügung gestellt haben.

3.4 Datenerhebung

In diesem Unterkapitel wird die Vorgehensweise vor und während der Interviews dargestellt. Außerdem beinhaltet es auch eine Liste der Befragten Experten.

Bevor die Experteninterviews zur Datenerhebung durchgeführt wurden, fand eine erste Kontaktaufnahme mit potenziellen Experten sowohl schriftlich als auch telefonisch statt. Bei dieser wurde kurz das EU-Projekt NEWS vorgestellt und auf die für diese Arbeit relevanten Aspekte einer intermodalen Logistikkette eingegangen. Außerdem erfolgte die Anfrage zur Bereitschaft der Teilnahme an einem Experteninterview. Besonderes Augenmerk erhielt hierbei der Umstand, Experten aus möglichst allen Bereichen des Logistiknetzwerks zu kontaktieren und in weiterer Folge zu befragen. Sobald ein Interesse von Seiten der möglichen Interviewpartner vorhanden war, wurden telefonische Vorgespräche durchgeführt. Dies war notwendig um festzustellen, ob es sich bei den potenziellen Experten tatsächlich um solche handelte. Des Weiteren wurden im Zuge dieser Gespräche die Eckpunkte des Interviews und mögliche Termine zur Durchführung ebendieses besprochen. Danach folgte eine schriftliche Bestätigung des Termins in dem noch einmal die Themenbereiche des Leitfadens dargestellt wurden.

Die Interviews dauerten im Durchschnitt um die 30 Minuten und wurden in deutscher und bei Bedarf in englischer Sprache abgehalten. Sie wurden größtenteils telefonisch durchgeführt. Ansonsten erfolgten die Befragungen persönlich. Eines, der Interviews, wurde auf Wunsch des Befragten schriftlich mittels eines ausführlichen Schriftverkehrs absolviert. Die Gespräche fanden ausschließlich unter zu Hilfenahme des ausgearbeiteten Leitfadens statt und wurden alle zur Nachvollziehbarkeit der Auswertung und Vereinfachung der Dokumentation mitgeschnitten. Somit erfolgte die Datenerhebung interkommunikativ.

Um der länderübergreifenden Aufgabenstellung gerecht zu werden, wurden Experten aus drei verschiedenen Ländern (Deutschland, Österreich und Serbien) interviewt. Tabelle 3 stellt eine Auflistung der Experten, mit denen das Interview durchgeführt wurde, dar.

Datum	Name	Unternehmen
04.03.2014	Hoppe Rainer	SENATOR INTERNATIONAL Speditions GmbH
05.03.2014	Jina Ralf	First-DDSG Logistics Holding GmbH
07.03.2014	Hartl Simon	via donau
18.03.2014	Ganibegovic Nusreta	WienCont Container Terminal Gesellschaft m.b.h.
26.03.2014	Rojko Peter	Hafen Wien
15.04.2014	Radoslav Rajkovic	Agent Plus

Tabelle 3: Experten

3.5 Datenauswertung

Dieses Unterkapitel beschreibt die erfolgten Arbeitsschritte während der qualitativen Datenauswertung. In diesem Zusammenhang diente die **interpretative Vorgehensweise** nach Meuser und Nagel als Basis für die durchgeführten Auswertungsabschnitte. Trotz des älteren Erscheinungsdatums (1991) hat das Werk in der Literatur gerade in Hinblick auf die Auswertung von Experteninterviews nichts an Aktualität eingebüßt.¹⁶³

Dies zeigt auch, dass von den beiden Autoren definierte Ziel der Datenauswertung. Dieses ist:

„im Vergleich mit den anderen ExpertInnen-texten das Überindividuell-Gemeinsame herauszuarbeiten, Aussagen über Repräsentatives, über gemeinsam geteilte Wissensbestände, Relevanzstrukturen, Wirklichkeitskonstruktionen, Interpretationen und Deutungsmuster zu treffen.“¹⁶⁴

Um diesem Vorsatz gerecht zu werden, erfolgt die Datenauswertung aufgrund des Vorgehens des thematischen Vergleichs. Mit dessen Hilfe Gemeinsamkeiten und Unterschiede aufgrund von typischen Äußerungen der Experten erarbeitet werden.¹⁶⁵ Die Vergleichbarkeit der Gespräche ist durch die leitfadenorientierte Interviewführung garantiert. Es handelt sich hierbei um eine nichtstandardisierte Auswertung.¹⁶⁶

Als Ausgangsmaterial wurden die während der Gespräche angefertigte **Mitschrift**, der aufgenommene **Mitschnitt** des Interviews sowie ein **Post-Skript**, in dem wichtige Beobachtungen festgehalten wurden, herangezogen.

Der erste Auswertungsschritt nach dem interpretativen Vorgehen nach Meuser und Nagel besteht aus der **Transkription** und der **Paraphrasierung** der Gespräche.¹⁶⁷ Für diese Arbeit lag das Hauptaugenmerk auf der Paraphrasierung, da dadurch die für die Forschungsfragen relevanten Aussagen übersichtlich und klar herausgearbeitet werden konnten. Dabei wurde besonders darauf geachtet, die Komplexität der Expertenaussagen zu erhalten und keine bedeutsamen Aussagen zu übergehen. Dies ist besonders wichtig, da die Paraphrasierung als Grundstein der Auswertung dient und somit nicht überbewertet werden kann.¹⁶⁸ Das Werkzeug der Transkription wurde nur an jenen Stellen verwendet, die für wörtliche Zitate in Frage kamen oder bei denen keine Paraphrasierung ohne Inhaltsverlust möglich war.

¹⁶³ vgl. Mieg; Näf, 2005, S.22.

¹⁶⁴ Meuser; Nagel, 1991, S.452.

¹⁶⁵ vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.452.

¹⁶⁶ vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.453.

¹⁶⁷ vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.455f.

¹⁶⁸ vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.457.

Anschließend wurden den Paraphrasen **Überschriften** zugeordnet. Dieser Schritt war notwendig, um eine Übersicht über die einzelnen Interviewtexte zu erhalten. Wobei es durchaus vorkam, dass einer Sequenz mehrere Überschriften zugeteilt wurden. Typische Titel in dieser Arbeit waren: Wasserstraße, Straße, RIS, Knoten usw. Meuser und Nagel weisen besonders daraufhin, dass der Gegenstand während dieser Phase der Auswertung noch immer das einzelne Interview ist.¹⁶⁹

Ab der nächsten Stufe dem **thematischen Vergleich** wurden mehrere Texteinheiten herangezogen. In diesem Schritt wurden Passagen aus verschiedenen Interviews, mit gleichen oder ähnlichen Inhalt, zusammengefasst und die Überschriften wurden vereinheitlicht. Diese Phase ist nötig um Redundanzen auszumerzen.¹⁷⁰ Aufgrund der hohen Verdichtung der Daten treten Meuser und Nagel für eine wiederholende Überprüfung der Zuordnungen ein. Außerdem stellen die Autoren der interpretativen Auswertungsmethode auch fest, dass die Resultate des Vergleichs mit den Passagen der Interviews zu prüfen sind, um keine wichtigen Informationen für die Interpretation zu verlieren.¹⁷¹ All dies wurde bei der Durchführung dieses Auswertungsschritts berücksichtigt.

Die letzten beiden Phasen des interpretativen Vorgehens sind die **soziologische Konzeptualisierung**, hierbei handelt es sich um eine Verallgemeinerung des vorliegenden empirischen Materials, und die **theoretische Generalisierung**. Bei diesem Schritt werden die empirischen Erkenntnisse mit der Theorie konfrontiert. Dabei wird festgestellt, ob die Konzepte inadäquat sind, falsifiziert werden oder passen.¹⁷²

Um dieses Auswertungsverfahren erfolgreich durchzuführen, legen die beiden Autoren des interpretativen Vorgehens noch zwei Faustregeln fest.

Alle Stufen müssen durchlaufen werden und es darf keine übersprungen werden.¹⁷³

Umso weiter der Auswertungsprozess fortgeschritten ist, umso notwendiger wird es, auf die vorhergehende Ebene zurückzuspringen, um die Angemessenheit der Verallgemeinerung und die Fundierung dieser in den Daten zu kontrollieren.¹⁷⁴

Diese beiden Regeln wurden während des gesamten Auswertungsprozesses dieser Arbeit berücksichtigt. Die Ergebnisse der Datenerhebung und der darauffolgenden Auswertung sind im nächsten Kapitel zu finden.

¹⁶⁹ vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.458.

¹⁷⁰ vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.459.

¹⁷¹ vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.460f.

¹⁷² Vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.463ff.

¹⁷³ vgl. Meuser; Nagel, 1991, S.465.

¹⁷⁴ vgl. ebenda

4 Ergebnisse

In diesem Teil der Arbeit werden die gewonnenen Ergebnisse präsentiert und analysiert. Einige davon sind durch Zitate aus den Interviews hervorgehoben. Die gesammelten Daten sind in ähnliche Abschnitte wie in Kapitel 2 gegliedert. Zuerst werden allgemein gültige Engpässe eines intermodalen Logistiknetzwerks beleuchtet. Dabei wird bereits auf Eigenheiten des Donauraums eingegangen, bevor anschließend die gewählte Strecke Wien – Novi Sad genauer betrachtet wird. Danach dient Abbildung 11 als graphische Aufbereitung der erkannten Bottlenecks. An dieser Stelle ist bereits anzumerken, dass die Ursache-Wirkung-Beziehung bei nahezu allen Engpässen auf mehrere Bereiche eines intermodalen Logistiknetzwerks zurückzuführen ist. Besonders treffend äußerte sich einer der Experten dazu: „Entlang so einer langen Wasserstraße wie der Donau gibt es ganz viele unterschiedliche Ursachen für irgendwelche Effekte.“ Als erste dieser Größen werden die Verkehrsträger behandelt.

