ISETEC II
–
Innovative Seehafentechnologien
Definitionsphase

Voruntersuchung / Programmbericht

08.06.2007

Technikzentrum Lübeck
Förderkennzeichen: 19G7002 A

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik
Förderkennzeichen: 19G7002 B

ISL-Baltic Consult GmbH
Förderkennzeichen: 19G7002 C

für das: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Technikzentrum Lübeck

Seelandstr. 3
D-23569 Lübeck
Tel.: +49/4 51/39 09 100
Fax: +49/4 51/39 09 499
Web: http://www.tzl.de

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Universitätsallee GW1 Block A
D-28359 Bremen
Tel.: +49/4 21/2 20 96-0
Fax: +49/4 21/2 20 96-55
Web: http://www.isl.org

ISL-Baltic Consult GmbH

An der Untertrave 14-16
D-23552 Lübeck
Tel.: +49/4 51/3 00 38-0
Fax: +49/4 51/3 00 38-29
Web: http://www.isl-bc.com

Inhaltsverzeichnis

Seite

Tabellenverzeichnis III

Abbildungsverzeichnis IV

1 ISETEC-II – Neues Förderprogramm Innovative Seehafentechnologien 1
1.1 Ausgangssituation mit ISETEC I 1
1.2 Nachhaltiges Wachstum im Güterumschlag 3
1.3 Produktivitätserhöhung durch Technologieintegration 13

2 Ausgangssituation deutsche Seehäfen 22
2.1 Nordsee 22
2.2 Ostsee 28

3 Handlungsschwerpunkte ISETEC-II 34
3.1 Vorgehensweise 34
3.2 Seehafen der Zukunft 38
3.2.1 Umschlags- und Fördertechnologie 38
3.2.2 Containerbrückentechnologie 41
3.2.3 Horizontaltransportsysteme 42
3.2.4 Güterspezifische Hafentechnologien 44
3.2.5 Wartung & Instandhaltung 48
3.2.6 Energieeffizienz 49
3.2.7 Lärmemissionsreduktion 50
3.2.8 Bahnverladung 50
3.2.9 Schleusensysteme 51
3.2.10 Fährsysteme 52
3.3 Intelligente Seehafenlogistik 53

3.3.1 Operative Planungs- & Steuerungssysteme 53
3.3.2 Lade- & Löschsysteme 57
3.3.3 Identifikationstechnologien 59
3.3.4 Informationsdienste 61
3.3.5 Zu- und Ablaufsteuerung 64
3.3.6 Schiffsverkehrssteuerungssysteme 69
3.3.7 Prospektive Planungssysteme 70
3.3.8 Hafenzentrierte SCM-Services 71

4 Zusammenfassung & Ausblick 72

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Gesamtumschlagsprognose Nordsee/Ostsee 7

Tab. 2 Containerumschlagsprognose Nordsee/Ostsee 8

Tab. 3 Nettogüterumschlag im Seeverkehr ohne innerdeutschen Verkehr und Hauptgüterarten in deutschen Ostseehäfen im Jahr 2006 29

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Programm ISETEC - Fördermittel 2

Abb. 2 Containerumschlag 1990-2005 Hamburg-Antwerpen Range 3

Abb. 3 Umschlagentwicklung der Deutschen Seehäfen (in Mio. T) 4

Abb. 4 Hafenabhängige beschäftigte in der Metropolregion nach Länderkategorien 5

Abb. 5 Containerumschlag in den Deutschen Seehäfen 6

Abb. 6 Entwicklung des Containerumschlags in Hamburg 1995-2015 6

Abb. 7 Gesamtumschlagsprognose Nordsee/Ostsee 7

Abb. 8 Containerumschlagsprognose Nordsee/Ostsee 8

Abb. 9 Umschlagsprognose für die Nordrange bis 2015 9

Abb. 10 Umschlagsentwicklung in Bremerhaven 10

Abb. 11 Umschlagsentwicklung in Hamburg 10

Abb. 12 Containerumschlagsentwicklung in den deutschen Nordseehäfen 11

Abb. 13 Umschlagsentwicklung in Lübeck 12

Abb. 14 Umschlagsentwicklung in Rostock 12

Abb. 15 Entwicklung des RoRo-Verkehrs in den Ostseehäfen 13

Abb. 16 Modal-Split im Hinterlandverkehr ausgewählter Seehafengruppen 2004 (ohne Pipelineverkehre) 16

Abb. 17 Modal-Split im Hinterlandverkehr ausgewählter Ostseehäfen 2004 17

Abb. 18 Modal-Split im Hinterlandverkehr des Hafens Lübeck 18

Abb. 19 ISETEC-II Programmstruktur 19

Abb. 20 Die deutschen Nordrangehäfen im Vergleich 22

Abb. 21 ISL Umschlagprognose für den Hafen Hamburg 2010 und 2015 23

Abb. 22 RoRo-Frachtschiffe der Reederei Transfennica 30

Abb. 23 Entwicklung des Neufahrzeugumschlags im Verkehr mit den Ostseeanrainern von Kiel, Lübeck und Rostock 33

Abb. 24 Verteilung der Themenfelder im Anwendungskontext 37

1 ISETEC-II – Neues Förderprogramm Innovative Seehafentechnologien

1.1 Ausgangssituation mit ISETEC I

Das erste ISETEC-Forschungsprogramm wurde in dem Zeitraum 1986-1995 durchgeführt. Die seinerzeitigen Technologieentwicklungen fielen in die Zeit der ersten globalen Containerisierungswelle und des Beginns des firmenübergreifenden Datenaustausches und der ersten IT-Vernetzung. Damals startete ISETEC mit einer Studien- und Konzeptionsphase im Hinblick auf die Spezifikation von technologischen und operativen Konzepten für die nachfolgenden Realisierungs- und Implementationsphasen in den Seehäfen. Im Mittelpunkt dieser Studien- und Konzeptionsphase stand vor allem auch die Wettbewerbssituation der deutschen Containerseehäfen in Hamburg und Bremerhaven mit den ARA-Häfen (Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen) .

Die Ziele, die mit dem ersten ISETEC-Forschungsprogramm verfolgt wurden, waren zum einen in der Industrialisierung der Transportarbeit und zum anderen in der Vernetzung des zwischenbetrieblichen Datenaustausches zu sehen. Der Schwerpunkt lag vornehmlich in den seinerzeit im Aufbau befindlichen Containerterminals in Hamburg und Bremerhaven und der hierfür notwendigen neuen Umschlags- und IT-Systeme, schlagwortartig zusammengefasst mit den Teilprogrammbezeichnungen „Containerterminal 2000“ und „Hafensteckdose“. Aber auch die Optimierung der betrieblichen Datenverarbeitung und Terminal-Informationssysteme stand im Fokus des ersten ISETEC-Forschungsprogramms.

ISETEC-I wurde in der Realisierungs-/Implementationsphase auch auf die Zusammenarbeit der Seehäfen der Küstenländer Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie später auch Mecklenburg-Vorpommern ausgedehnt. Die einzelnen ISETEC-Projekte waren damals mehr oder minder gleich verteilt auf die Themenfelder „Technologien und Verfahren“ sowie „Informations- und Kommunikationssysteme“, wobei sich allerdings die regionale Verteilung der Projekte und ihrer Volumina auf Hamburg und Bremerhaven konzentrierte.

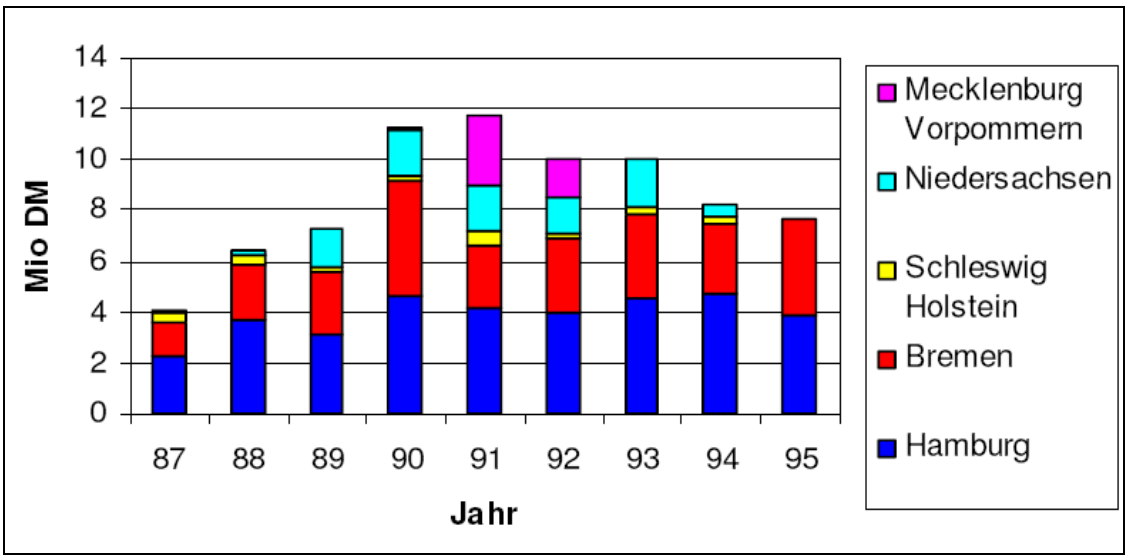
Teilprojekte des ersten ISETEC-Forschungsprogramms befassten sich mit den Bereichen Datenbanken/Datenkommunikation, Umschlagsautomatisierung und Administration. Hierbei ging es um die Entwicklung neuer Technologien , wie z.B. von Containerterminal Planungs- und Steuerungssystemen, Straddle Carrier Ortungssystemen, Containerbrücken-Optimierung, Betriebsüberwachung mit mobilen Hafenumschlagsgeräten, Automatisierung des Stückgutumschlags, Optimierung der Personal- und Gerätedisposition, Automatisierung des Zollverfahrens, DV-gestützte Distribution und Optimierung des Gefahrgutmanagements.

Grundlegend bestand weiterhin die Aufgabe während des ersten ISETEC-Forschungsprogramms in der Entwicklung von Hafenkommunikationssystemen, die die datentechnische Vernetzung von Seehafen-Logistikunternehmen zu „Port Communities“ zum Ziel hatten.

So konnten auch erste wesentliche Schritte in Richtung des „Paperless Port“ realisiert werden, u.a. bei dem Hafenbahn-Betriebs- und Informationssystem in Hamburg (HABIS) und dem Waggondispositionssystem (WADIS) in Bremen. Die operativen Abläufe auf den Containerterminals konnten insbesondere durch automatische Prozesssteuerungen von Geräten maßgeblich in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden. Kommunikationssysteme wie u.a. TraDaV (Travemünder Datenverbund) wurden ins Leben gerufen, die bis in die heutigen Tage sehr aktiv als institutionalisierte Systeme tätig sind.

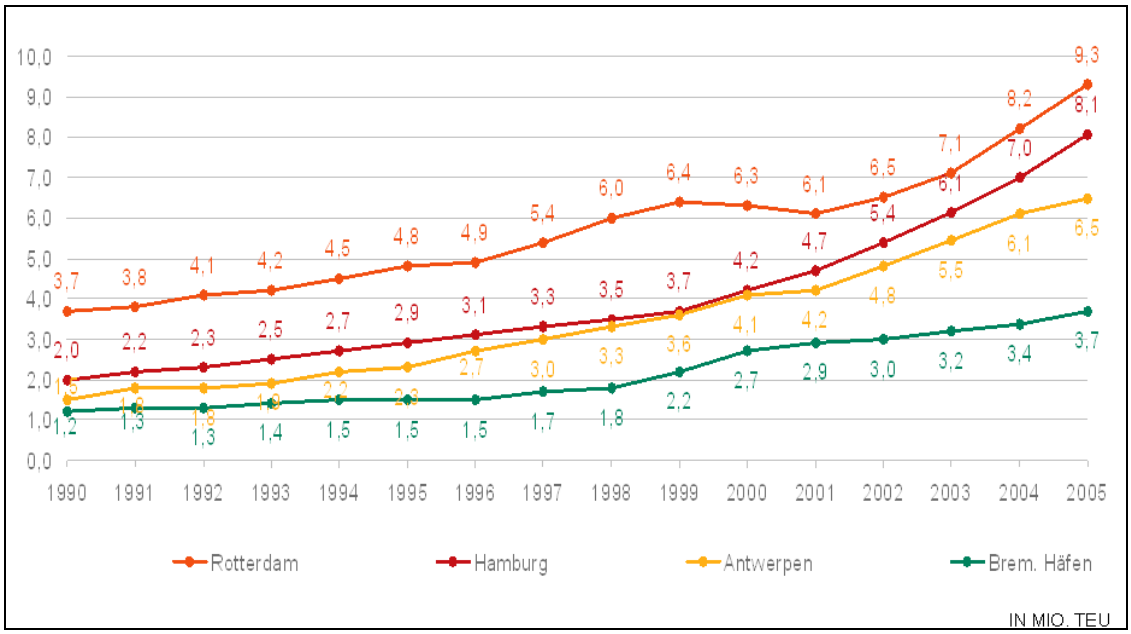
Das Gesamtvolumen der Fördermittel des ersten ISETEC-Forschungsprogramms belief sich auf ca. 39,5 Mio. Euro und wurde im Verlauf des Projektes, wie in der folgenden Abbildung aufgezeigt, auf die jeweiligen Bundesländer und ihre Seehafenstandorte verteilt.

Abb. 1 Programm ISETEC - Fördermittel



Durch die Entwicklungen des ersten ISETEC-Forschungsprogramms wurde ein seinerzeit hoher Technologiestandard in den deutschen Seehäfen initiiert. Das Programm muss aus heutiger Sicht als außerordentlich erfolgreich bewertet werden, insoweit die seinerzeit geförderten Technologien noch heute die Terminalrealität prägen und Ausgangspunkt für kontinuierliche Innovationstätigkeit in den Seehäfen waren, die die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Seehäfen nachhaltig beförderten, wie sich an der Entwicklung des Containerumschlags in der Hamburg-Antwerpen-Range zeigt (vgl. Abb. 2).

Abb. 2 Containerumschlag 1990-2005 Hamburg-Antwerpen Range



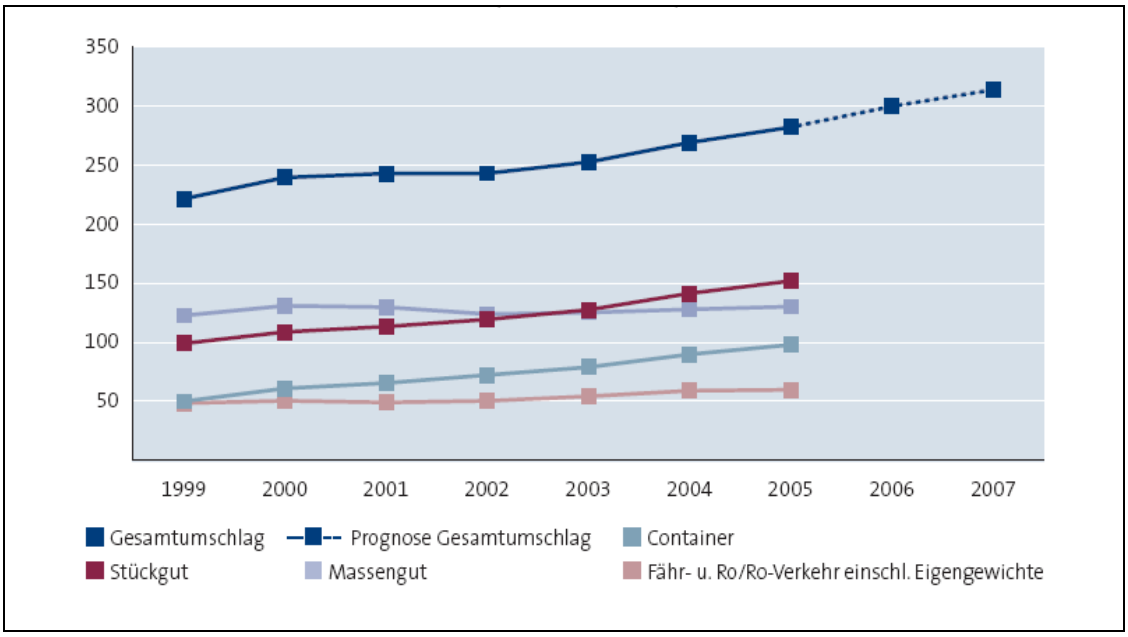
Quelle: HHLA, 2006

1.2 Nachhaltiges Wachstum im Güterumschlag

Die seinerzeit gegebene Wachstumssituation im globalen Güterumschlag speziell der Containerisierung wiederholt sich gegenwärtig erneut aufgrund aktuell prognostizierter Wachstumsraten im Frachtaufkommen und wirkt sich auf strukturell höherem Niveau vergleichbar technologietreibend aus. Daher bietet sich heute auf Grundlage des ersten ISETEC-Forschungsprogramms die wiederum nachhaltig wirksame Chance für weiterentwickelte technologische und organisatorische Innovationen in einem ISETEC-II-Programm.

Global betrachtet werden derzeit 95 % des interkontinentalen Warenaustausches über See abgewickelt. Seehäfen stellen dabei innerhalb der internationalen Transportketten zentrale Knotenpunkte dar, in denen einerseits die Güterströme gebündelt, umgeschlagen und verteilt werden. Andererseits werden hier Informationen (Daten) zur Organisation und Steuerung des vor- und nachgelagerten Transportes zentralisiert aufbereitet und verteilt.