4.1 Bottlenecks durch Verkehrsträger

Dieser Abschnitt dient der Darstellung der Ergebnisse bezüglich der in Kapitel 2 behandelten Verkehrsträger. Allerdings erfolgt die Reihung diesmal nach dem Engpasspotenzial im Donauraum. Daher wird die Schiene vor der Straße und diese vor der Wasserstraße betrachtet. Bevor auf die einzelnen Verkehrsträger eingegangen wird, präsentiert der nächste Absatz noch allgemeine Aspekte zu dieser Thematik.

Die Verkehrsträger und somit in weiterer Folge die **Verbindungsstrecken** stellen das **größte Engpasspotenzial** in einem intermodalen Logistiknetzwerk dar. Dieses ist auf den fehlenden finanziellen Rückhalt zurückzuführen. Diese Erkenntnis ist unabhängig vom betrachteten Verkehrsträger. Allerdings ist hier anzumerken, dass es sich um eine sehr generalisierte Feststellung handelt und diese bei der genaueren Betrachtung einzelner Netzwerke widerlegbar ist.

4.1.1 Schiene

Die Schiene weist das geringste Engpasspotenzial im Donauraum auf. Einzig in **Südosteuropa** treten vereinzelt **infrastrukturelle Probleme** auf. Diese sind dann durch fehlende „interconnectivity“ und „interoperability“ feststellbar. In West-, Nord- und Mitteleuropa stellt die Schiene eine verlässliche Größe im intermodalen Netzwerk dar. Dies lässt sich vermehrt durch die gelungene Zuganbindung der Häfen und Terminals feststellen. So verfügt der Wiener Containerhafen über eine Schwungeinfahrt mit deren Hilfe täglich Ganzzüge Richtung Rotterdam und Hamburg abgefertigt werden.

4.1.2 Straße

Der Verkehrsträger Straße beherbergt ein gewisses Engpasspotenzial. Dabei handelt es sich vor allem um Zeitverzögerungen durch **Überlastung** oder **Restriktionen**. Dazu zählen Nachtfahrverbote in Ballungszentren und tageweise Fahrverbote aber auch Fahrverbote aufgrund von unzureichender Instandhaltung (beispielsweise: Ablastung von Brücken). Um den Engpässen durch Überlastung entgegen zu wirken, sind infrastrukturelle Investitionen notwendig. Hier weist der Verkehrsträger Straße die höchste Bereitschaft für finanzielle Aufwendungen auf. Als Beispiel dient Rumänien, das das Autobahnnetz in den letzten Jahren um ein Vielfaches erweitert hat.

4.1.3 Wasserstraße

Das größte Engpasspotenzial ist auf dem Verkehrsträger Wasserstraße feststellbar. Einer der Befragten äußerte sich dazu besonders treffend: „Dieses spiegelt sich auch im Modal Split wieder.“ Der Anteil der Wasserstraße am Modal Split betrug im Jahr 2010 in den EU-Ländern lediglich rund 6,5%.¹⁷⁵ Die Gründe für Engpässe auf diesem Verkehrsträger sind vielseitig und werden im nächsten Absatz genauer betrachtet.

Die Wasserstraße stellt die Verbindungsstrecke dar, welche am stärksten den äußeren Bedingungen ausgeliefert ist. Die Wasserstände und die Wasserqualität sind witterungsbedingt. Daher kommt es wetterabhängig zu Hoch- oder Niederwasser. Dadurch und etwaige Verschlammungen wird die Schiffbarkeit der Wasserstraßen verschlechtert und es kommt zu einer Fahrwassertiefgangreduzierung. Dieser Verringerung der Schiffbarkeit wird durch die **Instandhaltung** der Wasserstraße und durch **flussbauliche Projekte** entgegengewirkt. Allerdings benötigen diese Maßnahmen einen finanziellen Rückhalt, welcher in einigen Ländern entlang der Donau nicht vorhanden ist. Dies spiegelt sich auch an dem Zustand diverser Brücken in Südosteuropa stark wieder. Als Beispiele dienen hier Ungarn, das kaum in die Instandhaltung der Donau investiert, oder Rumänien und Bulgarien, die die Förderung der Schiene und Straße klar in den Vordergrund stellen. Allerdings finden und fanden zahlreiche Maßnahmen entlang der Donau statt, die die Schiffbarkeit der Wasserstraße über die letzten Jahre deutlich verbessert haben. Dies wird durch folgende Expertenaussage bestätigt: „Heute ist alles schöner als vor fünf Jahren und noch viel schöner als vor zehn Jahren.“ Gerade auf langen Wasserstraßen kann es aufgrund der unterschiedlichen nautischen Charakteristiken zu Abschnitten mit unterschiedlichen Engpassursachen kommen. So führen auf der flachen Unteren Donau die geringe Bereitschaft zur Instandhaltung und Verbesserung der Schiffbarkeit durch Projekte zu Engpässen. Auf der anderen Seite weist die steilere Obere Donau eine Vielzahl an **Schleusen**

¹⁷⁵ Vgl. via donau, 2013, S.21.

und **Brücken** auf. Schleusen führen zu Zeitverzögerungen, die andere Verkehrsträgern nicht aufweisen. Außerdem können sie bei Ausfall von Schleusenkammern zu beträchtlichen Schwierigkeiten der Schifffahrtstreibenden führen. Brücken führen in der Regel nur auf freien Fließstrecken zu Engpässen. Diese können durch Hochwasser oder Verschlammungen verursacht werden.

Somit kann zusammenfassend festgehalten werden, dass Engpässe auf der Wasserstraße durch unzureichende Instandhaltung, fehlende Wasserstraßenplanung und in weitere Folge fehlende flussbauliche Projekte, Schleusen und Brücken verursacht werden.

4.1.4 Bottlenecks der Verkehrsträger im Donauraum

In diesem Abschnitt werden die Engpässe im Donauraum, welche durch Verkehrsträger entstehen, detailliert aufgelistet und in Abbildung 9 graphisch zusammengefasst. Die Reihenfolge der Bottlenecks richtet sich nach der Lage auf der Donau und erfolgt stromabwärts. Die Engpässe sind somit den Bereichen Oberen, Mittleren und Unteren Donau zugeordnet. Da die **Überlastung und Fahrverbote** auf der **Straße** für den gesamten Donauraum auftreten und sich die **infrastrukturellen Defizite** auf die **südosteuropäische Schiene** begrenzen, werden diese bereits hier erwähnt.

Auf der Oberen Donau (Strom-km 2.414,72 - 1.791,33) befinden sich **16** der insgesamt **18 Schleusanlagen** der gesamten Donau. Außerdem wurden auf diesem Abschnitt drei nautische Engpässe identifiziert. Bei dem ersten Bottleneck handelt es sich um den Abschnitt **Straubing-Vilshofen** (Strom-km 2318-2249). Bei diesem Streckenabschnitt wird bereits an einer Verbesserung der Situation gearbeitet. Allerdings befinden sich die flussregelnden Maßnahmen auf diesem Teil noch in der Planungsphase. Der nächste festgestellte nautische Engpass stellt **Wien-Bratislava** (Strom-km 1920-1872) dar. Auch bei diesem Bottleneck wird bereits eine Steigerung der Schiffbarkeit angestrebt. Das Pilotprojekt Bad Deutsch-Altenburg dient zur Testung der flussbaulichen Maßnahmen, die bei Erfolg auf der gesamten Engpassstrecke zum Einsatz kommen sollen. Die wichtigsten Schritte hierbei sind die Sohlverbesserung, die Optimierung der Niederwasserregulierung, der Uferrückbau und die Uferabsenkung. Mit diesem flussbaulichen Gesamtprojekt kann Österreich eine Vorbildrolle für integrative Maßnahmen und in weiterer Folge für eine leistungsfähigere Wasserstraßeninfrastruktur auf der Donau einnehmen. Dies gilt vor allem für die nautischen Engpässe auf den anderen Donauabschnitten. Gerade in **Ungarn** existiert ein erheblicher nautischer Engpass (Gabcikovo-Budapest (Strom-km 1811-1646)). Obwohl dieser den örtlichen Behörden bekannt ist, werden keine Schritte für eine Korrektur der Situation vorgenommen. Ein Experte äußert sich folgendermaßen zu dieser Thematik: „Im Moment sind wir unterhalb von Wien und

besonders in Ungarn sehr stark limitiert.“ Der nächste festgestellte Engpass ist bei **Apatin** (Strom-km 1401,5) in Serbien. Auch in diesem Bereich ist die Schiffbarkeit aufgrund von Niedrigwasser gefährdet. Ein weiteres Problem stellen die beiden **Schleusenkammern am Eisernen Tor** in Serbien dar. Diese müssen erneuert werden. Der letzte nautische Engpass ist auch der längste. Dieser besteht aus dem Abschnitt, den sich **Rumänien und Bulgarien** teilen (Strom-km 850-375), und dem restlichen Stück in **Rumänien bis zur Mündung ins Schwarze Meer** (Strom-km 375-0). Trotz der beschlossenen Kooperation zur gemeinsamen Verbesserung der Schiffbarkeit zwischen Rumänien und Bulgarien ist gerade auf dieser Strecke noch ein erheblicher Aufholbedarf vorhanden.



Abbildung 9: identifizierte nautische Engpässe¹⁷⁶

4.2 Bottlenecks der Knoten

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit dem nächsten Bereich, der auf Engpässe untersucht wurde, den Knoten. Bei dieser Thematik stehen vor allem die Häfen im Vordergrund. Während der Interviews wurde nicht speziell auf Terminals eingegangen.

Die Experten waren sich einig darüber, dass Engpässe in Häfen nicht generalisiert werden können. Dies ist auf das individuelle Layout und die Ablaufplanung zurückzuführen. Daher besitzen sowohl Kai- als auch Hinterlandoperationen ein Bottleneckpotenzial. Allerdings konnte festgestellt werden, dass Kaioperationen aufgrund **fehlender Suprastruktur** und/oder dem **Zustand der Anlagen** Engpässe verursachen. Bei den Hinterlandoperationen lassen sich Bottlenecks vermehrt auf **unzureichenden Informationsaustausch** zurückführen. Ein Experte vermerkte hierzu, dass LKWs manchmal nicht zur rechten Zeit am rechten Ort wären. Häfen in

¹⁷⁶ Quelle modifiziert übernommen aus:

http://www.donauschiffahrt.info/fileadmin/group_upload/5/Bilderarchiv/Donau_on_Tour/Wasserstrasse_nkarte_Donau_20110902_endversion.pdf (01.04.2014)

Ballungszentren oder deren Nähe sind außerdem noch von den Staus in den Städten betroffen.

Für den Donaauraum zeichnet sich ein ähnliches Bild wie bei den nautischen Engpässen ab. So entsprechen die Häfen auf der Oberen Donau den Ansprüchen der Befragten. Jedoch trifft diese Generalisierung **ab Budapest** nicht mehr zu. Nach diesem Hafen müssen die **Häfen** stromabwärts genauer auf deren **Anforderungen überprüft** werden. Ein spezielles Augenmerk sollte in diesem Zusammenhang besonders den Investitionen ins Kranequipment auf der Unteren und Mittleren Donau zuteilwerden.

4.3 River Information System

Im Moment befindet sich das River Information System gerade in der Implementierung. Trotz durchwegs positiven Stellungnahmen der Experten wurde deutlich darauf hingewiesen, dass in der Praxis nur ein geringer Teil der **Kapazitäten** von RIS ausgenutzt werden. So wird das System im Moment vor allem behördlich genutzt. In diesem Zusammenhang dient es fast ausschließlich zum Nachvollziehen von Unfallhergängen und Schleusungen. Einer der Experten fasste die Situation, wie folgt, zusammen: „Wir stehen vor der Herausforderung das System logistisch nutzbar zu machen.“ Es werden bereits einige Pilotprojekte zur Bewältigung dieser Hürde durchgeführt.

Allerdings wird der Fortschritt durch den **fehlenden Willen** mancher **Akteure** gebremst. Einer der Experten stellte treffend fest: „RIS wird nicht so benutzt, wie es möglich wäre.“. Einige Anwender sind auf ihren eigenen Vorteil bedacht und setzen RIS nur auf der gesetzlich vorgeschrieben Basis ein. RIS benötigt vor allem in drei Bereichen eine stetige Verbesserung. Dazu zählt der bereits angesprochen **Datenaustausch**. Für eine vollständige Nutzung der Kapazitäten ist es notwendig, dass alle Beteiligten die benötigten Informationen freiwillig miteinander teilen. Da dies jedoch im Moment nicht realistisch erscheint, sprachen sich einige der Befragten dafür aus, das Verwenden von RIS über gesetzliche Vorschriften hinaus an bestimmte Förderungen zu koppeln. Außerdem existiert im Moment noch kein internationales Regulativ für den Informationsaustausch. Dennoch steigerte die Implementierung von RIS die Qualität des Datenaustauschs erheblich.

Eine weitere Problematik herrscht im Gebiet des **Datenschutzes**. Die strengen Regelungen verhindern den effizienten Einsatz von RIS. Diese Restriktionen führen dazu, dass in den Häfen nur der Oberste Hafenmeister die volle Befugnis zur Einsicht in das System besitzt. Diese Stellung erhält er in Österreich, da er dem zuständigen Bundesministerium unterstellt ist. Auch in diesem Bereich wird an einer Lösung gearbeitet. Die Hürde sollte in ein bis zwei Jahren überwunden werden.

Auch auf dem Gebiet der **Standardisierung** beherbergt RIS ungenutzte Kapazitäten. Zwar ist die Implementierung des Systems ebenso mit einer Erleichterung bürokratischer Abläufe einhergegangen. Allerdings herrscht gerade bei der Vereinheitlichung von Papieren, Zöllen und der Reduzierung von Revisionen noch Aufholbedarf. Dies erfolgt mittels Pilotprojekten. Eines davon ist beispielweise IRIS Europ3, welches sich unter anderem mit der Übermittlung von Positionsdaten beschäftigt. Die Standardisierung von Abläufen zählt zu einem wichtigen Bereich der Donaoraumstrategie und kann mit einem vollausgenützten River Information System ermöglicht werden.

4.4 Bottlenecks durch Stakeholder

Engpässe, die durch Akteure des Netzwerks entstehen, können in zwei Kategorien unterschieden werden. Zum einen Bottlenecks, die durch das Handeln der Stakeholder verursacht werden und zum anderen jene, die durch rechtliche Aspekte entstehen. Im nächsten Absatz werden noch einmal erstere zusammengefasst.

Die Bottlenecks, welche durch das Handeln der Akteure bedingt sind, entstehen dadurch, dass einzelne Stakeholder ihre **eigenen Interessen** über das gemeinsame Ganze stellen. Ein Experte fasste diese Situation folgendermaßen zusammen: „Es wird eine Win-win-Situation für alle verhindert.“. Sei es durch das Vernachlässigen der Instandhaltung der Wasserstraße durch die zuständigen Behörden, wie dies der Fall in Ungarn, Rumänien oder Bulgarien der Fall ist, oder durch die nicht vorhandene Bereitschaft zum kritischen Datenaustausch mittels RIS einzelner Akteure.

Bei den **rechtlichen Aspekten** ist die EU bemüht mittels der Donaoraumstrategie eine Vereinheitlichung der rechtlichen Rahmenbedingungen zu schaffen. Allerdings zählt **Serbien** nicht zur EU und unterliegt somit nicht dem EU-Recht. Es wird versucht ein gemeinsames Regulativ zu erstellen. Hierbei sollten die EU-Beitrittsabläufe von Serbien hilfreich sein. In diesem Zusammenhang sind abermals die **Vereinheitlichung des Datenschutzes**, des **Informationsaustauschs** und die **Standardisierung** von Papieren, Zöllen und Revisionen die zentralen Themen. Erste Erfolge dieser von der EU getriebenen Bemühungen sind bereits feststellbar, wie zum Beispiel die Vereinheitlichung der Schiffszulassungen, welche jedoch nicht für Serbien gelten, zeigen. Durch die Harmonisierung der rechtlichen Situation sollte es auch zu einer starken Reduzierung benötigter Genehmigungen kommen. Außerdem stellen die angesprochenen **Revisionen** Engpässe dar. Diese Überprüfungen sind mit einem hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand behaftet. Sie finden an den Grenzen zwischen Ungarn und Serbien und Serbien und Rumänien statt. Obwohl diese Grenzübergänge die einzigen sein sollten, an denen Überprüfungen durchgeführt werden, erfolgen diese auch zwischen EU-Ländern. Die Stellungnahme

eines Experten lautete: „Wir fahren nur aufs andere Ufer und kämpfen mit Formalitäten zwischen EU-Land und EU-Land.“ Diese Äußerung deutet auf eine weitere Problematik innerhalb der EU hin. Es handelt sich dabei um das rechtliche Regulativ und dessen Umsetzung. Obwohl die Vereinheitlichung des Rechts von der EU stark vorangetrieben wird, hinkt die Umsetzung in den einzelnen Mitgliedstaaten hinterher. Dies fasste ein Experte folgendermaßen zusammen: „Die rechtlichen Regelungen und deren Umsetzung sind zwei Paar Schuhe.“. Diese Problematik ist bei den arbeitsrechtlichen Aspekten eines intermodalen Netzwerks nicht stark ausgeprägt. Die Arbeitszeitregulierungen können auf den Verbindungsstrecken zu Engpässen führen. Auf der anderen Seite lösen die teilweise stark limitierten Öffnungszeiten der Knoten vereinzelt Bottlenecks aus, welche jedoch durch eine Erweiterung der Öffnungszeiten bei Bedarf verhindert werden können.

4.5 Bottlenecks zwischen Wien und Novi Sad

Die Engpässe auf der Strecke Wien – Novi Sad soll ähnlich den nautischen Bottlenecks in Kapitel 4.1.4 aufgearbeitet werden. Auch auf dieser Betrachtungseinheit werden die identifizierten Engpässe entlang der Donau stromabwärts beschrieben.