Abb. 3 Umschlagentwicklung der Deutschen Seehäfen (in Mio. T)



Quelle: Zentralverband der deutschen Seehafenbetriebe e.V., Jahresbericht 2006

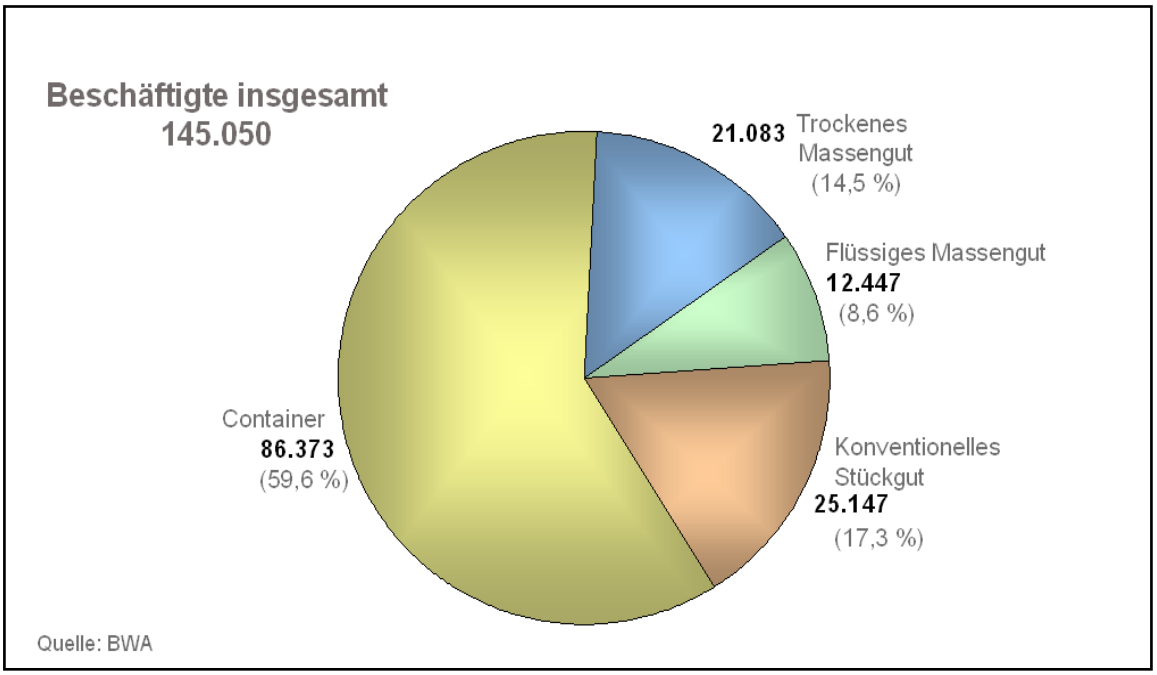
Die Deutschen Seehäfen besitzen diesbezüglich eine Schlüsselfunktion für die stark im- und exportorientierte deutsche Wirtschaft und nehmen die Funktion als wichtige Arbeitgeber in den strukturschwachen Küstenländern ein. Die vergleichsweise quantitativ dichte und qualitativ breite Verkehrsinfrastruktur in Deutschland ermöglicht via hochwertiger Logistikdienstleitungen eine reibungslose Integration der deutschen Produktionswirtschaft in den Welthandel und unterstützt auf diese Weise den Industriestandort Deutschland maßgeblich.

Mit der Seehafenlogistik verbunden werden nicht nur Industriearbeitsplätze erhalten, sondern auch im Logistikbereich selbst neue Dienstleistungsarbeitsplätze geschaffen. Diese werden bundesweit auf weit mehr 300.000 geschätzt. Teilschätzungen gehen sogar von rd. 174.000 Arbeitsplätzen im unmittelbaren und mittelbaren Wirkungsumfeld der Bremer Häfen aus[1]. Für Hamburg wird diese Zahl mit rd. 140.000 in der Metropolregion angegeben[2] (vgl. Abb. 4).

[1] *Quelle: Stuchtey, Haller, Dannemann: Langfristige Sicherung der Infrastrukturinvestitionen für die bremischen Häfen unter veränderten Rahmenbedingungen, Förderprojekt der Kieserling-Stiftung, Bremen 2006*

[2] *Quelle: BWA*

Abb. 4 Hafenabhängige beschäftigte in der Metropolregion nach Länderkategorien



Quelle: BWA

Die heute allseits prognostizierten Wachstumsraten gehen von einer bereits über Jahre hinweg anhaltenden und stark anwachsenden Aufwärtsentwicklung im Seehafenumschlag der deutschen Seehäfen aus.

Im Jahr 2005 betrug das in deutschen Seehäfen umgeschlagene Volumen bereits über 282 Mio. t., was einem Plus von 4,8 % im Vergleich zum Jahr 2004 entspricht. Hierbei stellte der Containerumschlag mit einer Steigerung um 11,8 % auf über 12 Mio. TEU den größten Wachstumsträger dar (vgl. Abb. 3 & Abb. 5).

Aktuelle Untersuchungen belegen, dass die früher prognostizierten Mengen im Güterumschlag eindeutig zu niedrig angesetzt wurden. Ein Vergleich für Hamburg zeigt die ständig neu angehobenen Wachstumsprognosen deutlich (vgl. Abb. 6).

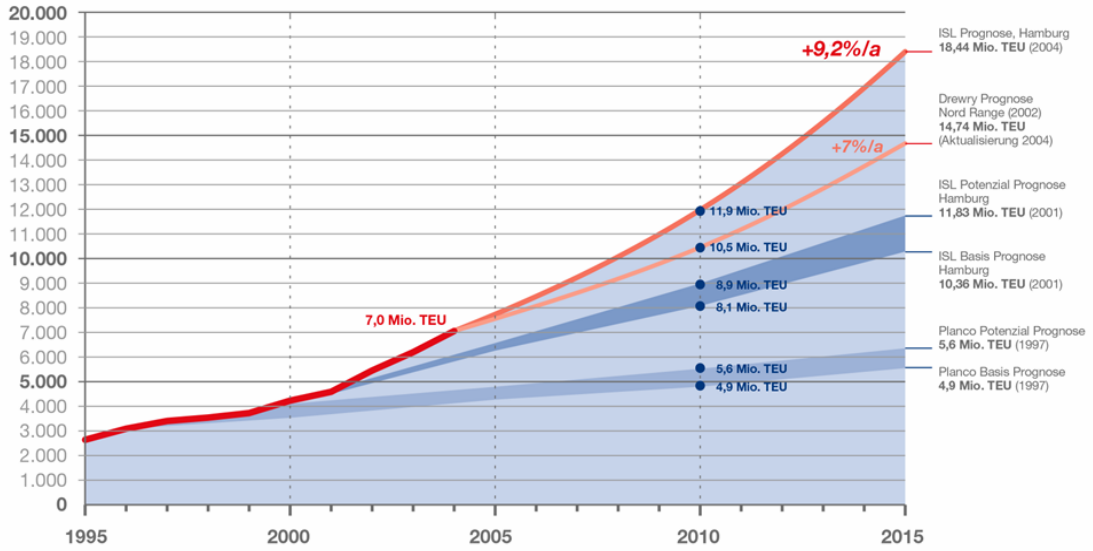
Die ermittelten Ist-Werte des Güterumschlagvolumens für das Jahr 2005 zeigen ein Aufkommen von knapp 340 Mio. Tonnen gegenüber prognostizierten rd. 280 Mio. t. Daran hat der Übersee-Containerverkehr einen maßgeblichen Anteil, der aktuell jedoch auch durch überproportional zunehmende RoRo- und neuerdings ConRo-Verkehre im Ostseeverkehr bedingt durch die Wachstumswirtschaften in Osteuropa ergänzt wird.

Abb. 5 Containerumschlag in den Deutschen Seehäfen

		Container insgesamt in 1.000 TEU	Beladene Container Anzahl in 1.000 TEU	Beladene Container Gewicht der Ladung in 1.000 t
2004	Alle Häfen	10.822	9.292	89.720
	dar. Hamburg	7.004	6.082	59.049
	Bremische Häfen	3.529	2.990	28.139
2005	Alle Häfen	12.101	10.248	97.853
	dar. Hamburg	8.084	6.829	65.438
	Bremische Häfen	3.741	3.195	29.800
Veränd. 2004/2005	Alle Häfen	+11,8	+10,3	+9,1
	dar. Hamburg	+15,4	+12,3	+10,8
	Bremische Häfen	+6,0	+6,9	+5,9

Quelle: Zentralverband der deutschen Seehafenbetriebe e.V., Jahresbericht 2006

Abb. 6 Entwicklung des Containerumschlags in Hamburg 1995-2015

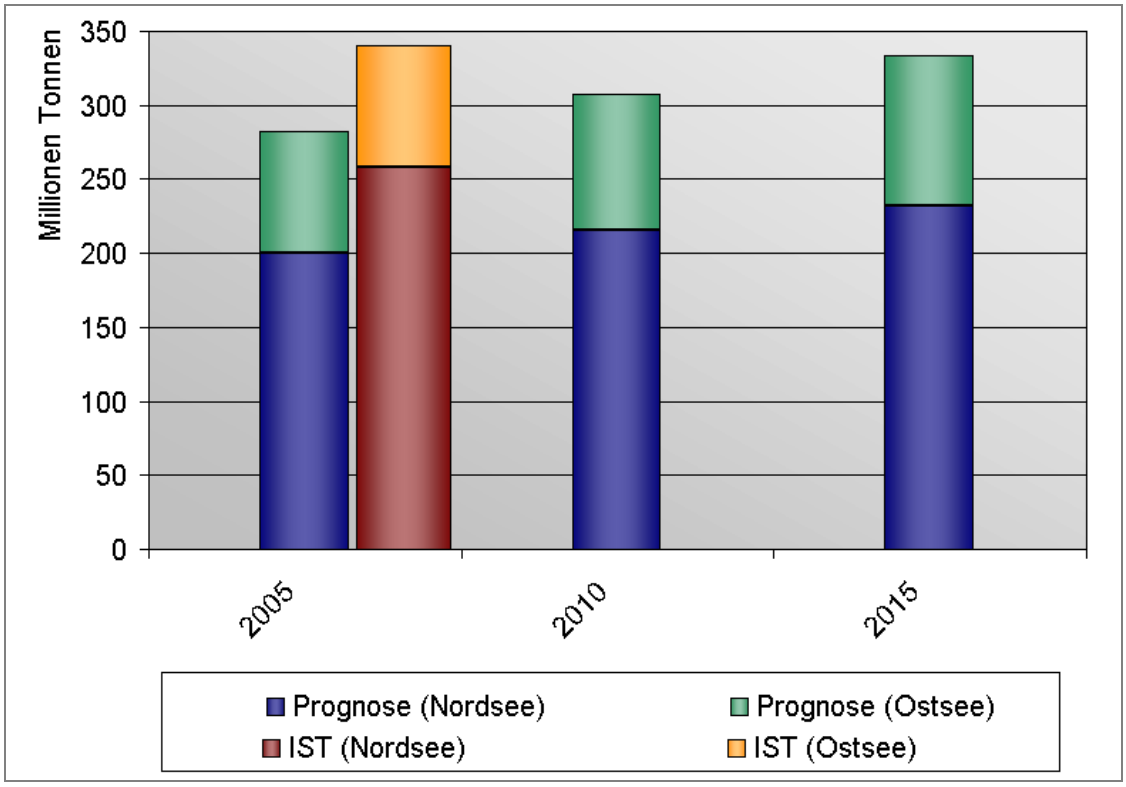


Quelle: HHLA, 2006

Tab. 1 Gesamtumschlagsprognose Nordsee/Ostsee

Gesamtumschlag in 1.000 t	Prognose			IST-Umschlag 2005
	2005	2010	2015	
Nordsee	199.773	215.504	231.939	257.173
Ostsee	82.221	91.708	101.551	81.414

Abb. 7 Gesamtumschlagsprognose Nordsee/Ostsee



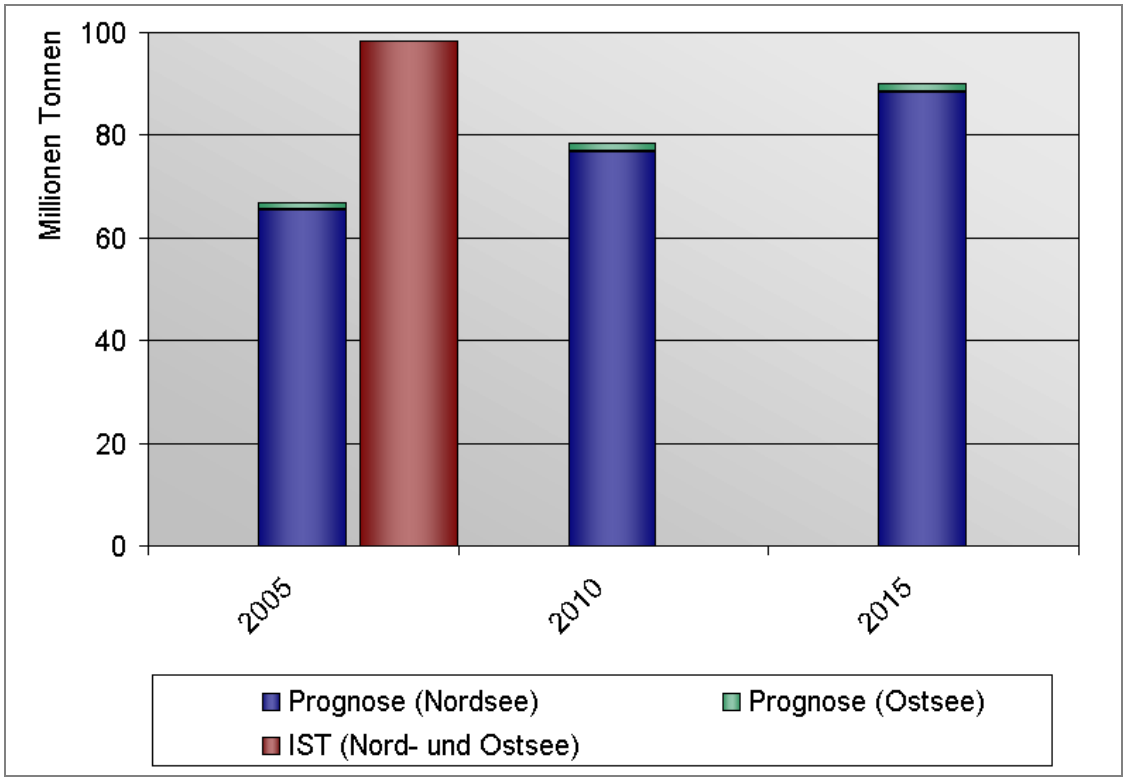
Quelle: ISL-Baltic Consult GmbH, Lübeck 2007, basierend auf „Entwicklungstendenzen deutscher Nordseehäfen bis 2015", Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik, Bremen 2000 (Prognose) und Zentralverband Deutscher Seehäfen (Ist-Zahlen)

Die Deutschen Seehäfen sehen sich insoweit in absehbarer Zukunft mit einer extrem stark anwachsenden Entwicklung des Güterumschlags konfrontiert. Weitergehende Prognosen, den Containerumschlag in den deutschen Seehäfen betreffend, gehen von einer Verdopplung der Umschlagsmengen bis zum Jahr 2015 aus (vgl. Abb. 7 & Abb. 8 sowie Tab. 1 &Tab. 2). Im Containerumschlag wurde das ehemals für das Jahr 2005 prognostizierte Güterumschlagsvolumen von geschätzten 67 Mio. Tonnen mit einem Ist-Volumen von knapp 98 Mio. Tonnen, das in den deutschen Nord- und Ostseehäfen umgeschlagen wurden, eindeutig übertroffen.

Tab. 2 Containerumschlagsprognose Nordsee/Ostsee

Containerumschlag in 1.000 t	Prognose			IST-Umschlag 2005
	2005	2010	2015	
Nordsee	65.471	76.883	88.371	97.853
Ostsee	1.431	1.541	1.661	

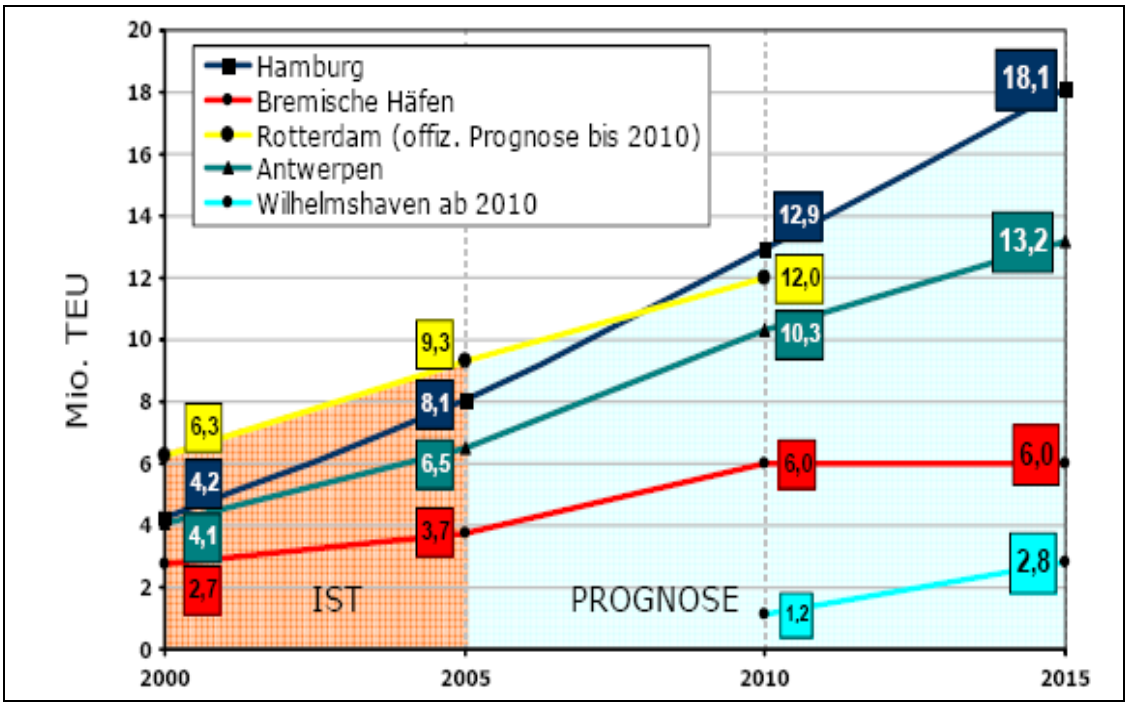
Abb. 8 Containerumschlagsprognose Nordsee/Ostsee



Quelle: ISL-Baltic Consult GmbH, Lübeck 2007, basierend auf „Entwicklungstendenzen deutscher Nordseehäfen bis 2015“, Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik, Bremen 2000 (Prognose) und Zentralverband Deutscher Seehäfen (Ist-Zahlen)

Für die Entwicklung des Containerumschlagsvolumens bis zum Jahr 2015 wird bspw. in Hamburg ein Anwachsen auf ca. 18,1 Mio. TEU vorhergesagt, die bremischen Häfen werden den Schätzungen nach ein Volumen von 6,0 Mio. TEU erreichen und nach erfolgreichem Start des Tiefseehafens Jade-Weser-Ports im Jahr 2010 wird dort im Jahr 2015 von einem Umschlagsvolumen von 2,8 Mio. TEU ausgegangen.

Abb. 9 Umschlagsprognose für die Nordrange bis 2015



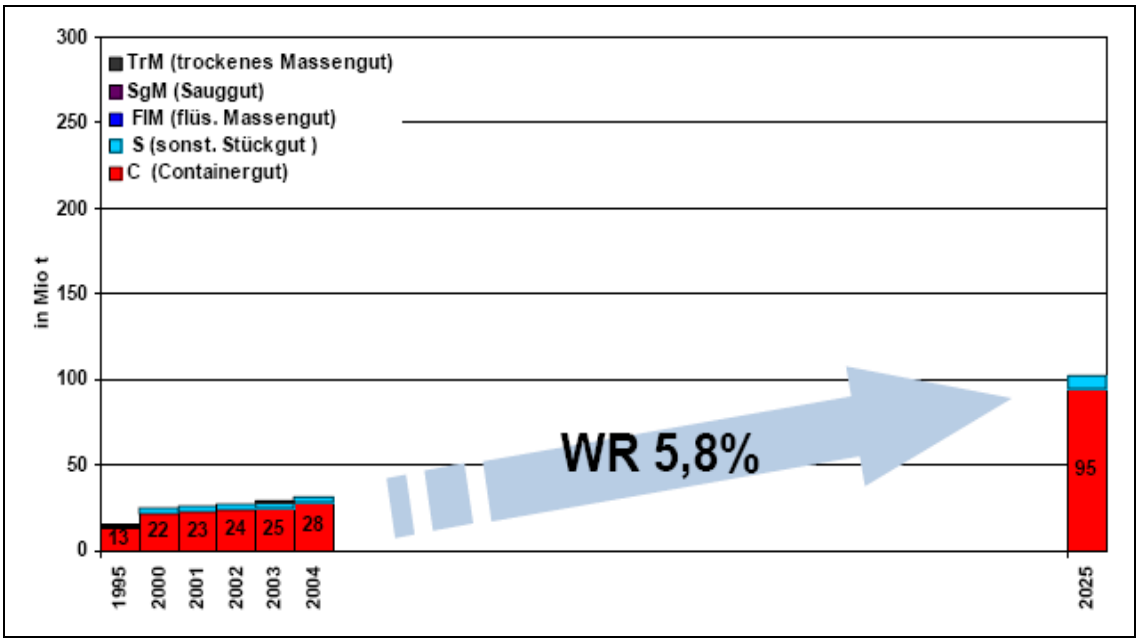
Quelle: Hamburg Hafen Marketing e.V.

Das aktuelle Ergebnis der vom Bundesverkehrsministerium in Auftrag gegebenen „Seeverkehrsprognose“ gibt an, dass sich der gesamte Güterumschlag in den deutschen Seehäfen gemessen am Basisjahr 2004 bis zum Jahr 2025 mehr als verdoppeln wird. Hierbei wird das durchschnittliche Wachstum in den deutschen Seehäfen laut der Prognose mit 4,6 Prozent pro Jahr zufolge deutlich höher sein als bspw. in den direkten Konkurrenzhäfen Amsterdam, Rotterdam, Zeebrügge und Antwerpen (vgl. Abb. 9).

Die „Seeverkehrsprognose“ sieht vor allem für Bremerhaven und Hamburg gute Wachstumsaussichten. So wird der Güterumschlag Hamburgs mit rund fünf Prozent deutlich schneller im Vergleich zum Umschlag Rotterdams anwachsen.

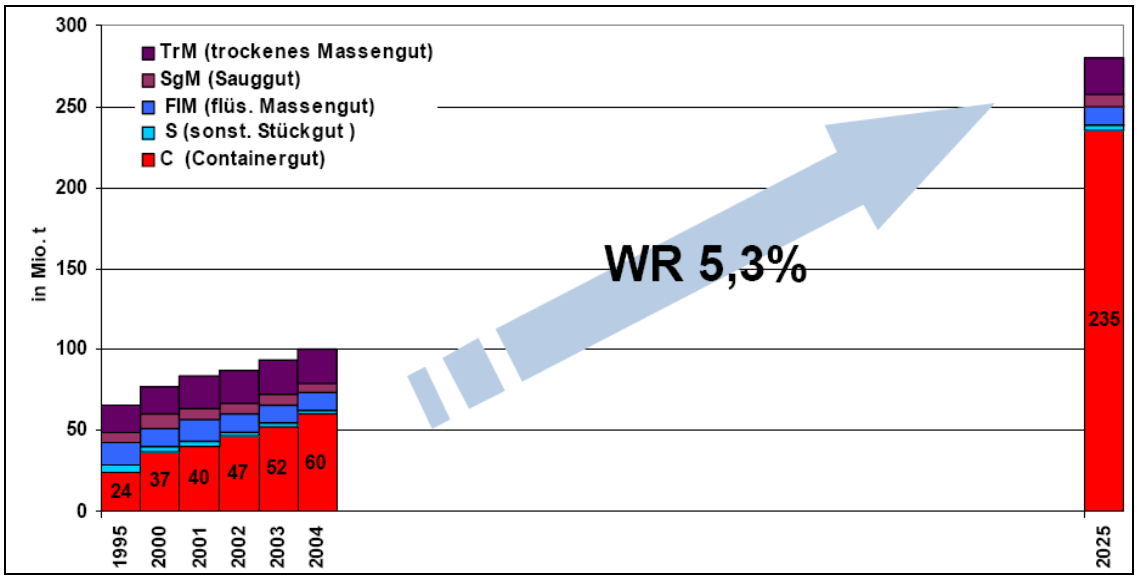
Bremerhaven wird sich laut veröffentlichter „Seeverkehrsprognose“ bis zum Jahr 2025 mit 6,0 % p.a. Wachstumsrate im Containerverkehr entwickeln und wird ein Containerladungsaufkommen von 95 Mio. t aufweisen.

Abb. 10 Umschlagsentwicklung in Bremerhaven



Quelle: BMVBS 2007; „Prognose der Deutschlandweiten Verkehrsverflechtung, Seeverkehrsprognose (Los3)“

Abb. 11 Umschlagsentwicklung in Hamburg



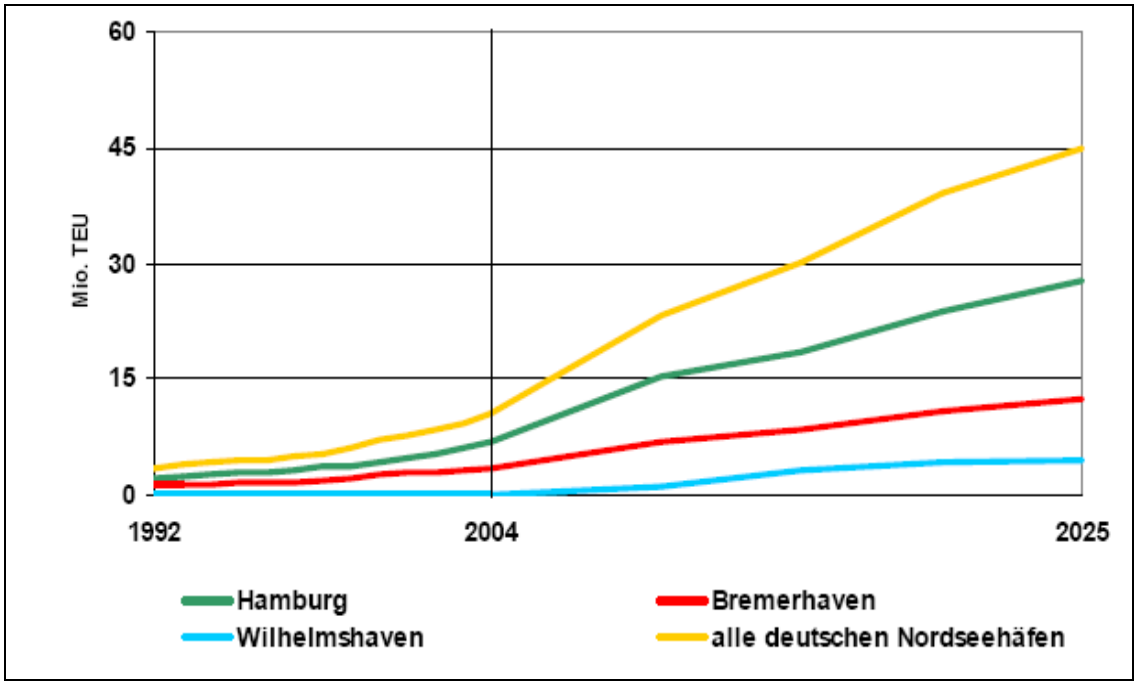
Quelle: BMVBS 2007; „Prognose der Deutschlandweiten Verkehrsverflechtung, Seeverkehrsprognose (Los3)“

Hamburg wird laut „Seeverkehrsprognose“ mit einem Container-Aufkommen von 235 Mio. t der bedeutendste Containerhafen Deutschlands bleiben. Er wird auch mit rd. 6,7 % p.a. das höchste Wachstum im Containerverkehr realisieren. Für das Jahr 2025 geht die Prognose davon aus, dass Hamburg ca. 50 Prozent des Gesamtgüter-

umschlags des Hafens von Rotterdam erreichen wird. Bezogen auf das reine Containerumschlagsvolumen geht die Prognose sogar davon aus, dass Hamburg Rotterdam seinen ersten Rang in Europa streitig machen wird.

Die zukünftige Wettbewerbssituation der deutschen Seehäfen wird in der „Seeverkehrsprognose“ als äußerst positiv eingeschätzt, da die Lage und Verbindung zu den osteuropäischen Staaten mit ihren stark expandierenden Wachstumsmärkten eindeutig besser ist als die der Häfen in Belgien und den Niederlanden. Dies belegen auch die prognostizierte Containerumschlagsentwicklung in den deutschen Nordseehäfen und die Entwicklung des RoRo-Verkehrs in den deutschen Ostseehäfen.

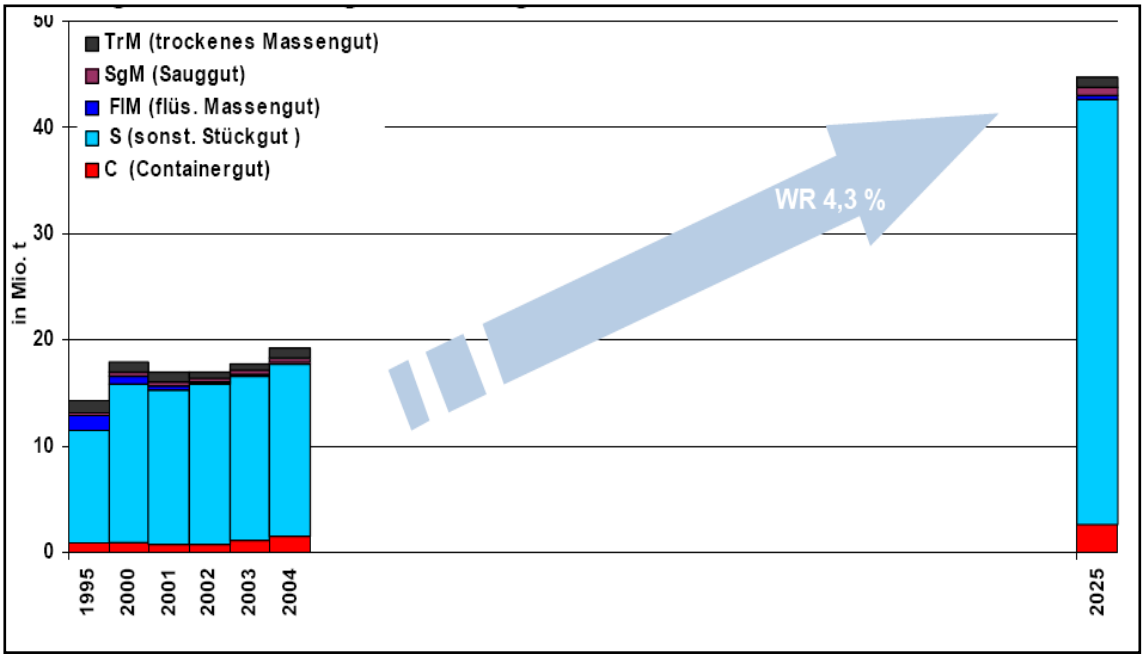
Abb. 12 Containerumschlagsentwicklung in den deutschen Nordseehäfen



Quelle: BMVBS 2007; „Prognose der Deutschlandweiten Verkehrsverflechtung, Seeverkehrsprognose (Los3)“

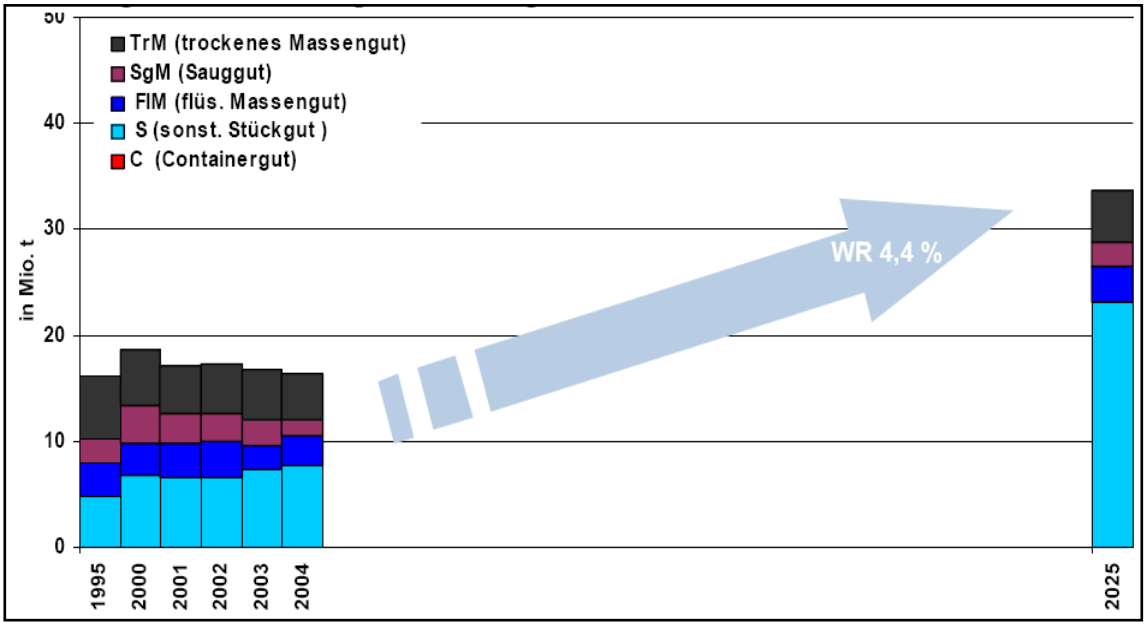
Prinzipiell die gleiche Situation ergibt sich für die RoRo-Verkehre auf der Ostsee, wo insbesondere Rostock und noch mehr Lübeck mit überproportionalem Wachstum der Umschlagsmengen rechnen können bzw. müssen.

Abb. 13 Umschlagsentwicklung in Lübeck



Quelle: BMVBS 2007; „Prognose der Deutschlandweiten Verkehrsverflechtung, Seeverkehrsprognose (Los3)“

Abb. 14 Umschlagsentwicklung in Rostock



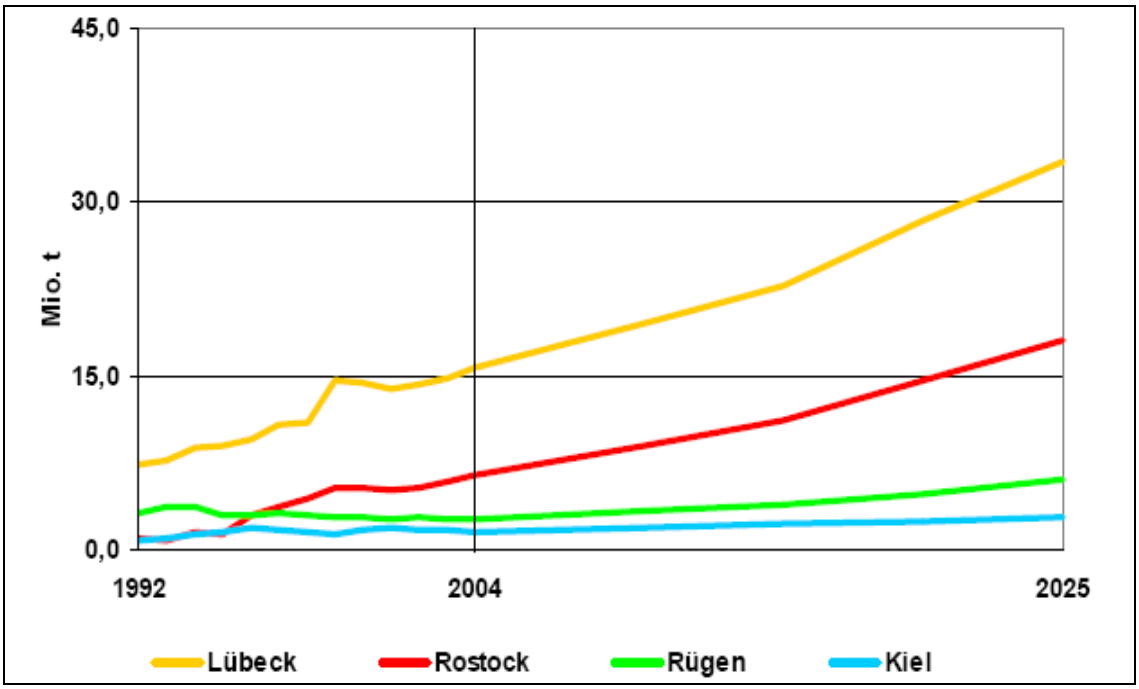
Quelle: BMVBS 2007; „Prognose der Deutschlandweiten Verkehrsverflechtung, Seeverkehrsprognose (Los3)“

Lübeck wird laut Prognose seine Marktposition als umschlagstärkster deutscher Ostseehafen mit einem Volumen von 45 Mio. Tonnen netto bzw. 64 Mio. Tonnen brutto im Jahre 2025 behaupten. Das entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 4,3 %

ab 1995. Für Rostock wird in dem selben Prognosezeitraum eine jährliche Steigerungsrate von 4,4 % prognostiziert, wodurch sich das Umschlagvolumen auf knapp 34 Mio. Tonnen Netto bzw. 52 Mio. Tonnen Brutto erhöht. Gestützt wird das Wachstum beider Häfen durch ihren hohen Anteil an Fähr- und RoRo-Verkehren, die in den Statistiken als Sonstige Güter und Containergüter ausgewiesen werden.