Als Ausgangspunkt dient der Hafen Wien. Dieser Hafen verfügt über einen eigenen Container Hafen, der von dem Unternehmen WienCont betreut wird. Der **Wiener Container Hafen** leidet unter **Platzmangel**. Allerdings ist dieser Bottleneck den Hafenbetreibern bekannt und es wird bereits an einer Behebung dieses Engpasses gearbeitet. Dies wird mittels eines Verlandungsprojekts durchgeführt. Dabei wird ein Teil des Hafenbeckens zugeschüttet. Die Maßnahme wird bis Ende 2015 bzw. Anfang 2016 beendet sein und wurde aufgrund der Tatsache ermöglicht, dass die anliegenden Schiffe im Hafengebiet nicht mehr platzraubend wenden müssen, sondern mit Hilfe einer Standwendung oder des Rückwärtsfahrens den Hafen verlassen können. Da der Wiener Hafen nahe am Ballungszentrum Wien liegt, kann es durch das Wiener **Nachtfahrverbot** zu Engpässen bei der Anlieferung mittels LKW kommen, obwohl die Zu- und Abfahrten des Hafens dem Fahrverbot nicht unterliegen. Eine weitere Besonderheit des Wiener Container Hafens besteht darin, dass kaum Umschlag zwischen Schiff und Schiff stattfindet. Die Ausnahme bildet hier der Leercontainertransport zwischen Wien und Constanța.

Auf der Wasserstraße Donau folgen dann die in Kapitel 4.1.4 angesprochenen nautischen Engpässe, welche zu einer Verminderung der Beladung der Fahrzeuge führen. Dazu zählt die Strecke **Wien-Bratislava** (Strom-km 1920-1872), wobei hier das Flussbauliche Gesamtprojekt mit dem Pilotprojekt Bad Deutsch-Altenburg Abhilfe schaffen soll. Danach folgt der Bottleneck in Ungarn zwischen **Gabcikovo-Budapest** (Strom-km 1811-1646), welcher aufgrund der fehlenden Bereitschaft zur

Instandhaltung vorhanden ist. Bevor als letzter nautischer Engpass **Apatin** (Strom-km 1401,5) auftritt, liegt mit der **ungarisch-serbischen Grenze** noch eine Problemstelle auf der Strecke. Wie bereits in Kapitel 4.4 dargestellt, handelt es sich hierbei um eine Grenze zwischen EU-Land und Nicht-EU-Land. Wodurch es zu Grenzkontrollen und Überprüfungen kommt. Ein Experte hat die Situation folgendermaßen beurteilt: „Wir sind unterhalb von Wien stark limitiert.“ Dazu kommt noch, dass **Serbien** aufgrund der fehlenden Regulation der EU keine Anreize aufweist in Intermodalität zu investieren. Dies betrifft sowohl die Entwicklung benötigter Institutionen als auch die gesetzliche Rahmenbedingungen des intermodalen Verkehrs sowie Regelungen für private Investitionen in die benötigte Infra- und Suprastruktur. In Abbildung 10 sind diese Engpässe graphisch aufgearbeitet, dabei wurden die nautischen Engpässe rot eingefärbt und der Grenzübergang zwischen Ungarn und Serbien gelb dargestellt.



Abbildung 10: Engpässe Wien - Novi Sad¹⁷⁷

¹⁷⁷ Quelle modifiziert übernommen aus:
http://www.donauschiffahrt.info/fileadmin/group_upload/5/Bilderarchiv/Donau_on_Tour/Wasserstrasse_nkarte_Donau_20110902_endversion.pdf (01.04.2014)

4.6 Übersicht der identifizierten Bottlenecks

Die Ergebnisse der Befragungen werden in Abbildung 11 zur Verbesserung der Übersichtlichkeit graphisch zusammengefasst. Es handelt sich dabei um eine Aufstellung der Engpässe im Donauraum mit besonderem Augenmerk auf die Wasserstraße Donau.

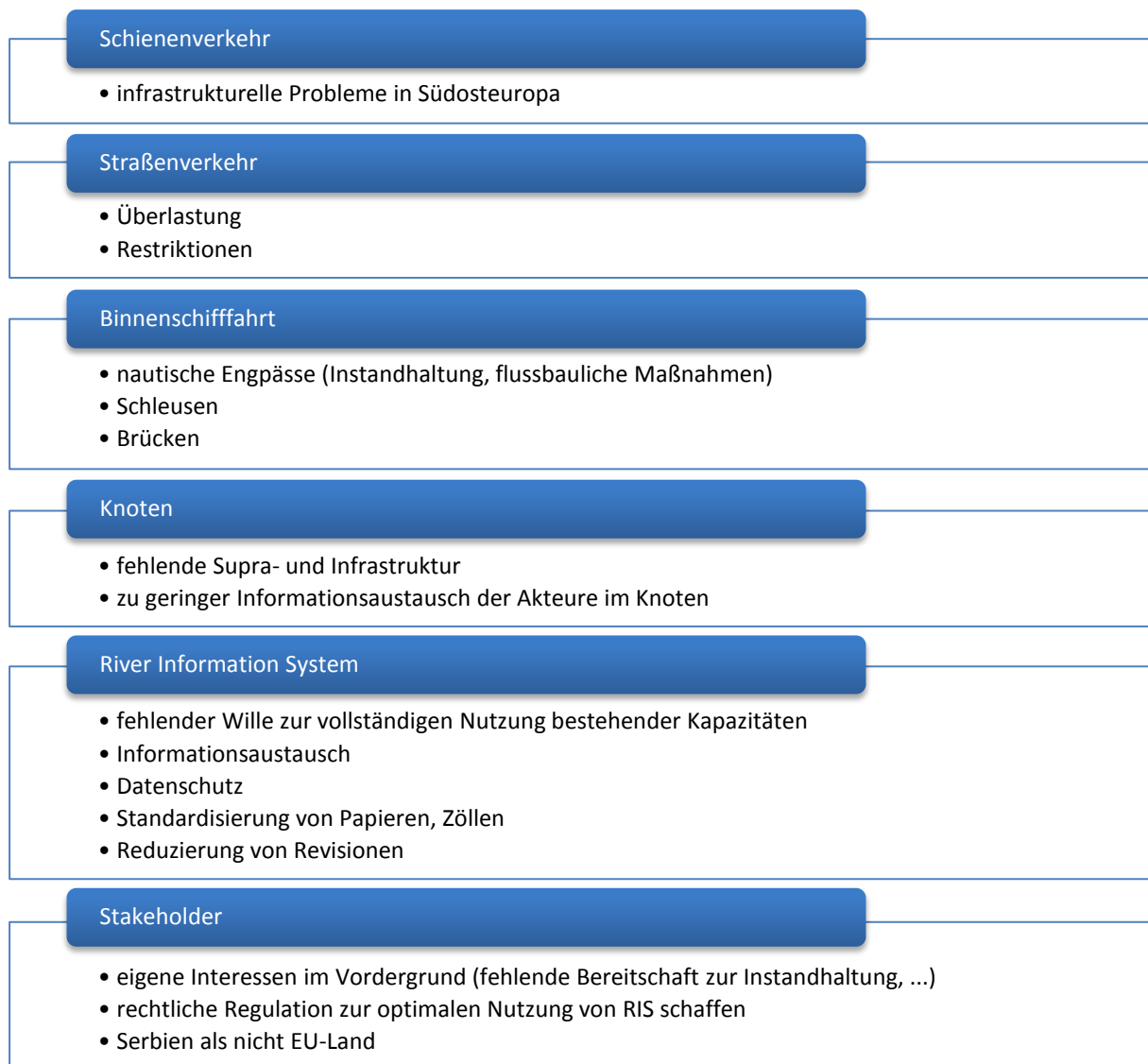


Abbildung 11: Übersicht der identifizierten Bottlenecks

Die in diesem Kapitel erarbeiteten Ergebnisse werden in Kapitel 5 diskutiert und mit dem State of the Art verglichen. Außerdem dient der folgende Abschnitt auch der kritischen Betrachtung dieser Arbeit und einem Ausblick für weitere Forschungen.

5 Diskussion

Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich mit Engpässen eines intermodalen Logistiknetzwerks. Als Betrachtungseinheit wurde der Donaauraum herangezogen, wobei der Wasserstraße Donau in diesem Zusammenhang besonderes Augenmerk zuteil wurde. Dieses Kapitel dient der inhaltlichen Interpretation der im vorigen Abschnitt dargestellten Ergebnisse, und vergleicht diese mit aktuellen und bereits im Grundlagenteil behandelten Forschungsergebnissen. Darüber hinaus werden Handlungsempfehlungen zur Reduzierung der Engpässe entlang des Netzwerks vorgestellt. Danach erfolgen eine kritische Betrachtung der Untersuchung und ein Ausblick für zukünftige Forschungsfragen.

5.1 Ergebnisdarstellung und Konsequenzen

Die Gliederung dieses Unterkapitels ist ähnlich jener in Kapitel 2 und 4. Zu den einzelnen Bestandteilen des intermodalen Logistiknetzwerks werden zuerst die erhaltenen Ergebnisse jenen aus der Forschung gegenübergestellt, bevor danach Konsequenzen zur Behebung der festgestellten Bottlenecks vorgestellt werden.

Jene Maßnahmen, die für eine Steigerung der Konkurrenzfähigkeit des intermodalen Transports notwendig sind, können nur durch eine Zusammenarbeit auf nationaler und internationaler Ebene umgesetzt werden. Da sich der Binnenschifftransport durch die Einbindung ins intermodale Logistiknetzwerk von einem „Hafen zu Hafen“-Transport zu einem „Tür zu Tür“-Transport verändert hat, spielt der Faktor Zeit eine immer wichtiger werdende Rolle für den Verkehrsträger Wasserstraße. Zeitverzögerungen und damit verbundene Mehrkosten werden durch Engpässe verursacht. Um eben diese Bottlenecks beheben zu können, werden in weiterer Folge Maßnahmen, welche in die folgenden vier Gruppen zusammengefasst werden können, vorgestellt.