Die größte Menge an RoRo-Gütern im Jahre 2004 ist mit 16 Mio. t in Lübeck umgeschlagen worden. Damit ist das Aufkommen von 1992 mit durchschnittlich 6,7 % p.a. angestiegen. Durch ein überproportionales Wachstum von 18 % p.a. hat sich Rostock zum zweitbedeutendsten Hafen in diesem Ladungssegment entwickelt. Zwischenzeitlich werden 6,4 Mio. t an RoRo- Fährverkehrsgütern über Rostock abgewickelt.

Abb. 15 Entwicklung des RoRo-Verkehrs in den Ostseehäfen



Quelle: BMVBS 2007; „Prognose der Deutschlandweiten Verkehrsverflechtung, Seeverkehrsprognose (Los3)“

Der LKW ist das dominierende Transportgefäß im RoRo- und Fährverkehr. Im Zuge des Umschlagswachstums ist deshalb mit einem erhöhtem Aufkommen an LKW in den Fähr- und RoRo-Häfen und den anschließenden Verkehrsträgern zu rechnen.

1.3 Produktivitätserhöhung durch Technologieintegration

Die zunehmenden Warenströme und Umschlagsmengen stellen die deutschen Seehäfen allerdings vor erhebliche Herausforderungen für zukünftige terminalseitige Entwicklungen im Bereich der IuK-Technologien und der Transport- und

Logistiksysteme sowie deren Prozesse, um den Umschlag und vor allem die Hinterland-seitige Abwicklung des Zu- und Ablaufs zu bewältigen.

Aufgrund des stetig wachsenden internationalen Handelsgeschehens sehen sich die Deutsche Seehäfen bereits heute mit permanenten Kapazitätsproblemen konfrontiert. Diese zeigen sich vor allem im Bereich Lager- und Umschlagskapazitäten als auch beim landseitigen Zu- und Abfluss der Ladung der Seehäfen.

Umschlagswachstum bezogen auf die heute genutzten Flächen bedeutet immer auch eine Flächenausdehnung, wobei sich die deutschen Seehäfen bereits heute und in Zukunft noch stärker mit beschränkten oder teilweise gar nicht mehr zugangsfrei zur Verfügung stehenden nutzbaren Flächen in Kai-Nähe konfrontiert sehen.

Deshalb hängt der wirtschaftliche Erfolg der Deutschen Hafens zwar auch immer entscheidend davon ab, ob es ihnen gelingt, sowohl langfristig ausreichende infra- und suprastrukturell effizient erschlossene Flächen bereitzustellen als auch deren optimale see- und landseitige Erreichbarkeit zu gewährleisten. Die hohen Zuwachsraten des Seeverkehrs führen allerdings notwendigerweise auch dazu, dass die gegebenen Supra- und Infrastrukturen in den Häfen, aber auch im Hinterland deutlich produktiver genutzt werden, als dies ungeachtet des hohen Leistungsstandes heute der Fall ist. Insofern ist es für die Steigerung des weiteren Wachstums und der Leistungsfähigkeit der deutschen Seehäfen unverzichtbar, dass die in Aussicht genommenen und bereits geplanten Infrastrukturvorhaben zügig umgesetzt werden.

Es reicht allerdings nicht aus, den sich in den Seehäfen entwickelnden Engpässen lediglich durch einen infrastrukturellen Ausbau der Häfen zu begegnen, da bereits heute vielerorts nur noch ein stark begrenztes Flächenangebot in den jeweiligen Seehäfen vorhanden ist. Um Neuflächenerschließungen im Hinterland und eine damit verbundene zeit- und kostenintensive Verlagerung der Waren von den Terminals zu vermeiden, gilt es daher, eine nachhaltige Leistungssteigerung durch Optimierung der bestehenden operativen und IT-Prozesse im Hinblick auf Automatisierung und Integration zu erzielen und die deutschen Seehäfen durch zukunftsweisende technologische Innovationen zu stärken. Um einen möglichst reibungslosen Terminalbetrieb zu gestalten und die Komplexität der Güterbewegungen im Terminal beherrschen zu können, ist vor allem der integrierte Einsatz modernster Computertechnologie und die Automatisierung von Teilprozessen in vernetzten Systemzusammenhängen notwendig.

Die maritime Wirtschaft Deutschlands besitzt eine herausragende Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit als Technologie-, Produktions- und Logistikstandort und ist maßgebend mitverantwortlich, Deutschland als technologischen und innovativen High-Tech-Standort zu sichern und ihn in seiner Entwicklung weiter voran zu treiben.

Die derzeitige Situation in den deutschen Seehäfen wird durch eine Vielzahl unterschiedlicher Faktoren beeinflusst. So müssen sie bspw. auf die Veränderung der Ladungsstrukturen aber auch auf neue Trends die Schifffahrt betreffend reagieren und sich somit auf neue Strukturen und Organisationsformen, bspw. die Hinterlandanbindung betreffend, einstellen.

Die Ergebnisse der erfolgreichen Umsetzung des ersten ISETEC-Forschungsprogramms und die bereits erwähnten und prognostizierten hohen Wachstumsraten im Güterumschlag bilden die Grundlage für eine auf höherem Niveau angesiedelte ISETEC-II-Programmatik. Die aktuell prognostizierten Wachstumsraten machen erhebliche Investitionen in den Ausbau der Hafenkapazitäten der deutschen Seehafenstandorte erforderlich. Den derzeitigen und zukünftig stark ansteigenden Wachstumsengpässen in den deutschen Seehäfen soll effizient und erfolgreich begegnet werden, um somit die wirtschaftliche Wertschöpfung in den Deutschen Seehäfen entscheidend zu steigern und eine positive und nachhaltige Entwicklung unter wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Aspekten zu gewährleisten.

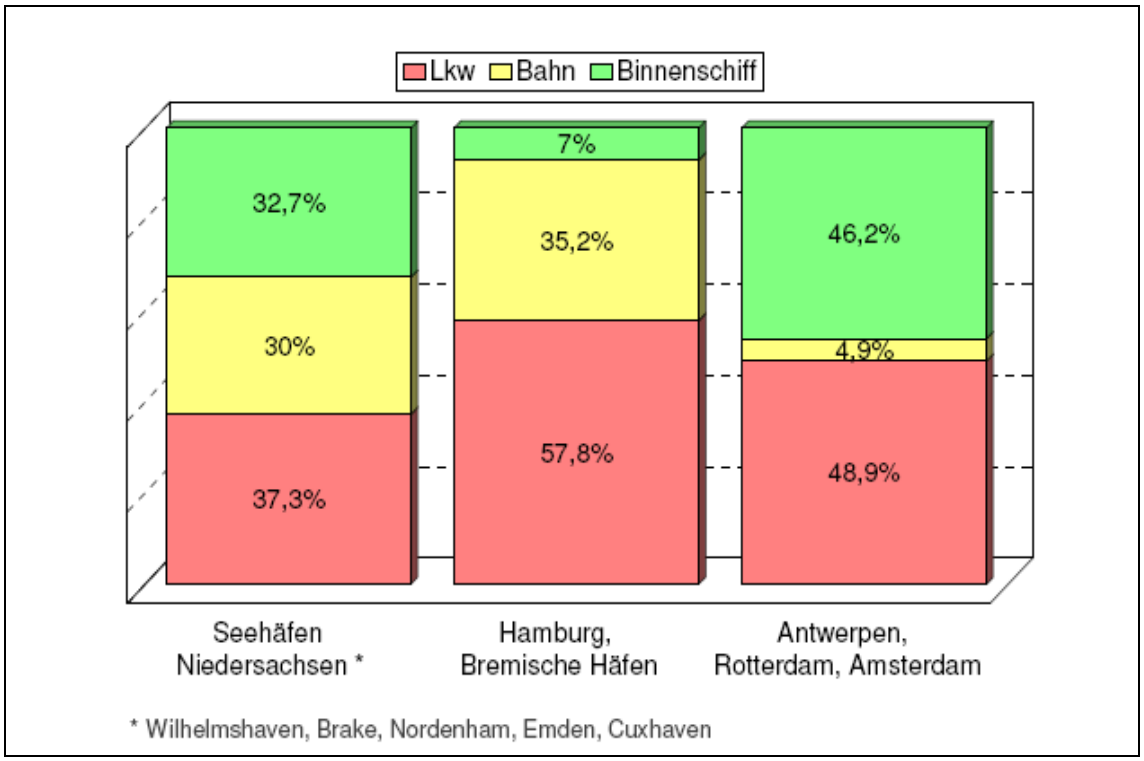
Der Fokus von ISETEC-II liegt daher in erster Linie auf der Untersuchung und Entwicklung von innovativen Technologien, die es den Seehäfen ermöglichen, den sich abzeichnenden Trend des weiter stark anwachsenden Güterumschlagvolumens in Ergänzung zu reinen infrastrukturellen Maßnahmen zu begegnen.

ISETEC-II soll die deutsche Seeverkehrswirtschaft bei der Bewältigung der auf sie zukommenden Aufgaben unterstützen. Die Ziele sind auf den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Seehäfen, den Erhalt und womöglich die Steigerung der derzeitig rund 300.000 direkt oder indirekt von der Seehafenwirtschaft abhängigen Arbeitsplätze sowie auf die Vorsorge für die technologischen Herausforderungen mit dem Zeithorizont des Jahres 2015 ausgerichtet.

Hierbei geht es um die Entwicklung und Realisierung zukunftsweisender und technologischer Innovationen im Seehafenumschlag und eine weitreichende Verbesserung der Intermodalität. Diese gilt es vor allem im Hinblick auf die bereits heute vorhandene Verteilung der Warenströme im Hinterlandverkehr auf die einzelnen Verkehrsträger (LKW, Bahn, Binnenschiff) (vgl. Abb. 16 & Abb. 17). Ein ansteigendes Wachstum des Güteraufkommens bei unverändertem Modal Split und ein weiter erhöhtes Verkehrsaufkommen auf der Strasse bei weiterführenden Hinterland-transporten der Güter würde bedeuten, dass der Kollaps des Straßenverkehrs an bereits heute hoch belasteten Engpässen wie z.B. der Elbquerung unausweichlich wäre.

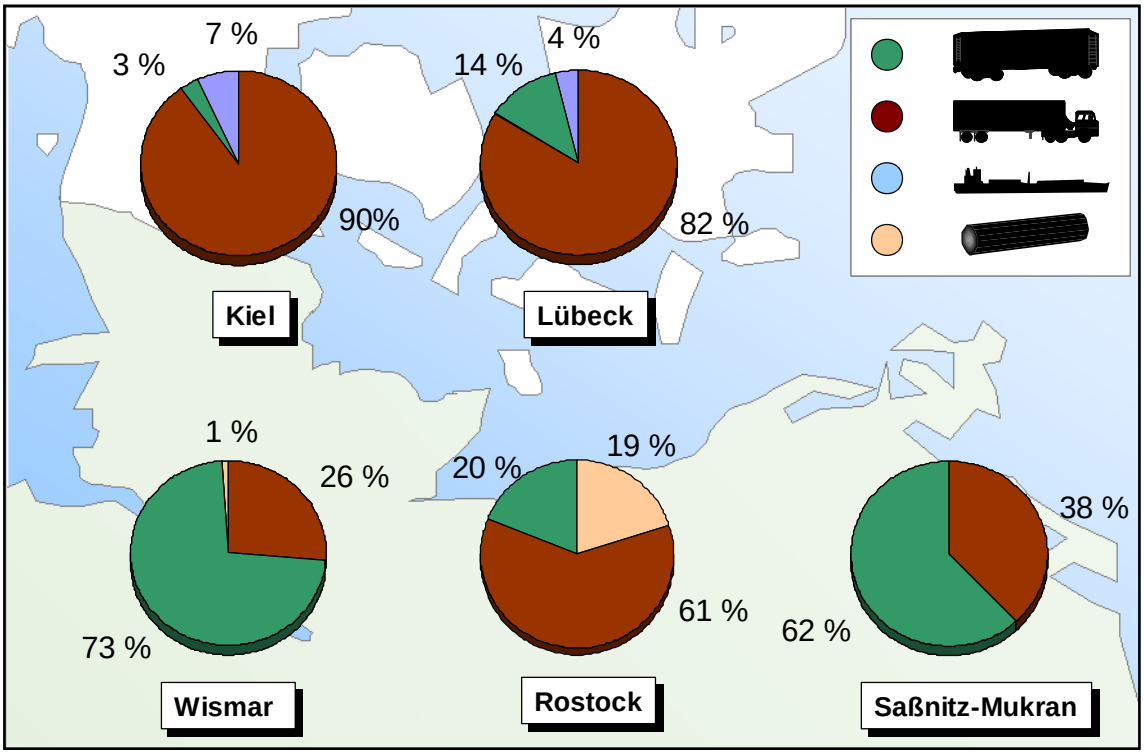
Neu zu evaluierende innovative Technologien und Logistikkonzepte sollen zum einen zur stärkeren Vernetzung der einzelnen Deutschen Seehäfen und zum anderen zur verbesserten Nutzung der Hinterlandpotentiale führen. Es geht um die Schaffung einer nachhaltigen Verkehrspolitik, d.h. die Entwicklung von Konzepten für eine zukünftige Verlagerung der ansteigenden Gütermengen weg von der Strasse hin zu den alternativen Verkehrsträgern. Es gilt, optimierte Strategien zur Effizienzsteigerung bei der Verkehrsverlagerung von Hinterlandtransporten (Modal-Split) von und zu den Deutschen Seehäfen zu entwickeln, z.B. durch verbesserte Umschlagsprozesse bei den einzelnen Verkehrsträgern Bahn, LKW, Binnenschiff, um die ansteigenden Güterströme in Zukunft gerechter und vor allem im Hinblick auf die Schonung der ökologischen Ressourcen gerechter auf die einzelnen Verkehrsträger zu verteilen.

Abb. 16 Modal-Split im Hinterlandverkehr ausgewählter Seehafengruppen 2004 (ohne Pipelineverkehre)



Quelle: Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr; „Hafenkonzept Niedersachsen"; 2007

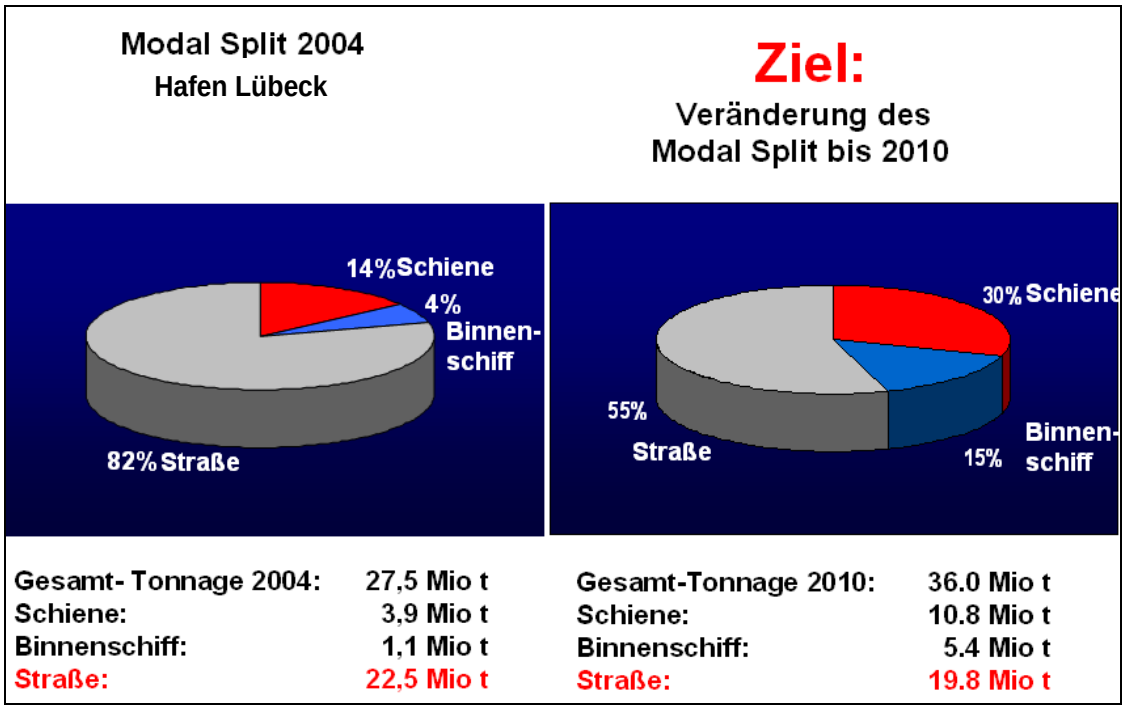
Abb. 17 Modal-Split im Hinterlandverkehr ausgewählter Ostseehäfen 2004



Quelle: ISL-Baltic Consult GmbH

Leistungsfähige Hinterlandanbindungen sind dabei ein wichtiger Faktor, um die deutschen Seehafenstandorte über effiziente Straßen-, Binnenwasser-, und Schienenanschlüsse beim reibungslosen An- und Abtransport der Güter zu und von den einzelnen Hafen-Terminals zu unterstützen. Angesichts der Steigerungsraten im Seeverkehr muss vermieden werden, dass das Hinterland zum Engpass wird, was ohne signifikante Verschiebungen im Modal Split zu Lasten des LKW-Verkehr auf der Straße sonst kaum vermeidbar wäre (vgl. Abb. 18).