- Verbesserung und Instandhaltung der Wasserstraßeninfrastruktur
- Entwicklung eines europäischen Verkehrssystems
- Implementierung von RIS und Einführung eines weiterführenden Transportmanagements
- Modernisierung der Flotte

Da die Wasserstraße Donau im Fokus dieser Untersuchung stand, beziehen sich die nachfolgenden Handlungsvorschläge fast ausschließlich auf diese.

5.1.1 Verkehrsträger

Ergebnisdarstellung

Die **Wasserstraße** Donau besitzt das größte Engpasspotenzial im intermodalen Logistiknetzwerk im Donaauraum. Dies ist vor allem auf die festgestellten **nautischen Engpässe** zurückzuführen. Außerdem konnte in der Literatur noch eine weitere kritische freie Fließstrecke mit einem möglichen reduzierten Tiefgang identifiziert werden. Es handelt sich dabei um den Abschnitt in der Wachau.¹⁷⁸ Allerdings finden in diesem Bereich regelmäßig Abaggerungen zur Gewährleistung der Schiffbarkeit statt.¹⁷⁹ Auch die anderen erkannten nautischen Bottlenecks sind den Verantwortlichen bereits bekannt und es wurden bei nahezu allen bereits Schritte zur Behebung eingeleitet. So können die Maßnahmen zur Beseitigung des nautischen Engpasses östlich von Wien dank des Pilotprojekts Bad Deutsch-Altenburg voraussichtlich 2022 beendet werden.¹⁸⁰ Darüber hinaus wurde auch in der Literatur festgestellt, dass großer Aufholbedarf auf der gemeinsamen rumänisch-bulgarischen Strecke besteht und hier möglichst schnell gehandelt werden sollte.¹⁸¹ Neben den nautischen Engpässen können auch noch die Systemelemente Schleusenammern und Brücken zu Bottlenecks führen. Diese Erkenntnis deckt sich mit aktuellen Forschungsergebnissen. Allerdings zeigen die Ergebnisse, dass **Schleusen** erst durch Ausfälle von den Experten als Bottleneck angesehen werden. Davor betrachten sie diese Wasserstraßensystemelemente als Hindernisse, die durch Schleusentagebücher und Informationsaustausch in den Griff zu bekommen sind. Jedoch kann unzureichende Instandhaltung der Infrastruktureinrichtungen zu den angesprochenen Ausfällen führen. Dieser Fall ist im Moment in Serbien eingetreten, wo gerade eine signifikante Überholung der Schleusen Đerdap I und Đerdap II am rechten Donauufer stattfindet. Diese Maßnahme führt zu verlängerten Transportzeiten durch eingeschränkte Schleusenkapazitäten.¹⁸² Ähnliches gilt für **Brücken**, die bei der Auswertung der Daten nur als Engpässe bei freien Fließstrecken unter besonderen Umständen ausgewiesen werden konnten. Dies gilt besonders für Schiffe mit vier Schichten von Containern, welche eine lichte Höhe von 9,10 m benötigen. Eine solche Restriktion verursacht beispielsweise die Komárno Eisenbahnbrücke in Ungarn, die nur eine Höhe von 8,13 m aufweist. Obwohl den Behörden dieser Engpass bekannt ist, sind aufgrund fehlender finanzieller Mittel keine Maßnahmen zur Behebung dieses Bottlenecks geplant.¹⁸³

Bei den anderen beiden Verkehrsträgern bestätigten die Erkenntnisse dieser Arbeit die aktuellen Forschungsergebnisse. So besteht in Südosteuropa ein Aufholbedarf

¹⁷⁸ vgl. via donau, 2013, S.68.

¹⁷⁹ vgl. <http://www.life-wachau.at/projekte/kiesstrukturen.htm> (29.04.2014)

¹⁸⁰ vgl. Peijs, 2013, S.7.

¹⁸¹ vgl. Peijs, 2013, S.9.

¹⁸² vgl. DVS, 2010, S.114.

¹⁸³ vgl. DVS, 2010, S.70.

an Interkonnektivität und Interoperabilität auf der **Schiene**, welche durch die verschiedenen Schienenverkehrssysteme hervorgerufen werden. Diese notwendigen Investitionen in die Infrastruktur des Logistiknetzwerks wurden ebenfalls in einer Studie von Zografos, Sedlacek und Bozuwa erkannt. Die Autoren weisen besonders auf die fehlende Koordination der verschiedenen Akteure bezüglich der zu treffenden Investitionen hin.¹⁸⁴ Im Gegensatz zur Schiene konnte festgestellt werden, dass auf dem Verkehrsträger **Straße** eine hohe Investitionsbereitschaft besteht, welche zur Anpassung der unterschiedlichen Standards der Autobahnssysteme führen. Darüber hinaus konnte die Problematik von Fahrverboten gerade in Ballungszentren bestätigt werden. Dies ist auch auf die Bevorzugung des Personentransports gegenüber dem Güterverkehr zurückzuführen.¹⁸⁵

Konsequenzen

Die nautischen Engpässe haben direkt nur auf die Schifffahrtstreibenden Auswirkung. Die Seichtstellen führen zu einer Reduzierung der möglichen Abladetiefe und somit zu einer Verringerung der Ladekapazität der Schiffe. Eine Möglichkeit der intermodalen Operateure selbst, diesen Bottleneck zu verhindern, stellt die Erneuerung ihrer Flotte mit Hilfe von innovativen Schiffskonzepten dar. So kann beispielsweise das während des NEWS-Projekts entwickelte Containerschiff den Tiefgang anpassen.

Da die Modernisierung der Donauflotte allerdings einen hohen finanziellen Aufwand darstellt, wird im Moment die Wasserstraße und nicht die Fahrzeuge adaptiert. Für die dafür notwendigen Abbaggerungen und flussbaulichen Maßnahmen sind nationale Behörden verantwortlich. Jedoch führt diese Lösung zu einer suboptimalen Situation. Einige Länder (Deutschland, Österreich) zeigen eine hohe Bereitschaft zur Wasserstraßeninstandhaltung, während andere (Ungarn, Serbien) nur geringes Interesse an der Schiffbarkeit der Donau aufweisen. Da die Wasserstraße um optimal genutzt werden zu können, allerdings über die gesamte Strecke für den Gütertransport in einem sinnvollen Rahmen befahrbar sein muss, ist der vorherrschende Zustand nicht zufriedenstellend. Eine mögliche Alternative wäre die Einführung einer länderübergreifenden Behörde, möglicherweise als EU-Institution, die als Hauptaufgabe die Instandhaltung europäischer Flüsse hat. Diese müsste mit ausreichend Kompetenzen und Mittel ausgerüstet werden, um in den einzelnen Mitgliedsstaaten Aktionen umsetzen zu können. Die nationalen Dienststellen bleiben weiterhin bestehen und tauschen ihr Wissen in themenspezifischen Arbeitsgruppen aus. So könnten flussbauliche Maßnahmen für die verschiedenen Wasserstraßen zentral geplant werden, wobei jeweils die betroffenen nationalen Wasserstraßengesellschaften die Projekte leiten und von den Erfahrungen bereits durchgeführter Maßnahmen in anderen Ländern profitieren. Außerdem würde die

¹⁸⁴ vgl. Zografos; Sedlacek; Bozuwa, 2012, S.2530.

¹⁸⁵ vgl. Lindholm; Behrends, 2012, S.135.

Möglichkeit bestehen, auch Abbaggerungen über die Grenzen hinweg durchzuführen. Dies wird durch das Teilen der Abbaggerungsgeräte ermöglicht. Des Weiteren würde auch eine eigene Baggerflotte der zentralen Institution oder das Inanspruchnehmen privater Dienstleister in diesem Bereich zu einer Verbesserung der Schiffbarkeit führen. Durch diese Institution könnte auch die Verwendung der Förderungen gezielt gesteuert werden. Allerdings zählt vor allem die finanzielle Bereitschaft der einzelnen Wasserstraßenländer und jener Länder, die zu deren Hinterland gehören, als notwendige Voraussetzung für die Einführung einer übergeordneten Institution. Zudem werden jene Staaten mit einem höheren Entwicklungsstand kurzfristig erheblich weniger profitieren als jene mit einem hohen Investitionsbedarf in die Wasserstraßeninfrastruktur. Dadurch könnte die Konkurrenzfähigkeit der europäischen Wasserstraßen auf lange Sicht gesteigert werden. Die zusätzlichen Kosten, die den Wasserstraßengesellschaften durch die übergeordnete Institution entstehen würde, könnten beispielsweise teilweise durch Wasserstraßengebühren auf den Hauptverkehrsadern des europäischen Wasserstraßennetzes kompensiert werden.

Auch beim vorherrschenden Ist-Zustand sollten die nationalen Behörden viel stärker im Bereich der benötigten Abbaggerungen kooperieren. So könnte die via donau der ungarischen Wasserstraßenorganisation die benötigten Tieflöffel-Nassbagger für die Instandhaltung der Fahrrinne gegen eine Aufwandsentschädigung zur Verfügung stellen. Dadurch wäre eine Behebung der Seichtstellen in Ungarn möglich.

Bei Schleusen könnte den Schifffahrtstreibenden eine Vorreihung in der Warteschlange gegen einen finanziellen Aufwand ermöglicht werden. Dieser müsste zweckgebunden werden und wieder in die Systemelemente- oder Wasserstraßeninstandhaltung investiert werden. Dadurch wäre es Schifffahrtstreibenden mit einem engen Zeitplan möglich, diesen noch einzuhalten und gleichzeitig einen Beitrag für die Schiffbarkeit der Wasserstraße zu leisten. Allerdings bedarf das angesprochene Vorreihungssystem eines klar festgelegten Regelwerkes, damit sich keiner der Beteiligten benachteiligt fühlt. Außerdem sollte von den zuständigen Stellen darauf geachtet werden, dass größere Wartungs- oder Instandhaltungstätigkeiten von Schleusen mit den anderen Schleusenbetreibern abgesprochen sind. Dadurch kann vermieden werden, dass mehrere Schleusenammern auf unterschiedlichen Standorten länger ausfallen und dadurch Schifffahrtstreibende auf einer Strecke mit mehreren erheblichen Zeitverlusten konfrontiert sind.

5.1.2 Knoten

Ergebnisdarstellung

Auf den betrachteten Knoten stellt der Platzmangel im **Wiener Container Hafen** den

einzigem erkannten Engpass dar. Diesem wird durch ein Verlandungsprojekt bereits entgegengewirkt. Obwohl in den Interviews keine Bottlenecks im Hafen **Novi Sad** festgestellt werden konnten, existiert ein lokaler Aktionsplan für diesen Hafen. In diesem werden Maßnahmen für eine Verbesserung der Schienen- und Straßenanbindung, der Kraninfrastruktur und eine Erweiterung des Containerterminals vorgeschlagen.¹⁸⁶ Gerade diese **intermodale Interkonnektivität** der Knoten mit dem Hinterland rückt immer mehr in den Vordergrund der Hafentreiber, da sie die Wettbewerbsfähigkeit des Knoten und des damit verbundenen Hinterlands erhöht.¹⁸⁷ Die im Grundlagenteil behandelten Forschungsergebnisse im Bereich der Ablaufplanung innerhalb der Knoten konnten nicht festgestellt werden. Jedoch sind mögliche **infrastrukturelle Engpässe** in Häfen ab Budapest stromabwärts möglich. Des Weiteren stellen die beschränkten **Öffnungszeiten** der Knoten, wie bereits bei den behandelten Forschungsergebnissen festgestellt, mögliche Engpässe dar. Jedoch sind die Terminal- und Hafentreiber bemüht, diese durch Sonderregelungen zu vermeiden.

Konsequenzen

Gerade im Bereich der Häfen sind allgemeine Handlungsempfehlungen aufgrund der individuellen Layouts besonders schwierig zu treffen. Allerdings könnte es gerade in Ländern mit einem niedrigeren Entwicklungsstand von Vorteil sein, zuerst regionale Kompetenzzentren zu etablieren, bevor versucht wird, die gesamte Infra- und Suprastruktur in allen betroffenen Häfen auszubauen oder zu erneuern. Dieses Konzept ist ausschließlich für Häfen mit zumindest teilweise öffentlichem Charakter relevant und kann zu einer Spezialisierung bestimmter Güter bzw. Ladeeinheiten in einigen Häfen führen. Um die in Frage kommenden Standorte und deren Verteilung im Logistiknetz zu klären, sollte auf die umfassende Literatur in diesem Gebiet zurückgegriffen werden.

Unabhängig von einer möglichen Spezialisierung der einzelnen Häfen stellt die Interkonnektivität der drei Transportmöglichkeiten in den Schnittstellen eine kritische Größe dar. Daher ist es erforderlich, dass alle Häfen über eine ausreichende Anbindung durch Schiene und Straße an das Hinterland aufweisen. Da sich eine Erhöhung der Interkonnektivität proportional zur Wettbewerbsfähigkeit des Hafenstandorts verhält, sollte sie für alle Hafentreiber besonders relevant sein. Falls hier im öffentlichen Bereich die nötigen finanziellen Mittel fehlen, sollte auf private Investoren zurückgegriffen werden.

¹⁸⁶ vgl. Georgijevic, 2013, S.10ff.

¹⁸⁷ vgl. Van den Berg; De Langen; Rúa Costa, 2012, S.78.

5.1.3 RIS

Ergebnisdarstellung

Den nächsten Aspekt im intermodalen Logistiknetzwerk im Donauraum stellt RIS dar. In ihrer Studie stellen Zografos, Sedlacek und Bozuwa fest, dass der erfolgreiche **Einsatz** von ITS nur durch politische Regelungen durchgesetzt werden kann.¹⁸⁸ Dies bestätigt die in dieser Arbeit gewonnene Erkenntnis, dass manche Akteure RIS ohne rechtliche Rahmenbedingungen nicht vollständig nützen und dadurch ein suboptimaler Zustand für alle Beteiligten entsteht. Um diese Situation zu verbessern, ist die EU bemüht, RIS für private Interessensvertreter ansprechender zu gestalten. Schilk und Seemann halten in ihrer Studie fest, dass im Moment Pilotprojekte durchgeführt werden, um auch **Transportlogistikdienste** in RIS zu integrieren.¹⁸⁹ Eines davon ist das in Kapitel 4 angesprochene IRIS Europ3, welches sich unter anderem mit dem internationalen Datenaustausch beschäftigt. Durch diese neuen Werkzeuge innerhalb von RIS wird der von einem Experten geforderte Wunsch, RIS logistisch nutzbar zu machen, in Angriff genommen. Während dieses Prozesses stehen die Begriffe **Informationsaustausch** und **Standardisierung bürokratischer Abläufe** im Vordergrund. Eine weitere festgestellte Problematik von RIS sind die strengen Datenschutzregelungen, die vielen Akteuren den vollständigen Einblick und somit die Nutzung der Daten verwehren. Außerdem konnte festgestellt werden, dass sich der **Grad der Implementierung** des Informationssystems in den verschiedenen Ländern unterscheidet. Während in Deutschland und Österreich RIS bereits vollständig implementiert ist, weist Serbien in diesem Bereich einen hohen Aufholbedarf auf.¹⁹⁰

Konsequenzen

Bei RIS wurden bereits einige Schritte in die richtige Richtung gesetzt. Die zuständigen Behörden sind mittlerweile bemüht, ein einheitliches RIS für alle Donauländer im gleichen Umfang zu implementieren. Dabei sollte vor allem auf die rechtlichen Grundlagen für länderübergreifende Datenschutzbestimmungen geachtet werden. Nur dadurch kann die Nutzung des Systems über den gesamten Strom gesichert werden.

Außerdem müssen von politischer Seite Anreize für die vollständige Nutzung von RIS geschaffen werden. Eine Möglichkeit besteht in der Förderung von neuen Schiffsinvestitionen mit der Voraussetzung einer vollständigen Nutzung des Systems. Des Weiteren könnten, wie bei den Verkehrsträgern in diesem Kapitel bereits angesprochen, Wasserstraßengebühren auch auf den Hauptverkehrsadern des Wasserstraßennetzes eingeführt werden. Allerdings wären diese nur von jenen Schifffahrtstreibenden zu entrichten, welche sich nicht bereit erklären, RIS über den

¹⁸⁸ vgl. Zografos; Sedlacek; Bozuwa, 2012, S.2532.

¹⁸⁹ vgl. Schilk; Seemann, 2012, S.630.

¹⁹⁰ vgl. Mihic; Golusin; Mihajlovic, 2011, S.1808.

rechtlich vorgeschriebenen Rahmen hinaus zu nützen. Dadurch wird den Betroffenen eine Wahl bezüglich Fahrgebühren gestellt, welche sie in ihrem eigenen Interesse treffen können. Darüber hinaus würde die Wasserstraße nicht an Attraktivität verlieren, da die Kosten wahrscheinlich nur in Einzelfällen auftreten würden.

Auch die intermodalen Operateure selbst sollten die Bereitschaft zum vollständigen Einsatz von RIS steigern. Dieser kritische Datenaustausch kann von den Reedereien und Spediteuren durch vertragliche Bestimmungen gegenüber ihren Schiffsführern oder durch entsprechende Provisionssysteme, die den Einsatz von RIS begünstigen, umgesetzt werden. Der Anreiz für die Reedereien und Spediteure sollte von den Auftraggebern und der öffentlichen Seite kommen. Gerade die Warenversender und -eigentümer würden auch von einer vollständigen Nutzung des Systems bei gleichzeitigem Informationsaustausch profitieren. Um diese zu erreichen sollten ebenfalls vertragliche Vereinbarungen oder monetäre Schritte in Richtung Reedereien und Spediteure gesetzt werden. Damit es zu einer Einführung dieser Maßnahmen kommt, ist die Aufklärung über die Kapazitäten von RIS und deren Vorteile für alle Beteiligten klar darzustellen. Hierzu sollten Informationskampagnen in den Unternehmungen und auf Fachtagungen stattfinden. Vor allem die Erhöhung der Servicequalität des intermodalen Transports, der sich zu einem „Tür zu Tür“-Transport entwickelt hat, hat bei diesen Veranstaltungen im Vordergrund zu stehen.

5.1.4 Stakeholder

Ergebnisdarstellung

Engpässe, deren Ursache das Verhalten von Stakeholdern im Netzwerk ist, stellen die letzte Sparte der möglichen Bottlenecks dar. In diesem Bereich konnte die fehlende **Bereitschaft zur Kooperation** als Hauptproblematik identifiziert werden. Wobei sich dieses Verhalten fast ausschließlich auf das Priorisieren eigener Interessen zurückführen lässt. Dies deckt sich mit den Forschungsergebnissen in Kapitel 2. Der Widerwillen zur Zusammenarbeit äußert sich durch die zuvor angesprochene unzureichende Instandhaltung der Infrastruktur (Wasserstraßen, ...), den nicht kritischen Datenaustausch innerhalb des Netzwerks und den nur gesetzlich vorgeschriebenen Einsatz von RIS. Dieses Verhalten wird auch durch die in dieser Arbeit gewonnene Erkenntnis ermöglicht, dass die EU zwar für das übergeordnete Regulativ sorgt, die nationalen Umsetzungen jedoch unterschiedlich erfolgen. Dies stellten auch Zografos, Sedlacek und Bozuwa in ihrer Studie fest.¹⁹¹ Allerdings sind öffentliche Interessensvertreter bemüht diesen unzureichenden Zustand zu verbessern. Die EU hat die politischen Rahmenbedingungen für eine Verbesserung der Situation mit der Donaoraumstrategie geschaffen. Darüber hinaus wurde eine

¹⁹¹ vgl. Zografos; Sedlacek; Bozuwa, 2012, S.2528.