Abb. 18 Modal-Split im Hinterlandverkehr des Hafens Lübeck

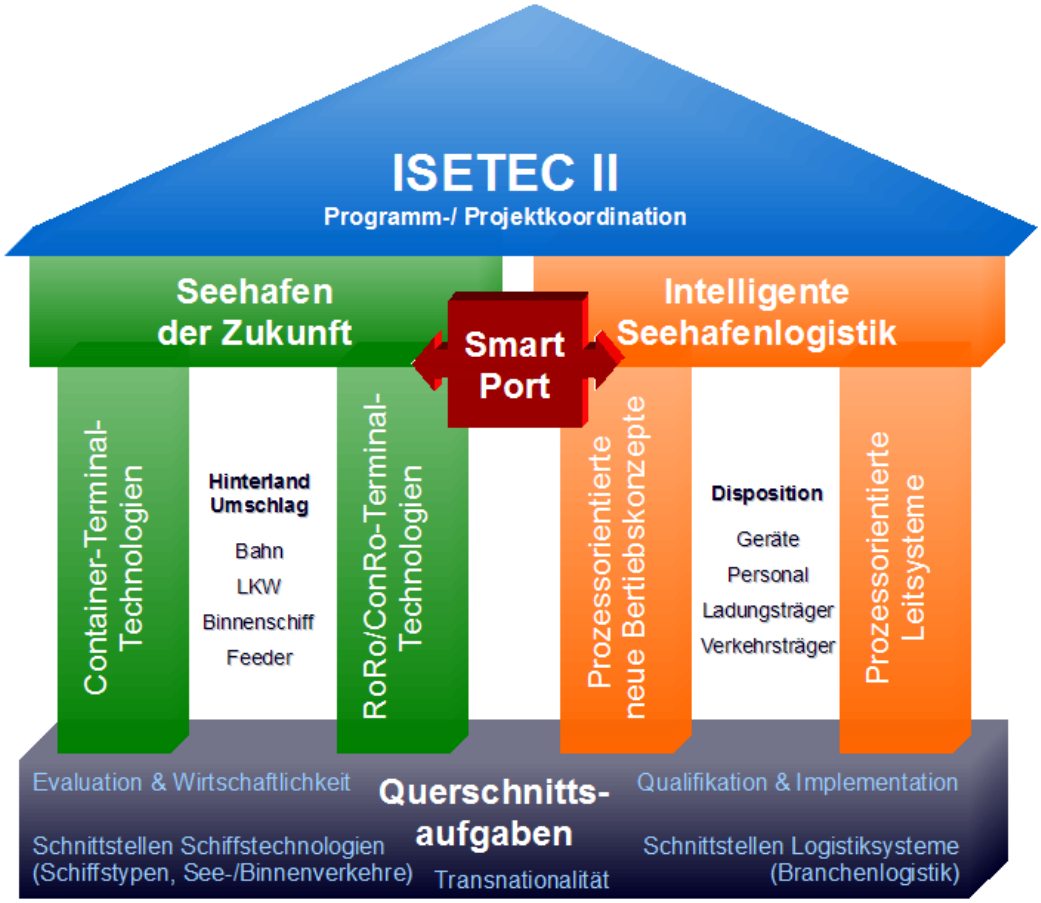


Quelle: LHG, 2006

Das neue ISETEC-II-Förderprogramm zielt deshalb neben Produktivitätserhöhungen auf den Terminals insbesondere auch auf eine stärkere Vernetzung logistischer Systeme Norddeutschlands im Bereich der Seehäfen und ihres Hinterlandes sowie auch der Landbrücke zur Ostsee und Feederverkehre in die Ostsee ab. Die Deutschen Seehäfen sollen durch die innovativen Entwicklungen von ISETEC-II massiv in ihrer Leistungsfähigkeit gestärkt werden. Es gilt, die Führungsrolle der Deutschen Seehafenstandorte und der maritimen Wirtschaft Deutschlands sowohl unter technologischen und logistischen Gesichtspunkten als auch unter den marktwirtschaftlichen Bedingungen im globalen Wettbewerb nachhaltig unter Beweis zu stellen und zu sichern. Wirtschaftswachstum, Sicherung und Ausbau von Arbeitsplätzen sowie Wertschöpfung sollen durch ISETEC-II erreicht werden.

Grundlegendes und mittelfristiges Entwicklungsziel, welches das ISETEC-II-Förderprogramm verfolgt, ist die Entwicklung des unter dem Leitbegriff „Smart Port“ zusammengefassten intelligenten und vernetzten Seehafens der Zukunft, wie er in Abb. 19 grafisch strukturiert ist.

Abb. 19 ISETEC-II Programmstruktur



„Smart Port“ soll die zentrale Verknüpfung aus den beiden ISETEC-II-Programmsäulen „Seehafen der Zukunft (innovative Terminaltechnologien)“ und „Intelligente Seehafenlogistik (prozessorientierte Betriebskonzepte und Leitsysteme)“ darstellen. Durch systematische Vernetzung, d.h. das Integrieren von operativen und IT-Prozessen hin zu einer interaktiven Kommunikationsstruktur, soll eine nachhaltige und stetige Prognose, Simulation, Planung, Steuerung, Flexibilisierung und Monitoring der operativen Prozesse und ihnen zugrunde liegender strategischer Entscheidungen gewährleistet werden.

Im „Smart Port“ sollen die neu entwickelten Konzepte und Technologien zusammengeführt, integriert und genutzt werden, um zukünftig ein optimales Handling von Gütern und Verkehren in den Deutschen Seehäfen zu erzielen. Diese Konzepte und Technologien beruhen vorrangig auf der Entwicklung neuer und innovativer Umschlagstechnologien und Dispositionsverfahren aber auch auf Entscheidungsunterstützungs- bzw. Assistenz-Systemen. So sind bspw. vorhandene Entwicklungspotentiale für neue prozessorientierte Betriebssysteme und prozessorientierte Leitsysteme in Verbindung mit optimierten Dispositionssystemen innerhalb des ISETEC-II-Förderprogramms zu erschließen.

Die im ISETEC-II-Förderprogramm vorrangig adressierten Themenfelder gestalten sich deshalb wie folgt:

Technologien im Hafen- und Terminalbereich:

- Spezielle Schiffsabfertigungs-, Umschlags- und Lagertechnologien abgestimmt auf Nord- und Ostseebelange (Großcontainer-, ConRo-Schiffe)
- Neue Konzepte/Technologien für Horizontaltransporte im Container- und RoRo-Terminal
- Neue Konzepte/Technologien in der Abfertigung von Feeder- und Binnenschiffen
- Neue Konzepte/Technologien für den Umschlag im Bereich Verkehrsträger Schiene
- Neue Konzepte/Technologien für den Seehafenumschlag in Bezug auf Immissionsminderung und Ressourcenschonung

IT-Systeme im Hafen- und Terminalbereich:

- Anwendung von Identifikations- und Ortungstechnologien beim Container-, RoRo- und Stückguthandling im Hafen
- IT-optimierte Planung und Steuerung von Umschlags- und Transportgeräten im Hafen
- Prozessorientierte Leitsysteme im Terminal
- Einsatz von Satellitennavigation zur Ladungsortung und -verfolgung im Hafen

Technologien in der Zu- und Ablaufsteuerung des Hinterlandverkehrs:

- Technische und betriebliche Voraussetzungen der Häfen für den Binnenschiffeinsatz
- Verbesserung/Optimierung des Betriebsablaufs für den Verkehrsträger Schiene (z.B. direkter Umschlag Schiff→Schiene)
- Verbesserung/Optimierung des Betriebsablaufs für den Verkehrsträger Straße
- Verbesserung/Optimierung des Betriebsablaufs für den Verkehrsträger Feederschiff

Hafenspezifischer IT-Einsatz für den Hinterlandverkehr:

- IT-Verbindung zwischen Hafen und Bahnzu- und -ablauf

- IT-Verbindung zwischen Hafen und Zu- und Ablauf von Binnen- und Feederschiff
- IT-Verbindung zwischen Hafen und Zu- und Ablauf des LKW

Übergreifende Systemlösungen:

- Integration, Optimierung und Harmonisierung von EDI-Schnittstellen für den Container-, RoRo-, ConRo-, Stückgut- und LCL-Umschlag im Hafen
- Strategische Planung und Entwicklung der Seehäfen mit dem Ziel nationaler/europäischer Netzwerke
- Hafen-interne und –externe Sicherheitssysteme (Gate)
- Hafen-spezifisches Gefahrgutmanagement
- Hafen-spezifische Galileo-Anwendungen

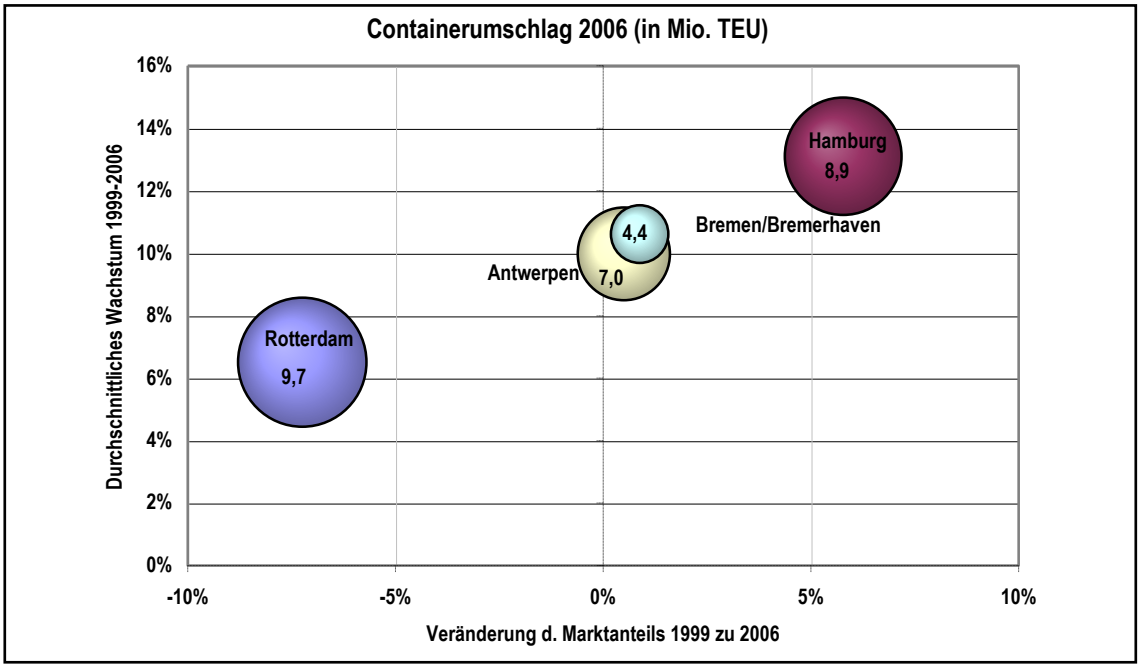
Die mit diesen Technologie-Themenfeldern und insbesondere dem Prinzip der Integration von Technologien und Systemen im Rahmen von ISETEC-II verbundenen technologischen und logistisch-verkehrswirtschaftlichen Herausforderungen, Chancen und Risiken waren der Ausgangspunkt für die nachfragebasierte Voruntersuchung der Definitionsphase für das Förderprogramm, wie sie in den folgenden Kapiteln dargestellt und diskutiert werden.

2 Ausgangssituation deutsche Seehäfen

2.1 Nordsee

Insgesamt ist der Seeverkehr im Zuge des globalen wirtschaftlichen Booms in den vergangenen Jahren erheblich gewachsen. Die zunehmende internationale Arbeitsteilung hat auf Basis dieses Wirtschaftswachstums – bzw. zum Teil auch als Ursache für letzteres – zu einem weiterhin überproportionalen Zuwachs des Welthandels geführt. Dies betraf einerseits die Rohstoffe und damit im wesentlichen Massengüter, aber aufgrund des zunehmenden Austausches von Halbfertig- und Fertigwaren andererseits weiterhin überproportional die containerisierte Ladung. Entsprechend ist die Containerschifffahrt seit Jahren das dynamischste Segment der Weltschifffahrt.

Abb. 20 Die deutschen Nordrangehäfen im Vergleich



Quelle: ISL

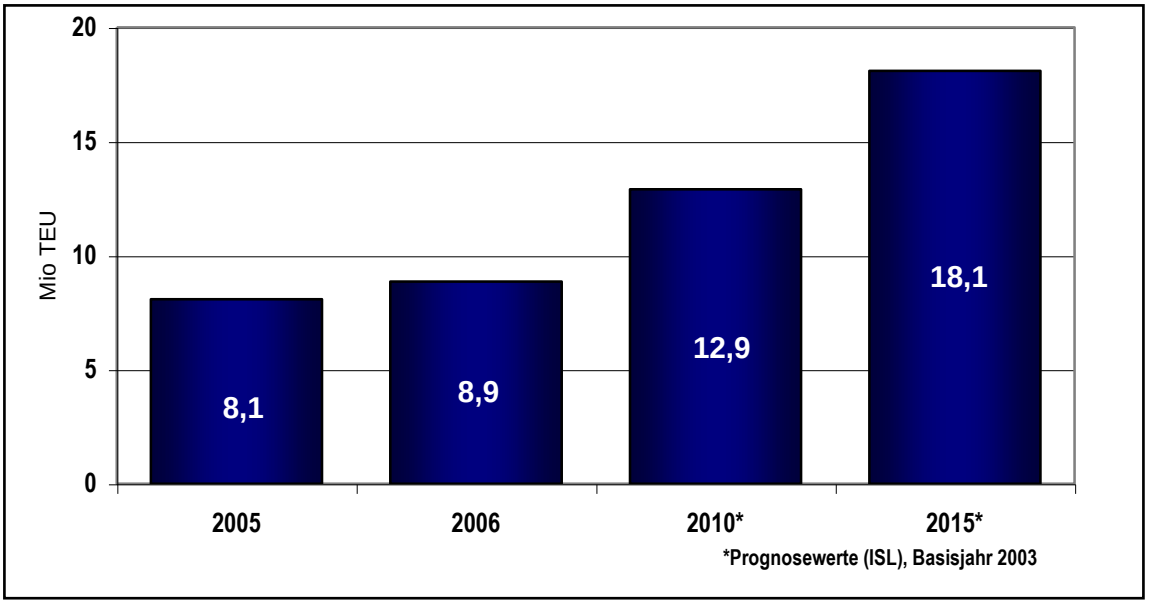
Somit ist es nur folgerichtig, dass weltweit kein anderes Segment des Hafenumschlags in den letzten Jahren so anhaltend hohe und beeindruckende Zuwachsraten aufwies wie der Containerumschlag. Geprägt war dies im globalen Maßstab insbesondere auch durch die Dynamik Chinas, aber auch in Europa können besonders die deutschen Nordseehäfen seit 1999 auf eine überdurchschnittlich positive Entwicklung zurückblicken. Mit durchschnittlichen Zuwachsraten im zweistelligen %-Bereich entwickelten sie sich schneller als ihre Wettbewerbshäfen in den Niederlanden und Belgien, gemessen in Standardcontainereinheiten (TEU). Im Jahr 2006 wurden in den bremischen Häfen und Hamburg erstmals insgesamt mehr als 13,3 Mio. TEU

umgeschlagen. Ein Zuwachs von knapp 13 % gegenüber dem Vorjahr. Allein in Bremen betrug der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr knapp 19 %. In den vergangenen Jahren konnte insbesondere der Hafen Hamburg Marktanteile im Containerverkehr dazu gewinnen und schloss dadurch deutlich zum nach wie vor größten europäischen Containerhafen, Rotterdam, auf (vgl. Abb. 20).

Treiber dieses Wachstums sind allgemein in Europa vor allem Containerverkehre mit dem asiatischen Raum. Hier ist besonders die rasante Entwicklung des chinesischen Außenhandels in Folge des WTO-Beitritts der Volksrepublik China als maßgebliche Einflussgröße hinter dem Umschlagboom hervorzuheben. Die deutschen Häfen profitieren dabei doppelt vom chinesischen und sonstigen asiatischen Außenhandelswachstum: Zum einen versorgen sie ein großes europäisches Hinterland mit Importen aus China, zum anderen sind sie als Transshipmenthäfen gleichzeitig auch „Drehscheibe“ für den seewärtigen Weitertransport der chinesischen Container in den Ostseeraum. Durch die günstige geographische Lage am östlichen Ende der sogenannten Nordrange von Le Havre bis Hamburg ermöglichen die deutschen Häfen den Reedern eine möglichst lange Nutzung des günstigen Transportmittels Schiff – und zwar der großen Hauptliniendienste – und reduzieren dadurch den Anteil der Gesamtstrecke, der mit (gerechnet auf Basis TEU-Kilometer) teureren kleinen Schiffen oder Landverkehrsträgern bewältigt werden muss. Insbesondere aufgrund dieses Standortvorteils haben die deutschen Häfen im vergangenen Jahrzehnt seit der vermehrten Öffnung Osteuropas und der entsprechend erhöhten Teilnahme am globalen Handel deutlich Marktanteile gewinnen können.

Auch in der umgekehrten Betrachtung sind die deutschen Nordseehäfen geografisch günstig gelegen, um die containerisierten Exporte der wachstumsstarken Regionen Osteuropas zu ihren internationalen Zielen weiterzubefördern.

Abb. 21 ISL Umschlagprognose für den Hafen Hamburg 2010 und 2015



Quelle: ISL

Auch zukünftig wird von einer dynamischen Entwicklung des Containerumschlags ausgegangen. In naher Zukunft dürfte zusätzlich auch der neue deutsche Tiefwasserhafen Jade-Weser-Port in Wilhelmshaven von den positiven Entwicklungen im Containerverkehr profitieren. Verkehrsgünstig gelegen und ohne Zugangs-restriktionen für die größten derzeit in Fahrt befindlichen Containerschiffe dürften sich hier insbesondere Transshipmentverkehre ansiedeln.

Getrieben vom weiter lebhaften Wachstum des Welthandels und logistischen Faktoren dürften im Hafen Hamburg im Jahr 2015 rund 18,1 Mio. TEU umgeschlagen werden (vgl. Abb. 21). Hierbei wirkt sich vor allem Hamburgs starke Ausrichtung auf die Verkehre aus Fernost positiv aus, die auch weiterhin überdurchschnittlich stark steigen werden. Das gleiche Szenario sorgt auch in Bremerhaven, und demnächst auch in Wilhelmshaven, für ein erhebliches, sogar stärkeres Wachstum als in Hamburg. In der Anfang Mai 2007 veröffentlichten neuen Prognose zur Bundesverkehrswegeplanung[3] wird für die deutschen Häfen insgesamt von einer Steigerung des Containerumschlags in Tonnen um 7 % p.a. bis 2025 ausgegangen. Damit bleiben die deutschen Seehäfen auch in den kommenden Jahren im Wettbewerb mit den Westhäfen, die danach einen Zuwachs von 5,4 % p.a. erreichen, vorn. Dabei wächst Hamburg mit 6,7 % p.a. stärker als Bremerhaven mit 6 % p.a.. Auf Basis von Containerzahlen dürfte die jährliche Zuwachsrate aufgrund weiter zunehmender Leercontaineranteile mit 7,1 % p.a. noch leicht darüber liegen. Letztlich bedeuten diese Zuwachsraten im Jahr 2025 für Hamburg ein Potenzial im Containerumschlag von 27,8 Mio. TEU (mehr als Rotterdam), für Bremerhaven von 12,4 Mio. TEU und für Wilhelmshaven von 4,6 Mio. TEU. Summiert über alle deutschen Häfen erwartet Planco eine Steigerung des Containerumschlagvolumens von 10,7 Mio. TEU in 2004 auf 45,3 Mio. TEU in 2025, eine Erhöhung um den Faktor 4,5.

Die Prognose betrachtet Potenziale und geht damit implizit davon aus, dass es keinerlei Restriktionen für den Zu- oder Ablauf im Hinterland und über See gibt. Daraus geben sich erhebliche Anforderungen an die Entwicklung der Infra- und Suprastruktur, aber auch an die Organisation und Logistik von Verkehren. Insbesondere der Containerverkehr, der nicht nur insgesamt die höchsten Zuwachsraten aufweist und weiterhin aufweisen wird, sondern auch das Paradebeispiel für intermodale Transportketten ist, sorgt hier für besondere Herausforderungen. Kaum ein anderer Verkehr ist von den Häfen der Nordrange so umkämpft und auch kein anderer Verkehr reagiert so sensibel auf Kostendifferenzen oder Unterschiede in der Servicequalität, gemessen in Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit etc. Dabei spielen u.a. folgende, untereinander verknüpfte Aspekte eine wesentliche Rolle:

[3] Planco Consulting (2007): Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtung – Seeverkehrsprognose (Los 3); Essen April 2007

Größenwachstum der Schiffe: Mit dem Wachstum des Containerverkehrs wurde zusätzliche Kapazität nicht nur durch zusätzliche Schiffe realisiert, sondern es kam parallel zu einem stetigen Ansteigen der Schiffsgrößen. So ist die durchschnittliche Größe von Containerschiffen seit Ende der 80er Jahre von rund 1.000 TEU auf heute etwa 2.500 TEU angewachsen. Dabei ist die Entwicklung in der Spitze deutlich steiler. Mit Stellplätzen für 13.500 Standardcontainer und einem Tiefgang von 16 Metern definiert das Containerschiff „Emma Maersk“ zur Zeit das obere Ende der Schiffsgrößenentwicklung. Von diesem Typ sind inzwischen 4 in Fahrt und weitere 40 mit über 10.000 TEU sind bestellt oder im Bau. Diese Schiffsgrößen stellen erhebliche Anforderungen an die Häfen. Einerseits müssen die Zufahrten an die steigenden Abmessungen der Schiffe angepasst werden, so dass die Wettbewerbsfähigkeit der Häfen gewahrt bleibt, auch wenn dazu sicherlich nicht die jederzeitige Erreichbarkeit für die größten Schiffe unter Vollauslastung erforderlich ist. Aber Abmessungen von 400 m Länge, 55 m Breite und ein Tiefgang von bis zu 16 m erfordern zumindest Ausbaumaßnahmen, die den Abstand zwischen Wunsch der Reeder und Ist-Situation nicht zu groß werden lassen, da ansonsten Standortwechsel der Reeder drohen.

Für die Häfen und Hafenbetreiber selbst haben die großen Schiffe einen zusätzlichen herausfordernden Aspekt: Neben dem allgemeinen Mengenwachstum bewirken sie eine zusätzliche Konzentration der Mengen auf bestimmte Zeitfenster. Die großen Schiffe laufen aus Kostengründen nur wenige Häfen an und wickeln dort entsprechend höhere Anteile des Umschlags ab. Bei einem Schiff mit 12.000 TEU, das in Europa beispielsweise nur drei Häfen anläuft, bedeutet das einen durchschnittlichen Umschlag je Hafen von 8.000 TEU (je 4.000 TEU ent- und beladen). Da diese Zahl der Standardcontainereinheiten praktisch gleichzeitig im Terminal stehen und für den Umschlag bzw. die Auslieferung vorgestaut werden muss, ergeben sich bedeutende Anforderungen an Stellplatzkapazität aber vor allem auch an die Steuerung von Zu- und Ablauf zum Terminal und innerhalb des Terminals.

Technische Leistungsfähigkeit der Terminals: Neben den Anforderungen, die eine Bündelung von Mengen durch die großen Schiffe an die Terminals stellen, müssen diese auch verbesserte bzw. neue Konzepte für den Umgang mit den erwarteten großen Mengen entwickeln. Selbst wenn man unterstellen würde, dass die Hafeninfrastruktur in gleichem Umfang wie das Umschlagpotenzial wachsen würde, verlangt die effiziente Steuerung der um mehr als den Faktor 4 gesteigerten Umschlagsmengen verbesserte Systeme. Da aber die Infrastruktur mit sehr großer Wahrscheinlichkeit nicht im entsprechenden Umfang ausgebaut wird, müssen die Terminals zur Realisierung der Potenziale die Produktivität auf den bestehenden und auch den in gewissem Ausmaß neu erbauten Anlagen deutlich steigern.

Hinterlandanbindung: Gleichzeitig mit dem Wachstum im Hafenumschlag steigen auch die Anforderungen an die Hinterlandlogistik und verkehrsträger, auch wenn der Hinterlandverkehr aufgrund des zunehmenden Transshipments nicht ganz proportional zum Umschlag wächst Im Jahr 2005 addierte sich der Hinterlandcontainerverkehr der beiden großen deutschen Nordseehäfen bereits auf 5,9 Mio. TEU auf. Davon entfiel mit rund 75 % bzw. 4,4 Mio. TEU[4] der größte Teil auf den Hafen Hamburg. Schätzungsweise dürfte der tägliche Containerhinterlandverkehr des Hamburger Hafens von täglich 12.000 TEU im Jahr 2005 auf rund 27.000 im Jahr 2015 steigen. Das stellt nicht nur direkt an den Terminalbereich in der Abfertigung besondere Anforderungen, sondern auch die Hinterlandinfrastruktur wird deutlich höheren Belastungen ausgesetzt. Bereits heute sind die Zufahrtstraßen zu den Containerterminals in den deutschen Häfen zumindest zeitweise stark überlastet – mit den entsprechend negativen Folgen in Form von Staus, Zeitverlusten, Umweltverschmutzung usw.

Hier sind neben dem Ausbau von Infrastruktur intelligente Lösungen im Bereich Logistik und Steuerung zu entwickeln, die eine Entlastung der auch in Zukunft eher zu knappen Infrastrukturen erlauben. Dabei ist u.a. über Bündelung von Verkehren, eine andere zeitliche Verteilung oder auch über die Verlagerung von Hafenfunktionen in das Hinterland nachzudenken.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Containerverkehr in den kommenden Jahren und Jahrzehnten weiterhin überproportional zum gesamten Seeverkehr wachsen wird. Insbesondere die deutschen Containerhäfen werden aufgrund ihrer günstigen geographischen Lage im Zusammenhang mit Logistikketten in bzw. aus Richtung Osteuropas und des Ostseeraumes überproportional von dieser Entwicklung profitieren können. Voraussetzung ist allerdings, dass Investitionen und Innovationen im Bereich Hafen, Hafenhinterland und auch Hafenzufahrten für eine ausreichende Leistungsfähigkeit der Häfen sorgen.

Im Automobilumschlag der deutschen Nordseehäfen kommen die Wachstumsimpulse vor allem aus den Exporten neuer PKW. Das ISL listet im Rahmen einer aktualisierten Prognose[5] für Bremerhaven als dem wichtigsten deutschen und auch dem größten europäischen Autoterminal insgesamt vier Trends auf, die die zukünftige Entwicklung des PKW Umschlags maßgeblich gestalten werden.

- Die gesamten Zulassungen aus heimischer und ausländischer Produktion dürften bei einer wachsende Importquote stagnieren bis leicht steigen, wobei Importe zunehmen auch über den Landweg und hier insbesondere aus Osteuropa kommen dürften.

[4] Quelle: ISL/Global Insight North European Container Traffic Model

[5] Abschätzung der hafenbedingten Straßenverkehre in Bremerhaven bis zum Jahr 2025 – Aktualisierung der Umschlagprognose und Umsetzung in Fahrzeugbewegungen im Hinterland -

- Entsprechend werden die Importe für das deutsche Hinterland eher stagnieren, die seeseitige Einfuhr für den Transit (vor allem über See) dagegen weiter zunehmen.
- Die PKW-Exporte, besonders im exportträchtigen Premium-Segment (z.B. BMW, Porsche) dürften weiter ansteigen.
- Der Seetransit wird aufgrund der Nachfrage in Russland und anderen Staaten des Ostseeraumes weiter zunehmen. Erwartet wird eine zunächst noch erhebliche Zunahme, wobei sich später Direktverkehre im Ostseeraum etablieren dürften und dadurch die Rolle der deutschen Häfen als Hubs schmälern.

2.2 Ostsee

Der Güterverkehr auf der Ostsee ergibt sich zum großen Teil aus den Wirtschaftsbeziehungen der Anrainerstaaten Norwegen, Schweden, Finnland, Russland, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Deutschland und Dänemark. Mit etwa 400 Mio. Tonnen Jahrestransport[6] werden fast ein Viertel des Im- und Exportes der Ostseeanrainerstaaten über die Ostsee bewältigt. Dies entspricht fast sieben Prozent des mengenmäßigen Weltseeverkehrs. Die Ostseehäfen übernehmen über den ostseeinternen Handel zwischen den Anrainerstaaten hinaus im ostseeexternen Handel, d.h. mit Staaten außerhalb der Ostseeregion, als intermodale Drehscheiben eine wichtige Transitfunktion.

Die Handelsbeziehungen der Anrainer haben durch die Transformation der ehemaligen Ostblockstaaten zur Marktwirtschaft neue Impulse erhalten. Darüber hinaus sind durch die EU-Osterweiterung seit Mai 2004 wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen entstanden, die den Ausbau dieser Beziehungen begünstigen. Dem folgend gewinnt neben den traditionellen Fährverbindungen nach Skandinavien auch das Liniennetz zwischen den deutschen Ostseehäfen auf der einen und den baltischen und russischen Häfen auf der anderen Seite an Bedeutung.

Die Bundesländer Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern bieten aufgrund ihrer Küstenlage einen direkten Zugang zur Ostsee. Der Küstenabschnitt hat eine Länge von 2.286 Kilometern und verfügt über mehr als 18 Häfen, in denen im Jahre 2006 insgesamt 56,8 Mio. Tonnen[7] Güter umgeschlagen wurden.

Tab. 3 zeigt den Nettogesamtgüterumschlag für das Jahr 2006, aufgeteilt nach den deutschen Ostseehäfen, die das Statistische Bundesamt in ihren Güterumschlagstatistiken ausweist. Neben dem Umschlag werden auch die Hauptgüterarten des jeweiligen Hafens aufgeführt. In den mit Abstand umschlagstärksten Ostseehafen Lübeck und Rostock dominiert der Fähr- und RoRo- In den kleineren Häfen wird in der Regel vor allem trockenes Massengut – oftmals als Loco-Verkehr – umgeschlagen.

[6] Quelle: Die Schifffahrtsmärkte der Ostsee, in: Erstu-Navigator, 01 / 04, S. 11-13

[7] Netto-Werte ohne Eigengewichte der Ladungseinheiten

Tab. 3 Nettogüterumschlag im Seeverkehr ohne innerdeutschen Verkehr und Hauptgüterarten in deutschen Ostseehäfen im Jahr 2006[8]

Hafen	Umschlag in t	Hauptgüterart
Lübeck	21.056.199	Fähr-/RoRo-Verkehr
Rostock	19.057.916	Fähr- /RoRo-Verkehr
Wismar	3.848.437	Massengut
Puttgarden	3.810.235	Fähr-/RoRo-Verkehr
Kiel	3.053.273	Fähr-/RoRo-Verkehr
Sassnitz	2.663.044	Fähr-/RoRo-Verkehr
Stralsund	853.544	Massengut
Flensburg	497.310	Massengut
Lubmin-Vierow	405.454	Massengut
Wolgast	380.405	Massengut
Rendsburg	302.760	Massengut
Greifswald	258.424	Stückgut
Ueckermünde	189.775	Stückgut
Neustadt i.H.	100.286	Massengut
Heiligenhafen	67.975	Massengut
Kappeln	30.892	Massengut
Eckernförde	18.646	Massengut
Demmin	17.016	Massengut

Zukünftig ist mit einem starken Wachstum des Güterumschlages in den deutschen Ostseehäfen zu rechnen, wobei sich zwei Entwicklungstendenzen abzeichnen: Die jährlichen Wachstumsraten werden für den Zeitraum von 2004 bis zum Jahr 2025 deutlich über denen der vergangenen Jahren liegen. Bis zum Jahr 2025 wird sich die umgeschlagene Bruttogütermenge, d. h. einschließlich der Eigengewichte der umgeschlagenen Ladungsträger,[9] in den Häfen Lübeck (64,4 Mio. t), Rostock (51,9 Mio. t), Wismar (6,3 Mio. t), Saßnitz/Mukran (13,5 Mio. t), Kiel (13,1 Mio. t) und Stralsund (1,6 Mio. t) von 61 Mio. t auf knapp 151 Mio. t mehr als verdoppeln. Dabei

8 Quelle: Statistisches Bundesamt 2006

9 Die Eigengewichte der umgeschlagenen Einheiten, wie z.B. Container und LKW, sind auch in den Umschlagzahlen der Nordseehäfen enthalten, so dass im Folgenden aus Vergleichsgründen ausschließlich die Bruttozahlen verwendet werden.

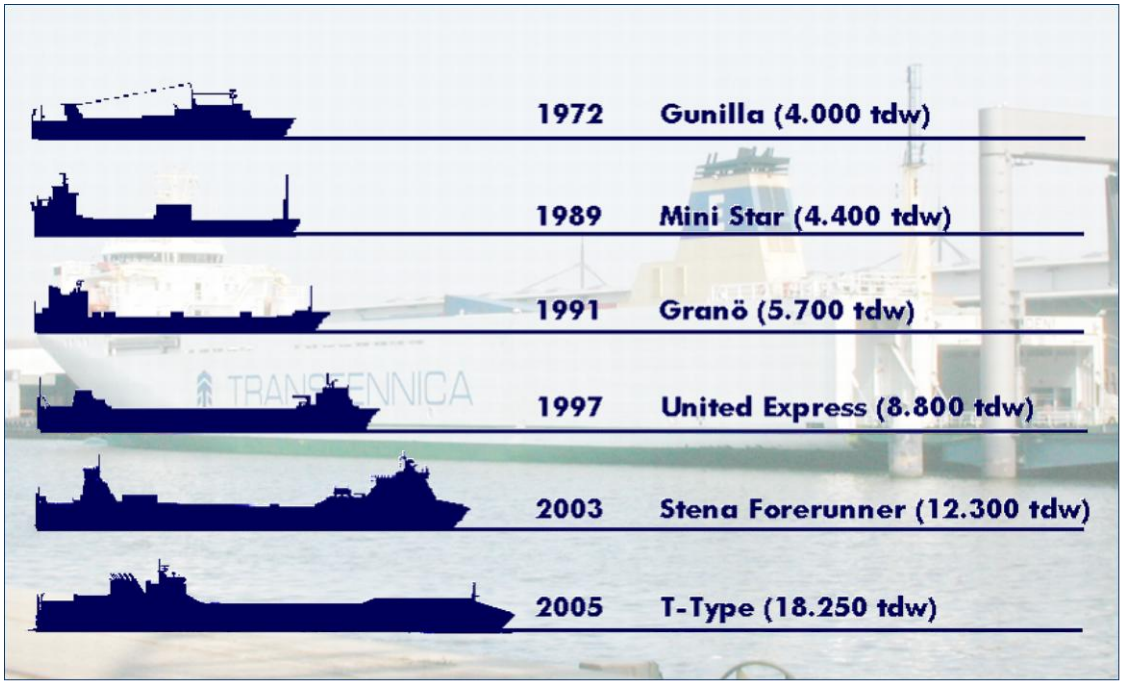
wird es keine signifikanten Verschiebungen der Marktanteile zwischen den deutschen Ostseehäfen geben. Der Lübecker Hafen wird auch zukünftig mit einem Marktanteil in Höhe von 42,7 % der größte deutsche Ostseehafen sein, gefolgt von Rostock (34,4 %) sowie mit größerem Abstand die Häfen Saßnitz/Mukran (9,0 %), Kiel (8,7 %), Wismar (4,2 %) und Stralsund (1,0 %).[10]

Größenwachstum der Schiffe

Die Ostsee verfügt heute über das dichteste Netz an Fähr- und RoRo-Linien weltweit. 130 Schiffslinien verbinden die Ostseeanrainerstaaten mit mehr als 2.100 regelmäßigen Abfahrten pro Woche, über die jedes Jahr rund 2,8 Mio. LKW-Einheiten befördert werden.[11] Dass sich die Fähr- und RoRo-Schifffahrt auf der Ostsee zu einer tragenden Säule des Ostseeverkehrs entwickeln konnte, ist auf die ständige Weiterentwicklung und Ausweitung der eingesetzten Schiffstonnage zurückzuführen.

Im Hinblick auf die Schiffsgrößen ist die Entwicklung der Fähr- und RoRo-Schiffe in der Ostsee in erheblichem Maße vorangeschritten. Ein gutes Beispiel dafür liefert die Schiffsflotte der finnischen Reederei Transfennica. Es handelt sich hierbei ausschließlich um reine RoRo-Frachtschiffe, die für den Transport von Forstprodukten zwischen Finnland und Westeuropa eingesetzt werden.

Abb. 22 RoRo-Frachtschiffe der Reederei Transfennica



Quelle: ISL-Baltic Consult

[10] Quelle: XXX Planco-Studie

[11] Quelle: Cruise & Ferry, annual statistics 2005

Aus Abb. 22 wird ersichtlich, dass die Abmessungen der RoRo-Frachtschiffe in den letzten 33 Jahren sich hinsichtlich der Schiffslänge etwa verdoppelt, ihre Tragkraft sogar mehr als vervierfacht hat. Während die Zunahme der Schiffsgrößen in den Siebziger und Achtziger Jahren vergleichsweise moderat voranschritt, erlebte sie zu Anfang der Neunziger einen deutlichen Anstieg, der bis heute anhält.

Hinsichtlich der Schiffsgrößenentwicklung auf der Ostsee können die folgenden Entwicklungstendenzen festgehalten werden:

- Mittel- bis langfristig werden zunehmend universell einsetzbare große RoPax-Schiffe mit ausgeglichener Passagier- und Frachtkapazität zum Einsatz kommen (maximale Abmessungen „Balticmax“: Länge: 250 m, Breite: 35 m, Tiefgang: 9 m). Schiffe mit größeren Abmessungen können nur noch auf ausgewählten Linien fahren, was den Nachteil birgt, dass sie nicht mehr flexibel einsetzbar sind.
- Die Kombination von Containern in speziell dafür vorgesehenen Zellen und RoRo-Ladung auf der Ostsee stellt eine sowohl technisch als auch logistisch anspruchsvolle, zugleich aber erfolgversprechende Ergänzung zu den bestehenden reinen Fähr- und RoRo-Verkehren dar.
- Hochgeschwindigkeitsfähren werden sich zukünftig für den reinen Transport von Gütern nicht durchsetzen. Ausnahmen werden auf ausgewählte Linien beschränkt bleiben.