Vielzahl von Institutionen, die den Ausbau und den Umweltschutz im Donaueinzugsgebiet vorantreiben sollen, gegründet.¹⁹²

Weitere Engpässe im Donauraum werden durch die Nichtzugehörigkeit **Serbiens** zur EU verursacht. Dadurch unterliegt Serbien keinen EU-Regelungen und kann vollkommen autonom handeln. Trotz der Bemühungen der EU zu einem gemeinsamen Regulativ stellte sich während der Datenauswertung heraus, dass Serbien kaum Anreize aufweist, in Intermodalität zu investieren. Trotz des Wunschs Serbiens an der Entwicklung eines intermodalen Netzwerks entlang der Donau teilzuhaben, fehlen weiterhin nationale Regelungen und Institutionen, die diese Entwicklung vorantreiben könnten.¹⁹³ Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass die **Revisionen** zwischen Serbien und den Nachbarländern zu erheblichen Zeitverzögerungen führen. Obwohl diese Überprüfungen zwischen EU-Ländern nicht stattfinden sollten, stellt dies die Tagesordnung dar. Diese Kontrollen finden auch an EU-Grenzen statt und verursachen erhebliche Mehrkosten für die Schiffstreibenden.

Konsequenzen

Um die Bereitschaft der Akteure zu steigern, sind vor allem die weiter oben angesprochene Aktionen der Informationsaufklärung im Bereich von RIS und die länderübergreifende Kooperation bei Instandhaltungsmaßnahmen notwendig. In beiden Bereichen sollten die politischen Institutionen sowohl den rechtlichen Rahmen setzen als auch bei der Umsetzung unterstützend tätig sein. Dies kann bei der Modernisierung der Donauflotte beispielsweise auch durch an den Treibstoffausstoß gekoppelte Förderungen möglich sein. Aber auch die Einführung der bereits angesprochenen Wasserstraßengebühren ist ein Schritt, der nur von den politischen Akteuren gesetzt werden kann. Allerdings soll an dieser Stelle noch einmal hervorgehoben werden, dass die Einnahmen der Nutzungsgebühren zweckgebunden zurück in die Wasserstraßeninfrastruktur fließen müssen und bei vollständigem Einsatz von RIS die Gebühren erlassen werden sollten.

Des Weiteren müssen die politischen Akteure die Rahmenbedingungen für ein einheitliches europäisches Verkehrssystem setzen. Dazu zählen sowohl zollfreie Zonen sowie die Aufhebung von Grenzkontrollen, welches beides mit der Nutzung der logistischen Funktionen von RIS erleichtert werden würde, als auch das Vorantreiben der Modernisierung der Hauptverkehrsadern durch gezielte Anreize. Gerade bei infrastrukturellen Investitionen wird sich eine Orientierung in Richtung freiere Marktwirtschaft und somit verstärkt privaten Investoren nicht vermeiden lassen. Damit dies erreicht werden kann, wird die EU Serbien stärker an sich binden müssen.

¹⁹² vgl. *via donau*, 2013, S.69.

¹⁹³ vgl. Éles; Ladányi, 2012, S.14.

5.1.5 Wien – Novi Sad

Auf der betrachteten Strecke Wien – Novi Sad führen hauptsächlich nautische Ursachen zu Engpässen. Darüber hinaus besitzt das Donauland Serbien, durch das Fehlen des EU-Beitritts, ein erhebliches Engpasspotenzial. Diese Erkenntnisse finden sich auch in den in Kapitel 2 behandelten Forschungsergebnissen wieder.

Die zuvor behandelten Maßnahmen zur Behebung der Bottlenecks sind auch auf dieser Strecke relevant und werden an dieser Stelle nicht noch einmal erwähnt.

5.2 Kritik und Ausblick

Die durchgeführte Untersuchung unterlag auch einigen Einschränkungen. Besonders die Organisation von Interviewpartnern gestaltete sich als schwierig. In den meisten Fällen gelang es nicht, trotz schriftlicher und telefonischer Kontaktaufnahme sowie dem Hinweis auf das EU-Projekt NEWS, über die Gatekeeper der Unternehmen hinauszukommen und dadurch einen geeigneten Gesprächspartner zu kontaktieren. Dadurch war es nicht möglich, im Rahmen dieser Arbeit eine größere Anzahl an Interviews durchzuführen. Die abgehaltenen Gespräche fanden Großteils mit Partnern des EU-Projekts statt.

Um das intermodale Logistiknetzwerk optimal abzubilden sollten aus allen Bereichen Experten befragt werden. So gelang es im Zuge der Untersuchung nicht im Bereich der Schiene ein Interview mit einem Experten für dieses Gebiet durchzuführen. Darüber hinaus erfüllte der erstellte Gesprächsleitfaden den Auftrag der Forschungsfrage, deren Fokus auf der Wasserstraße lag. Allerdings war es dadurch nicht möglich, während der Interviews näher auf die anderen beiden Verkehrsträger einzugehen. Außerdem wurde durch den umfangreichen ersten allgemeinen Teil ein tieferer Einblick auf den Donaoraum abseits der Strecke Wien – Novi Sad verhindert.

Jedoch konnten während der Befragungen interessante Erkenntnisse über die Forschungsfrage hinaus gewonnen werden. Dazu zählt, dass die Experten davon ausgehen, dass eine Steigerung des Containerverkehrs auf der Donau nur über Constanța möglich ist. Darüber hinaus erwarteten die Befragten, dass dieser dann vor allem auf der Unteren Donau stattfindet. Außerdem wurde erkannt, dass es sich bei dem einzigen Umschlag zwischen Schiffen im Wiener Containerhafen um Leercontainertransporte zwischen Wien und Constanța handelt. Doch bevor mit einer Erhöhung des Containerverkehrs auf der Donau zu rechnen ist, stellt die Überalterung der Donauflotte eine große Barriere dar. Viele Schiffe sind über 50 Jahre im Einsatz. Dies ist auf die hohen Investitionskosten der Schiffe zurückzuführen.

Doch gerade in diesem Bereich versucht NEWS mit dem entwickeltem Schiffskonzept entgegenzuwirken. Mit diesem Schiff sollte es möglich sein, die in

dieser Arbeit festgestellten nautischen Engpässe zu überwinden. Die weiteren erkannten Bottlenecks sind auch für dieses Konzept relevant und müssen in der weiteren Forschung berücksichtigt werden.

Da die Donau durch zehn Länder fließt und verschiedene nautische Charakteristika besitzt, erweist es sich als schwierig, allgemeine Aussagen über den Strom und dessen Hinterland zu treffen. Diesem Umstand wurde auch bei allen Interviews durch die Befragten besondere Bedeutung eingeräumt, allerdings sind die unterschiedlichen Rahmenbedingungen auch auf den Entwicklungsstand der Länder zurückzuführen. Daher werden sich detaillierte Untersuchungen zur Feststellung lokaler Engpässe, ähnlich dem Beispiel Wien – Novi Sad in dieser Arbeit, nicht vermeiden lassen.¹⁹⁴ Jedoch kann zusammengefasst werden, dass den operationalen Engpässen durch eine stetige Weiterentwicklung und Implementierung von RIS und der verstärkten Bindung Serbiens an die EU entgegengewirkt werden kann. Gerade in diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass RIS das Rückgrat eines erfolgreichen intermodalen Logistiknetzwerks im Donaauraum darstellen kann und wird. Deshalb sollte die vollständige Implementierung stark im Fokus aller Beteiligten stehen.

In der vorliegenden Studie wurden Engpässe auf der Wasserstraße Donau und ihrem Hinterland mit besonderem Fokus auf die Wasserstraße untersucht. Für zukünftige Forschungsarbeiten sollte vor allem darauf geachtet werden, die Verkehrsträger Straße und Schiene auf deren Bottlenecks genauer zu untersuchen. Darüber hinaus sollte der Hafen Constanța besonderes Augenmerk in zukünftigen Studien erhalten, da er sich als Schlüssel zur Steigerung des Containerverkehrs im Donaauraum herausstellen könnte.

¹⁹⁴ vgl. Mihic; Golusin; Mihajlovic, 2011, S.1807.

6 Literaturverzeichnis

Browne, M; Allen, J.; Atlassy, M.: Comparing freight transport strategies and measures in London and Paris, in: *International Journal of Logistics: Research & Applications*, 10 (2007), S.205-219.

Caris, A.; Macharis, C.; Janssens, G.K.: Planning Problems in Intermodal Freight Transport: Accomplishments and Prospects, in: *Transportation Planning and Technology*, 31 (2008), S.277-302.

CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI: *External Costs of Transport in Europe, Update Study for 2008*, Delft, 2011

DVS: *Inventory of Bottlenecks and Missing Links on the European Waterway Network*, platina – platform for implementation of NAIADES, 2010

Éles, B.; Ladányi, R.: *State of the Art Study – Logistic development of Inland Waterway Ports (TG1)*, DaHar – Danube Inland Harbour Development, 2012

European Conference Of Ministers Of Transport (ECMT): *Strengthening Inland Waterway Transport*, OECD Publication, Paris, 2006

Franke, K.-P.: A technical approach to the Agile Port System, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): *The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy*, Edward Elgar Publishing, 2008, S.135-151.

Georgijevic, M.: *Local Action Plan of the Port of Novi Sad*, DaHar – Danube Inland Harbour Development, 2013

Gudehus, T.: *Logistik, Grundlagen-Strategien-Anwendungen*, 4., aktualisierte Auflage, Springer, Heidelberg Dordrecht London New York, 2010

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 (2011), S.859-875.

Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P.: The future of intermodal freight transport: an overview, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): *The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy*, Edward Elgar Publishing, 2008, S.1-10.

Kulak, O.; u.a.: Strategies for improving a long-established terminal's performance: a simulation study of at Turkish container terminal, in: *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 25 (2013), S.503-527.

Liedtke, G.; Friedrich, H.: Generation of logistics networks in freight transportation models, in: *Transportation*, 39 (2012), S.1335-1351.

Lindholm, M.; Sönke, B.: Challenges in urban freight transport planning – a review in the Baltic Sea Region, in: *Journal of Transport Geography*, 22 (2012), S.129-136.

Macharis, C.; Bontekoning, Y.M.: Opportunities for OR in intermodal freight transport research: A review, in: *European Journal of Operational Research*, 153 (2004), S.400-416.

Macharis, C.; Pekin, E.; Rietveld, P.: Location Analysis Model for Belgian Intermodal Terminals: towards an integration of the modal choice variables, in: *Procedia Social Behavioral Sciences*, 20 (2011), S.79-89.

Macharis, C.; u.a.: A decision support framework for intermodal transport policy, in: *European Transport Research Review*, 3 (2011), S.167-178.

Meuser, M.; Nagel, U.: Experteninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht, Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion, in: Garz, D.; Kraimer, K. (Hrsg.), *Qualitativ-empirische Sozialforschung: Konzepte, Methoden, Analysen*, Opladen, 1991, S.441-471.

Mieg, H.A.; Näf, M.: *Experteninterviews*, 2, Institut für Mensch-Umwelt-Systeme (HES), ETH Zürich, 2005

Mihic, S.; Golusin, M.; Mihajlovic, M.: Policy and promotion of sustainable inland waterway transport in Europe – Danube River, in: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (2011), 1801–1809

Netland, T.H.; Spjelkavik, I.: Making PROFIT at the Intermodal Terminal-A Research Agenda, in: Vallespir, B.; Alix, T. (Hrsg.): *Advances in Production Management Systems. New Challenges, New Approaches*, IFIP AICT 338, 2010, S.307-314.

Notteboom, T.; Rodrigue, J.-P.: The future of containerization: perspectives from maritime and inland freight distribution, in: *Geo Journal*, 74 (2009), S.7-22.

Peijs, K.M.H.: *Jährlicher Tätigkeitsbericht der Koordinatorin 2012 2013, Vorrangiges Vorhaben Nr.18 & 30, TEN-V Transeuropäische Verkehrsnetze*, Europäische Kommission, Brüssel, 2013

Puettmann, C.; Stadtler, H.: A collaborative planning approach for intermodal freight transportation, in: *OR Spectrum*, 32 (2010), S.809-830.

Reefke, H.: Simulation of Container Traffic Flows at a Metropolitan Seaport, in: Dangelmaier, W., u.a. (Hrsg.): *Advanced Manufacturing and Sustainable Logistics*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, S.420-431.

- Reefke, H.: Simulation of Container Traffic Flows at a Metropolitan Seaport, in: Dangelmaier, W., u.a. (Hrsg.): Advanced Manufacturing and Sustainable Logistics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, S.420-431. zit. nach: Böse, J; u.a.: Vehicle Dispatching at Seaport Container Terminals Using Evolutionary Algorithms, in: 33rd International Conference on System Sciences, Hawaii, 2001
- Rijssenbrij, J.: Container handling in mainports: a dilemma about future scales, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy, Edward Elgar Publishing, 2008, S.109-134.
- Rutten, B. J. C. M.: On Medium Distance Intermodal Rail Transport, Delft, Delft, University of Technology. 1995
- Sandberg Hanssen, T.-E.; Mathisen, T.A.; Jorgensen, F.: Generalized transport costs in intermodal freight transport, in: Procedia – Social and Behavioral Sciences, 54 (2012), S.189-200.
- Schilk, G.; Seemann, L.: Use of ITS technologies for multimodal transport operations – River Information Services (RIS) transport logistics services, in: Procedia – Social and Behavioral Sciences, 48 (2012), S.622-631.
- Schwarz, F.: Intermodal freight network modeling, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy, Edward Elgar Publishing, 2008, S.206-224.
- Schwarz, F.: Modellierung und Analyse trimodaler Seehafenhinterlandverkehre unter Einsatz eines intermodalen geographischen Informationssystems, in: Buchholz, P.; Clausen, U. (Hrsg.): Große Netze der Logistik, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, S. 381-401.
- Sihn, W.; u.a.: Development of a Simulation Model for Multimodal, Cross-Company Logistics Networks, in: Dangelmaier, W., u.a. (Hrsg.): Advanced Manufacturing and Sustainable Logistics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, S.26-36. zit. nach: Rösler, O.M.: Gestaltung von kooperativen Logistiknetzwerken: Bewertung unter ökonomischen und ökologischen Aspekten, Deutscher Universitäts-Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2003
- SIR-C; u.a.: INTERSYS, RFID-support for identification and control of shipments, load units and wagons in intermodal transport systems, Final Report, Göteborg, 2010
- Skočibušić, M.B.; Stupalo, V.; Kireta, S.: Technological and Economic Aspects of Intermodal Transport, in: Mikulski, J. (Hrsg.): Modern Transport Telematics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011, S.403-408.

Steenken, D.; Voß, S.; Stahlbock, R.: Container terminal operation and operations research – a classification and literature review, in: OR Spectrum, 26 (2004), S.3-49.

Sterzik, S.; Kopfer, H.; Yun, W.-Y.: Reducing hinterland transportation costs through container sharing, in: Flexible Services and Manufacturing Journal, Oct. 2012, S.1-21.

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, Edward Elgar Publishing, 2008, S.225-251.

Tsamboulas, D.: Development Strategies for intermodal transport in Europe, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy, Edward Elgar Publishing, 2008, S.271-299.

UN/ECE: Terminologie des kombinierten Verkehrs, prepared by UN/ECE, ECMT and EC, New York und Genf, 2001

Van den Berg, R.; De Langen, P.W.; Rúa Costa, C.: The role of port authorities in new intermodal service development – the case of Barcelona Port Authority, in: Research in Transportation Business & Management, 5 (2012), S.78-84.

via donau: Handbuch der Donauschifffahrt, Wien, 2013

via donau: Handbuch der Donauschifffahrt, Wien, 2013, zit. nach: World Bank: Port Reform Toolkit, Effective Decision Support for Policy Makers and Practitioners, 2nd edition, Washington DC., 2007

Wiegmans, B.; Nijkamp, P.; Rietvald, P.: Container terminal handling quality, in: Konings, R.; Priemus, H.; Nijkamp, P. (Hrsg.): The Future of Intermodal Freight Transport – Operations, Design and Policy, Edward Elgar Publishing, 2008, S.89-105.

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, Edward Elgar Publishing, 2008, S.13-33.

Zografos, K.G.; Sedlacek, N.; Bozuwa, J.: A comparative assessment of freight transport and logistics policies in Europe, in: Procedia – Social and Behavioral Sciences, 48 (2012), S.2523-2532.

7 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: graphische Darstellung des intermodalen Transportablaufs	7
Abbildung 2: Akteure in intermodalen Logistiknetzwerken.....	9
Abbildung 3: Kostenfunktion für reinen Straßenverkehr und für intermodalen Verkehr	10
Abbildung 4: Bottlenecks der verschiedenen Verkehrsträger	16
Abbildung 5: Bottlenecks der Ladeeinheiten	18
Abbildung 6: Operationsbereiche eines Hafens mit Transportflüssen	21
Abbildung 7: Übersicht Bottlenecks in Terminals und speziell für Häfen	25
Abbildung 8: Aktionen der Akteure, die zu einem suboptimalen Netzwerkzustand führen.....	27
Abbildung 9: identifizierte nautische Engpässe	43
Abbildung 10: Engpässe Wien - Novi Sad.....	47
Abbildung 11: Übersicht der identifizierten Bottlenecks	48

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: externe Kosten pro Verkehrsträger	6
Tabelle 2: Hafenmanagementmodelle	20
Tabelle 3: Experten	37

9 Abkürzungsverzeichnis

AGV	Automated guided vehicle
ALV	Automated lifting vehicle
ASC	Automated stacking crane
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
DoRIS	Donau River Information Services
EC	European Commission
engl.	englisch
ERTMS	European rail traffic management system
EU	Europäische Union
FEU	Forty-foot equivalent units
ITE	Intermodale Transporteinheit
ITS	Intelligent Transport System
km/h	Kilometer pro Stunde
LKW	Lastkraftwagen
NEWS	Development of a Next generation European Inland Waterway Ship and Logistics system
RIS	River Information System
SUTP	Sustainable Urban Transport Plans
TEU	Twenty-foot equivalent units
UN	Vereinigte Nationen
VOT	Value of Time
€	Euro