Darüber hinaus lassen sich für die Fährschifffahrt in der Ostsee weitere Trends feststellen, die sich weniger auf die Abmessungen und Geschwindigkeiten der Schiffe beziehen. So wird der Fähr- und RoRo-Verkehr durch die Reedereien zunehmend auf wenige Hauptlinienverbindungen zwischen ausgewählten Häfen konzentriert, die als Hubs fungieren. In der südlichen Ostsee konzentrieren die Reedereien sich zunehmend auf die Häfen Lübeck, Rostock, Stettin und Danzig. Die großen Häfen werden ihrerseits die Anlagen für die Abfertigung der Fähr- und RoRo-Schiffe weiter standardisieren müssen, um eine höhere Auslastung der vorgehaltenen Infra- und Suprastruktur zu erreichen und damit die Kosten zu senken. Besonders hinsichtlich der Nutzung von Rampen besteht ein erhebliches Optimierungspotenzial. Während in der Containerschifffahrt internationale Standards bestehen, die es jedem Containerschiff ermöglichen an nahezu allen Containerterminals weltweit abgefertigt zu werden, müssen für jedes neue RoRo-Schiff entweder bestehende Anleger modifiziert oder oftmals neu gebaut werden, um den spezifischen Anforderungen der Schiffe gerecht zu werden.

Technische Leistungsfähigkeit der Terminals

Die transporttechnologischen Eigenschaften der zu behandelnden Güter und die Merkmale der zum Einsatz kommenden Verkehrsmittel haben einen wesentlichen Einfluss auf die Infra- und Suprastruktur, die in den entsprechenden Häfen bereitgestellt werden. Containerterminals verfügen über Containerbrücken und -kräne, Portalstapler und sonstige Flurförderzeuge für den internen Boxentransport. In den

Fähr- und RoRo-Terminals erfolgt dagegen die Schiffsbe- und -entladung nach dem Roll on - Roll off Prinzip. Dazu verfügen die Schiffe über befahrbare Decks, die über Bug-, Seiten- und/oder Heckklappen erreichbar sind. Die Transporteinheiten gelangen am Anleger über eine Rampe in das Schiff, wobei sie entweder ihren eigenen Antrieb verwenden oder durch spezielle Zugmaschinen, sogenannte Tugmaster an Bord gezogen werden. Konventionelle Stückgüter werden größtenteils mit universell einsetzbaren Stückgutkränen und Gabelstaplern umgeschlagen, für Schüttgüter sind vornehmlich spezielle Schiffsbe- und -entlader in Verbindung mit Förderbändern und Freilagern im Einsatz.

Die technische Leistungsfähigkeit der Terminals, insbesondere der Fähr- und RoRo-Terminals, die den überwiegenden Teil des Güterumschlages in den deutschen Ostseehäfen bewältigen, wird maßgeblich durch die Gestaltung der betrieblichen Prozesse auf dem Terminal sowie dessen Größe und Zuschnitt beeinflusst. Darüber hinaus wirkt sich die Schiffsgröße unmittelbar auf die vorzuhaltenden Hafenflächen aus, da mit zunehmender Schiffsgröße die Anzahl der erforderlichen Stellplätze überproportional steigt. Beispielsweise hat eine Verdopplung der Schiffsladekapazität nahezu eine Vervierfachung der erforderlichen Hafenkapazität zur Folge.

Hinterlandanbindung

Die optimale Anbindung der deutschen Ostseehäfen an ihr relevantes Hinterland stellt eine essentielle Voraussetzung für den reibungslosen Zu- und Ablauf der Verkehre und somit für die Durchlassfähigkeit der gesamten logistischen Kette dar. Sie wird zunehmend wichtiger, wenn die Häfen nicht Gefahr laufen wollen, von ihrem Hinterland sprichwörtlich abgeschnitten zu werden. Insbesondere die Fähr- und RoRo-Häfen, die naturgemäß über einen hohen Anteil des LKW im Straßenhinterlandverkehr verfügen, sind mit Ausnahme von Saßnitz/Mukran direkt an das Autobahnnetz angebunden. Während der Kieler Hafen über die Autobahn A7 sowie die Bundesstraße B 404 an sein Hinterland angebunden ist, sind es in Lübeck die Autobahnen A 1 und A 20 sowie in den Häfen Rostock und Saßnitz/Mukran die Autobahnen A 19 und A 20 bzw. die A 20 in Verbindung mit der Strelasundquerung als Rügenzubringer.

Neben der Straßenanbindung gewinnt die Schiene als Verkehrsträger für die Häfen zunehmend an Bedeutung. Die Gründe sind neben den stetig zunehmenden Staus auf bundesdeutschen Autobahnen sowie der Verteuerung der Straßentransporte durch die LKW-Maut und die Erhöhung des Dieseltreibstoffs, auch das verbesserte Angebot im Schienenhinterlandverkehr der Häfen. Letzteres gilt insbesondere für den Kombinierten Verkehr Straße/Schiene, dessen Ausbau in Lübeck, Kiel und Rostock mit Bundesmitteln gefördert wurde und sichtbare Erfolge nachzuweisen hat. Gleichwohl birgt der Kombinierte Ladungsverkehr große Potenziale, die es auszuschöpfen gilt; insbesondere vor dem Hintergrund des überwiegenden Anteils nicht kranbarer Sattelauflieger.

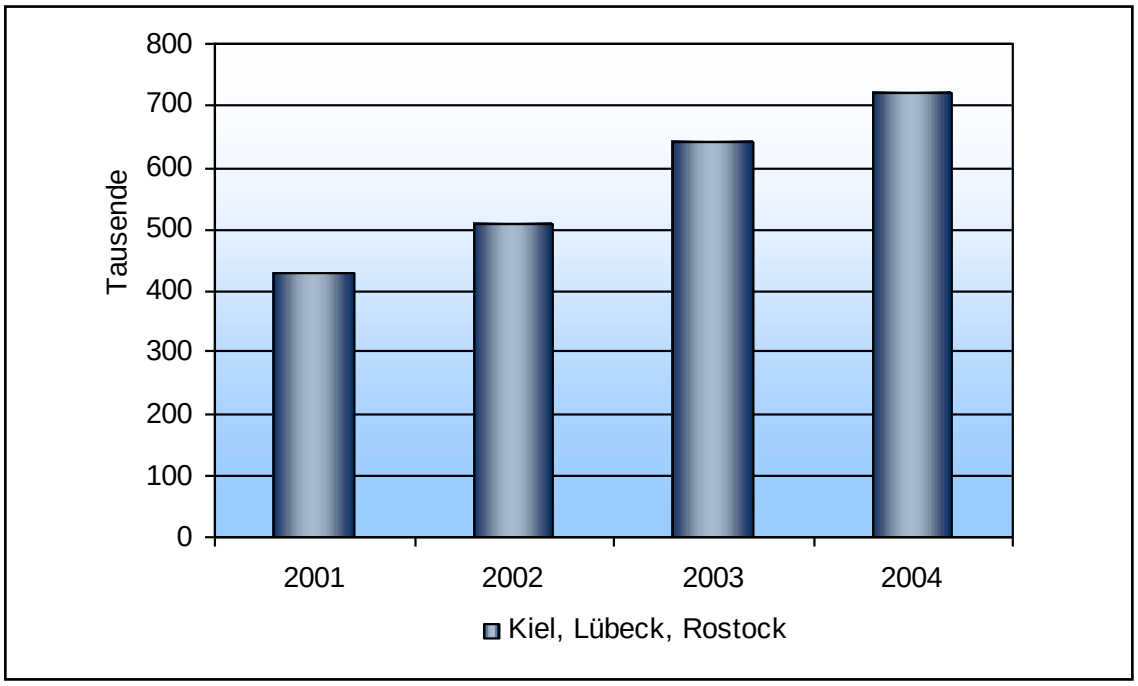
Eine Sonderrolle nimmt der Hinterlandverkehr per Binnenwasserstraße ein, der einzig in den Häfen Kiel über den Nord-Ostsee-Kanal sowie in Lübeck über den Elbe-Lübeck-Kanal möglich ist. Wie anhand des Modal-Splits dieser Häfen erkennbar ist, nimmt die Binnenschifffahrt eine untergeordnete Rolle ein. Die Gründe hierfür sind vielfältig,

liegen jedoch beispielsweise in Lübeck vor allem an der unzureichenden Leistungsfähigkeit des Elbe-Lübeck-Kanals für Schiffe mit den Abmessungen des Typs „Europaschiff“ und Großes Gütermotorschiff (GMS-Typ). Trotzdem sind Anstrengungen zur Steigerung des Anteils der Binnenschifffahrt im Hinterlandverkehr unverzichtbar.

In Kapitel eins wurde aufgezeigt, dass die RoRo- und Fährverkehre einen wichtigen Bestandteil des Ostseeverkehrs bilden und wesentlich zum prognostizierten Wachstum beitragen. Den größten Anteil daran haben Transportgefäße, insbesondere LKW und Trailer, ein weiterer Schwerpunkt liegt im Transport von Neufahrzeugen.

Das Marktpotential des Ostseeraumes wird von der Automobilwirtschaft mittel- bis langfristig als beachtlich gewertet. Diese Einschätzung beruht auf der Tatsache, dass die Nachfrage in den hoch industrialisierten Ländern zunehmend vom Ersatzbedarf bestimmt wird, während in zahlreichen Schwellen- und Entwicklungsländern eine spürbare Absatzsteigerung eingesetzt hat. Dies ist auch an der Entwicklung des Fahrzeugumschlags in der Ostsee zu erkennen.

Abb. 23 Entwicklung des Neufahrzeugumschlags im Verkehr mit den Ostseeanrainern von Kiel, Lübeck und Rostock



Quelle: ISL-Baltic Consult

Das Umschlagvolumen ist von 428.780 Stück im Jahr 2001 auf einen Wert von 723.045 Stück im Jahr 2004 angestiegen. Das entspricht einer Steigerung von knapp 69% bzw. einem jährlichen Wachstum von knapp 14%.

3 Handlungsschwerpunkte ISETEC-II

3.1 Vorgehensweise

Die im Folgenden dargestellten Themenfelder für ein Förderprogramm ISETEC II sind auf der Basis mehrerer Iterationsrunden der Diskussion mit Unternehmen der Seehafenwirtschaft entstanden. Den Ausgangspunkt hierfür bildete ein international besetzter Workshop, der am 01.06.2007 unter dem Titel „Innovationen für die Logistik“ in Lübeck veranstaltet wurde. Gegenstand dieses Workshops waren die Vorstellung aktueller Förderprogramme sowie die Initiierung und Vorbereitung von innovativen Logistikprojekten bzw. Förderprogrammen in Norddeutschland bzw. im Nord- und Ostseeraum. Es wurden einerseits die o. g. aktuellen Trends der Umschlags- und Terminalentwicklung der Seehäfen in Bremen, Hamburg und Lübeck präsentiert, sowie andererseits die relevanten Landes-, Bundes- und EU-Förderprogramme diskutiert. Im Ergebnis wurde deutlich, dass ein spezifischer Forschungs- und Entwicklungsstau betreffend innovative Seehafentechnologien gegeben ist, der eine Neuauflage des Förderprogramms ISETEC I als zielführend zur notwendigen Steigerung der Leistungsfähigkeit der Seehäfen erscheinen ließ.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Veranstaltung „Innovationen für die Logistik“ wurde die hier vorgelegte Voruntersuchung für ein ISETEC-II-Programm durch den Bundesminister für Wirtschaft und Technologie initiiert, deren Bearbeitung mit folgenden Schwerpunktbereichen durchgeführt wurde:

Koordination der Voruntersuchungen und Abstimmung der Themenfindung in Kooperation mit Beteiligten aus der Seehafenwirtschaft

→ Technikzentrum Lübeck (TZL)

Inhaltliche Themenbearbeitung von technologischen Ansätzen aus den Nordsee-Häfen (Bremen, Hamburg, Niedersachsen) mit Schwerpunkt Container-/Automobil-Logistik

→ Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik Bremen (ISL)

Inhaltliche Themenbearbeitung von technologischen Ansätzen aus den Ostsee-Häfen (Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern) mit Schwerpunkt RoRo/ConRo

→ ISL-Baltic Consult Lübeck (ISL-BC)

Aufgrund der Präsentationen und Diskussionsergebnisse der Workshopveranstaltung vom 01.06.2006 fand eine weiterführende Veranstaltung unter der Bezeichnung „ISETEC-II – Innovative Seehafentechnologien für die Ostseehäfen“ bereits am 01.09.2006 in Lübeck-Travemünde statt. Inhalte waren die Vorstellung von Ideenskizzen für technologische Entwicklungen zur Lösung von Logistikproblemen der Ostseehäfen und deren Einbindung in den Themenfindungsprozess der

Voruntersuchung für ISETEC-II. Weitere Vor-Ort Treffen mit den Vertretern der Hafenwirtschaft und Länderbehörden fanden in Bremen, Hamburg und Oldenburg statt.

Durch die verantwortlichen Programmbearbeiter für die Bereiche Nordsee (ISL Bremen) und Ostsee (ISL-BC) erfolgte im vierten Quartal 2006 auf breiter Basis einer Vielzahl von Beteiligten der Seehafenwirtschaft aller Küstenländer die erste Sammlung und Auswertung von technologischen Entwicklungsansätzen auf der Basis einseitiger Themenbeschreibungsformulare. Hierbei erfolgten durch die verantwortlichen Programmbearbeiter (ISL Bremen und ISL-BC) sowohl betriebliche Identifikationen von Problembereichen im Hinblick auf die erste Formulierung von Entwicklungsfeldern im technologischen Bereich als auch Besprechungen von unternehmensbezogenen Entwicklungsansätzen im Hinblick auf deren prinzipielle Eignung zur Themenkonkretisierung für das ISETEC-II-Programm. Als Ergebnisdarstellung wurde eine thematisch geordnete Gesamtliste (180 Entwicklungsansätze) entwickelt, welche die Ausgangsbasis für die weitere Themendefinitionsphase bildete.

Am 20.01.2007 fand in Hamburg die erste von insgesamt vier Workshopveranstaltungen mit den Beteiligten (39 Teilnehmer) der Seehafenwirtschaft aller Küstenländer statt, die zuvor ihre Ansätze für technologische Innovationen dargestellt hatten. Zentraler Gegenstand der gesamten Voruntersuchungen für die ISETEC-II-Definitionsphase war es, aus den einzelnen Innovationsansätzen eine ganzheitliche Themenstrukturierung zu erstellen, die dem nationalen Interesse zur Erhaltung und Steigerung der logistischen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft Rechnung trägt. Insgesamt wurden auf der Veranstaltung in Hamburg die 180 Innovationsansätze der Gesamtliste präsentiert und in einem ersten Schritt insbesondere im Hinblick auf gleichartige bzw. komplementäre Ansätze unterschiedlicher Seehäfen auf ca. 150 Themenfelder geclustert. Dabei wurden vielfach auch Technologieansätze identifiziert, die eine Spezialisierung der Nordseehäfen mit überwiegend Container-Terminals und der Ostseehäfen mit überwiegend RoRo-Terminals überwindet. Die Ergebnisse der geclusterten Vorhabensansätze des ersten Workshopveranstaltung in Hamburg dienten als Grundlage für die nachfolgenden Workshopveranstaltungen.

Auf der zweiten Workshopveranstaltung (35 Teilnehmer) am 29.01.2007 in Lübeck wurden die mittlerweile verdichteten Innovationsansätze der ersten Workshopveranstaltung erneut umfassend diskutiert. Eine weiterführende Clusterung der Innovationsansätze auf eine Anzahl von 98 Themen mit insgesamt 117 Teilthemen wurde erreicht. Schwerpunktmäßig wurde auf der zweiten Workshopveranstaltung auch ein Abgleich der übergeordneten F+E-Themen in Kommunikation mit den Beteiligten der Seehafenwirtschaft aller Küstenländer im Hinblick auf die Identifikation und Spezifikation von inhaltlichen Ähnlichkeiten und Schnittstellen der einzelnen Vorhabensansätze mit dem Ziel der Schaffung eines Rahmens für Verbundthemen erarbeitet. Als Ergebnis dieses Abgleichs entstand eine erste Entwurfsbearbeitung der relevanten Themenfelder für ISETEC-II unter Berücksichtigung von Zusammenarbeitspotenzialen bei Verbundthemen.

Die dritte Workshopveranstaltung (65 Teilnehmer) am 28.02.2007 in Bremen diente dann der weiteren Abstimmung bezüglich der bis dato erfolgten tieferen

Konkretisierung der Innovationsansätze. Der Status der einzelnen Ansätze (Verbund- oder Einzelinnovationsthemen) wurde den Beteiligten der Seehafenwirtschaft aller Küstenländer durch den Projektkoordinator (TZL) und die Programmbearbeiter für den Nord- und Ostseebereich (ISL und ISL Baltic Consult) präsentiert. Eine Erweiterung der Verbundthemen im Hinblick auf eine fachliche und inhaltlich begründete Gesamtprogrammatik wurde fokussiert. Auch im Bereich der Hinterlandanbindung der Seehäfen wurden gemeinsame Themen für verbundene Informations- und Kommunikationstechnologien diskutiert.

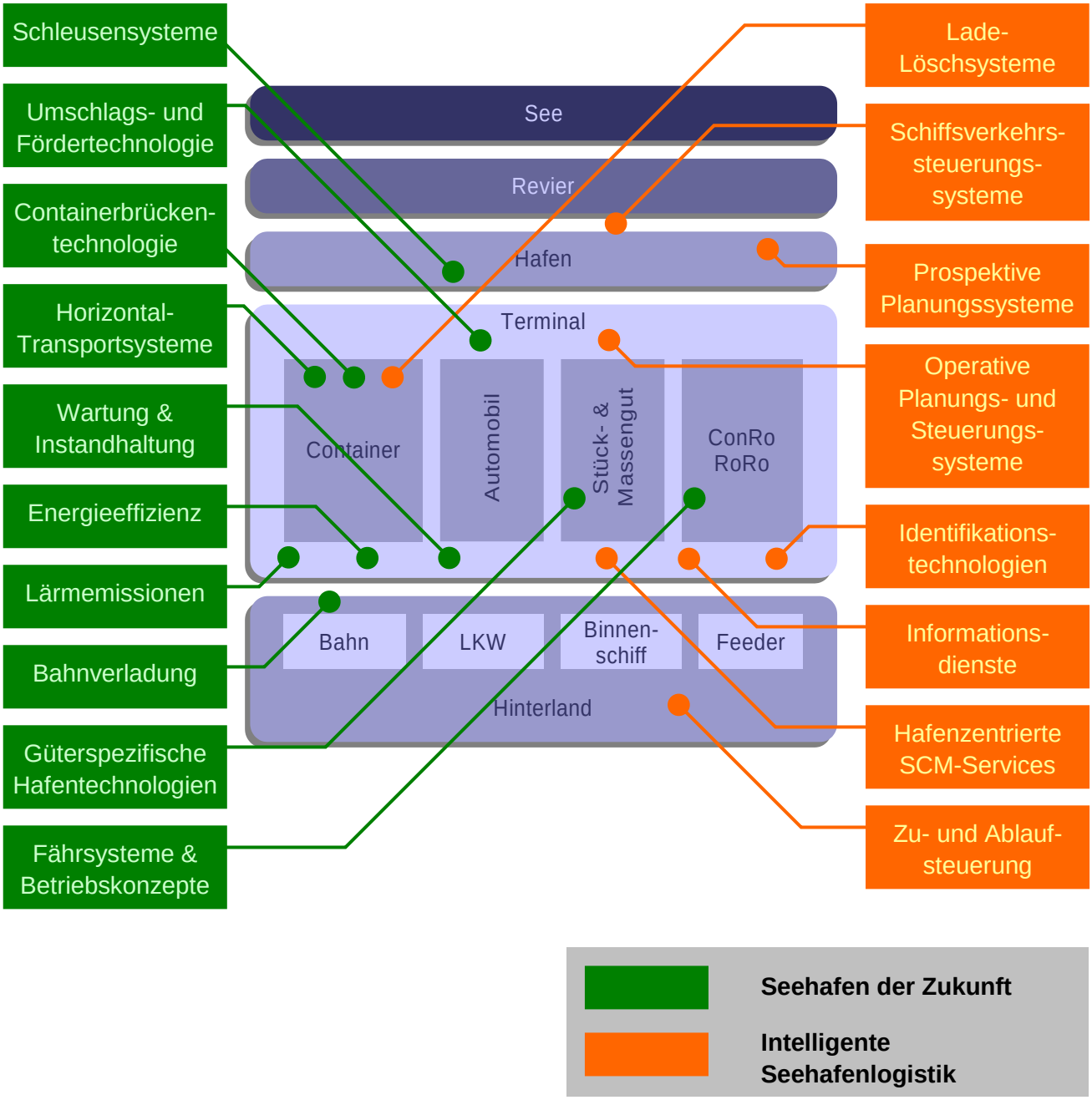
Des Weiteren fand in zwei Bund-Länder-Sitzungen eine informelle Abstimmung der identifizierten Themenfelder mit Vertretern der zuständigen Referate der Landesministerien der Küstenländer statt. Zudem wurde der laufende Kontakt mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sowie seinem Projektträger TÜV Rheinland gepflegt.

Als Ergebnis der Abstimmung mit allen Beteiligten der Seehafenwirtschaft und den Vertretern der Küstenländer wurde eine Clusterung der Themenfelder für Innovationen auf eine Anzahl von 62 übergeordneten Projektthemenansätzen erzielt.

Auf der vierten und abschließenden Workshopveranstaltung (32 Teilnehmer) am 25.04.2007 in Hamburg wurde den Beteiligten der Seehafenwirtschaft der abschließende Stand der Themenfelder durch den Projektkoordinator (TZL) und die Programmbearbeiter Nord- und Ostsee (ISL Bremen und ISL-BC) vorgestellt und das weitere Vorgehen nach Erscheinen der Förderbekanntmachung zum Thema „Innovative Seehafentechnologien (ISETEC-II)“ durch die TÜV Rheinland Consulting GmbH als Projektträger für Mobilität und Verkehr, Bauen und Wohnen (PT MVBW) erläutert.

Die im Folgenden aufgeführten Projektthemenfeldern entsprechen insoweit einer konkreten Nachfragesituation der deutschen Seehäfen in Bezug auf die auf Seite 20 in die Bearbeitung genommene Themengebiete. Diese sind systematisch durch Gespräche und Themenbearbeitungen in informeller Zusammenarbeit mit den Nachfrageträgern für technologische Innovationen entstanden. Eine strukturierte Darstellung findet sich in Abb. 24.

Abb. 24 Verteilung der Themenfelder im Anwendungskontext



3.2 Seehafen der Zukunft

3.2.1 Umschlags- und Fördertechnologie

Papierumschlag

Über die Ostsee abgewickelten schwedischen und finnischen Exporte nach Deutschland bestehen zu rund 60 % aus Gütern der Forstprodukteindustrie, die in die beiden Sektoren der Holz verarbeitenden Industrie und der Papier- und Kartonindustrie untergegliedert wird. Neben den wachsenden Exporten der genannten Staaten gewinnen die Exporte der russischen Papier- und Kartonindustrie für die Ostsee zunehmend an Bedeutung. Während der Anteil der Forstprodukte an den russischen Ausfuhren im Jahr 2006 rund 2 % betrug, lag das Produktionswachstum der Zellulose-Papier-Industrie mit 6,4 % deutlich über dem Durchschnitt, so dass die russische Papierbranche ein zukünftiges Umschlag- und Kundenpotenzial der deutschen Ostseehäfen bildet. Die Holz verarbeitende Industrie ist mit Ausnahme der Möbelindustrie durch kleine Betriebe und Produkte mit geringer Wertschöpfung geprägt. Die Papier- und Kartonindustrie hingegen verfügt über eine breite Produktpalette, deren Herstellung mit technologieintensiven Prozessen verbunden ist und deren Unternehmen im letzten Jahrzehnt ihre internationale Tätigkeit stark ausgebaut haben. Die zu transportierenden Güter, insbesondere die für Druckereien produzierten Papierrollen, haben ein hohes Eigengewicht, sind relativ schadenanfällig und zeitsensibel (just-in-time). Aufgrund dieser Eigenschaften, gepaart mit dem massenhaften Aufkommen sowie dem hohen Güterwert, sind hierfür spezielle Logistiklösungen erforderlich.

Die deutschen Seehäfen haben diesen Bedarf erkannt und bieten entsprechende Suprastrukturfazilitäten sowie logistische Leistungen an. Dazu zählen spezielle Lagerhallen mit wettergeschützten Verladebereichen, Stapler und Zugmaschinen inklusive Anbau- und Zusatzgeräten, Ladungssicherungskomponenten, Informations-, Kommunikations- und Datenverarbeitungssysteme sowie hochgradig spezialisiertes Personal für die Administration und den Betrieb. Derzeit müssen die unterschiedlichen Anbau- und Zusatzgeräte manuell auf das jeweilige Produkt angepasst werden, so dass erhebliche Rüstzeiten den Umschlagprozess strecken. Die Fahrer der Stapler und Geräte müssen die Art der Rolle identifizieren und das geeignete Gerät für den anstehenden Prozess auswählen bzw. das Gerät anpassen. Diese Vorgehensweise ist sowohl zeitaufwändig als auch fehleranfällig, was eine erhöhte Schadensquote an den Umschlaggütern zur Folge hat. Der Flächenbedarf zur Lagerung der Rollen ist trotz Blocklagerung relativ hoch, da die Gewichte der Rollen den Einsatz von großen Geräten mit weiten Wendekreisen bedingen. Die Gänge, die zur Bedienung des Lagers vorgehalten werden müssen, sind dementsprechend breit. Innovationen in diesem Handlungsfeld sollten darauf abzielen, die Umschlagvorgänge zu beschleunigen und den Platzbedarf bei der Lagerung zu reduzieren. Dazu eignen sich grundsätzlich Lösungen zur Prozessautomatisierung und zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Equipments bei gleichzeitiger Verringerung der Abmessungen. Insbesondere die Rollenklammer, die für den Umschlag von kugel-, kegel- oder zylinderförmigen Gütern

geeignet ist, bildet hierfür ein erfolgversprechendes Potenzial. Die teilweise oder vollständige Automatisierung der Prozesse bedingt den Austausch von Informationen zwischen dem Umschlaggut und den Umschlaggeräten, so dass hier Querschnittsaufgaben zu den Handlungsfeldern entstehen, deren Gegenstand die Identifikationstechnologien auf dem Terminalgelände sind.

Aufgrund der vielschichtigen Tätigkeiten, die mit dem Transportgut in Verbindung stehen, ist die Wertschöpfung der Häfen in diesem Bereich überdurchschnittlich hoch. Die deutschen Seehäfen stehen dabei insbesondere mit den belgischen Häfen Zeebrügge und Antwerpen im Wettbewerb. Bei einem Verlust der Leistungs- oder Wettbewerbsfähigkeit droht eine Abwanderung der Ladung aus den deutschen Seehäfen, was unmittelbare Auswirkungen auf die vorhandenen Arbeitsplätze, das wirtschaftliche Ergebnis und damit die Investitionsfähigkeit der Häfen hätte. Des weiteren bilden die Papierrollen die Basisladung verschiedener Transportströme in das Hinterland, so dass ein Verlust der Ladung negative Effekte auf das hier bestehende Transportangebot nach sich ziehen würde.

Kombinierter Wagenladungsverkehr in RoRo-Terminals

Eine leistungsfähige Anbindung an den Verkehrsträger Eisenbahn stellt für die deutschen Seehäfen ein wichtiges Wettbewerbsmerkmal dar. Mit diesem Verkehrsträger kann Ladung kostengünstig in Destinationen transportiert werden, die eine hohe Distanz zum Hafenstandort aufweisen. Insbesondere der kombinierte Verkehr Strasse/ Schiene, bei dem Trailer, Container und Wechselbrücken auf spezielle Tragwagen für den Schienentransport umgeschlagen werden, hat eine hohe Eignung für die Erschließung des Seehafenhinterlandes. Sowohl in den Containerterminals als auch den RoRo- und Fährhäfen herrscht ein hohes Aufkommen an Transportbehältern, die ein interessantes Potential für solche Transporte darstellen. Aufgrund der beiderseitigen Interessen von Bahnoperateuren und Hafenbetreibern bestehen enge Kooperationen für den Aufbau und den Betrieb des seehafenaffinen KV-Netzes. Durch die Beteiligung der Häfen beim Ausbau und der Vermarktung der Verkehre besteht die Möglichkeit, aktiv eine Erweiterung des Hafenhinterlandes zu forcieren. Um einerseits die Qualität der Verbindungen für die Kunden zu verbessern und andererseits die KV-bezogenen Prozesse zu optimieren, werden die Fahrpläne der Züge und der Fährschiffe aufeinander abgestimmt.

Die in den Seehäfen zum Einsatz kommende KV-Technik, muss die zukünftigen Wachstumsmengen abwickeln können, damit der Anteil der Schiene an den Gütertransporten im Hinterland gefestigt und ausgebaut werden kann. Eine Erweiterung der KV-Anlagen ist oftmals mit einem erheblichem Aufwand verbunden, so dass eine Optimierung der Umschlagprozesse Strasse/Schiene bzw. See/Schiene unter Berücksichtigung der terminalinternen Abläufe notwendig wird.

Des weiteren ist festzustellen, dass mit dem derzeitigen Stand der Technik ausschließlich kranbare Einheiten für die KV-Verkehre erschlossen werden können. Vorwiegend in den RoRo-Häfen bilden jedoch die nicht kranbaren Trailer den weitaus überwiegenden Anteil am Ladungsaufkommen. Die existierenden Techniken für die Bahnverladung der nicht kranbaren Trailer haben sich in den Seehäfen nicht

durchsetzen können. Ihre Defizite liegen in der Beladestrategie, die entweder den Transport der Trailer inklusive Zugmaschine erfordern oder extrem hohem Flächenbedarf und damit hohen Investitionskosten unterliegen sowie mit den bestehenden Anlagen in den Häfen nicht kompatibel sind.

Um die Transportleistung der KV-Verkehre im Hinterland der Seehäfen zu erhöhen, sollten Lösungen erarbeitet werden, die zu verbesserten Abläufen in den KV-Anlagen der Häfen, beispielsweise durch simulationsgestützte Planung, führen. Des weiteren sollte die technische Machbarkeit zur Einbindung nicht kranbarer Trailer in die bestehenden KV-Verkehre hergestellt werden. Hierbei sind die im Hafenterminal bestehende Infra- und Suprastruktur sowie Flächenkapazität zu berücksichtigen.

Umschlagstechnologien für Massengut

Entgegen dem allgemeinen Trend hin zu einer zunehmenden Containerisierung der Warenströme und dadurch sinkenden Umschlagsmengen bei konventioneller Ladung, ist beim Massengut-Umschlag, insbesondere bei der Steinkohle, ein starker Anstieg zu erwarten. Zum Einen ist nach der beschlossenen Einstellung der Kohle-Subvention das Verschwinden der letzten inländischen Produktionskapazitäten für heimische Steinkohle abzusehen. Zum Anderen wird sich der Bedarf an Kohle durch den beschlossenen Ausstieg aus der Atomenergie und den von der Bundesregierung unterstützen Neubau bzw. die geplante Erneuerung veralteter Kohlekraftwerke erhöhen. Ein erhöhtes Import-Volumen aus Übersee wird damit unumgänglich.

Wie in allen Häfen ist eine Expansion der Terminals aufgrund fehlender Flächen nicht immer möglich. Daher sind unterschiedliche Herausforderungen zu bewältigen, um die vorhandenen und neuen Flächen besser nutzen zu können. Ein besonderes Problem entsteht dabei aus den spezifischen Anforderungen der Haldenlagerung von Steinkohle.

Da keine normierten Lagerplätze für die Halden festgelegt sind, ist für die optimale Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Fläche ein hoher Grad an Flexibilität der Fördertechnik gefragt. Genau diese fehlt jedoch bei den herkömmlichen Förderbändern und Umschlaggeräten. Da die Kohle in großen Mengen per Seeschiff angeliefert, aber nur in Teilmengen per Bahn oder Binnenschiff abtransportiert wird, sind die freien Lagerkapazitäten häufig auf mehrere verteilte Areale verteilt, was im ungünstigsten Fall aufwendige Umfuhren auf dem Terminal erfordert. Eine Flexibilisierung der Umschlagsanlagen würde diese Umfuhren vermeiden und somit die Effizienz der Terminals enorm steigern.

Eine weitere Problematik ergibt sich aus der bei dem Umschlag und bei der Lagerung von Kohle auftretenden Staubemissionen. Dies ist insbesondere auf Terminals in der Nähe von bebautem Gebiet kritisch, da eine Beeinträchtigung der Wohngebiete eine erhebliche Wachstumsgefahr für die Terminals darstellen kann. Zur Reduktion des unmittelbar beim Umschlag auftretenden Staubes sollte neben der Vermeidung von staubintensiven Umfuhren z.B. per Schaufelbagger die Fördertechnik so weiter-entwickelt werden, dass potentielle Quellen von Staubemissionen weitestgehend

eliminiert werden. Das könnte z.B. mit der Reduktion der Abwurfhöhen durch die automatischen Nachführung der Abwurfbänder erreicht werden.

Zusätzlich können Staubemissionen an den Halden durch Einwirkung von Sonne und Wind entstehen. Herkömmliche Methoden zur Minderung dieser Emissionen basieren auf der Verwendung von Wasser zur Befeuchtung in Verbindung mit besonderen Staubbindern. Diese Verfahren sind allerdings wenig zuverlässig, da Zeitpunkt und Menge des Einsatzes in der Regel auf den Erfahrungswerten der Mitarbeiten und deren „Gespür“ beruhen. Für die zuverlässige Unterbindung von Staubentwicklung die gleichzeitiger Optimierung (d.h. Reduktion) des Einsatzes von kostenintensiven Staubindern, wäre ein sensor-gestütztes Überwachungssystem von Nöten, mit dem das „Staubpotential“ einer Halde anhand der Umwelteinflüssen wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windstärke und -richtung erkannt werden kann und dadurch ein zielgerichtetes Handeln ermöglicht wird.

Stau- und Umschlagstechnologien für Stahlprodukte

Aufgrund des weltweit steigenden Bedarfs an Stahlprodukten und der daraus resultierenden Preisdynamik ist eine zunehmende Dynamisierung des Marktes zu verzeichnen. Dem Im- und Export von Stahlprodukten auf dem Seeweg kommt dabei eine stark wachsende Bedeutung zu. Die steigenden Anforderungen an Qualität und Effizienz von Umschlag, Lagerung und Transport müssen daher auch zunehmend beim seeseitigen Umschlag in den Häfen erfüllt werden.

Großformatige Stahlprodukte wie Rohrbündel oder Stahlbleche werden aufgrund von Größen- und Gewichtsrestriktionen üblicherweise nicht per Container sondern nach wie vor konventionell umgeschlagen. Diese Umschlagsmethoden sind häufig weniger effizient sowie zeitintensiv und unterliegen – wie jede konventionelle Umschlagsmethode – aufgrund der Notwendigkeit des manuellen Handling der Ware durch Hafenarbeiter besonderen Anforderung an die Arbeitssicherheit. Modernes Umschlagsgerät, das zu einer deutlichen Optimierung der Umschlagsprozesse beitragen könnte, ist bislang nur in eingeschränkten Anwendungsbereichen vorhanden. Ein Hemmnis sind dabei die Beschränkungen, die für den Betrieb dieser Umschlagsgeräte auferlegt werden. Dies gilt insbesondere für die Verwendung von neuen Magnet-basiertem Umschlagsgeräten, für deren Verwendung auf Schiffen bislang noch keine Betriebserlaubnis erteilt wurde.

Es fehlen neuartige Umschlagstechnologien die einerseits einen effizienten und sicheren Umschlag garantieren, andererseits alle Anforderungen an den Arbeitsschutz sowohl an Land als auch an Bord der Schiffe erfüllen. Diese Umschlagstechnologien müssen in ein ganzheitliches Konzept eingebunden sein, die auch nachgelagerte Prozesse, wie den Transport in das Lager, die Lagerung selbst sowie die Verladung auf die Transportträger für den Hinterlandtransport mit einschließen.

3.2.2 Containerbrückentechnologie

Hohe Produktivitäten an der Wasserseite sind bei Containerterminals das entscheidende Erfolgskriterium. Containerbrücken stellen für ein Terminal das

wichtigste Umschlaggerät dar. Die Effizienz des operativen Containerumschlags beeinflusst die Liegezeiten der Seeschiffe und letztlich sämtliche der Brücke vor- und nachgelagerten Prozesse.

Entscheidende Wettbewerbsvorteile durch Verkürzung der Liegezeiten können durch die Optimierung von Containerbrückentechnologien und brückennahen Geräten erzielt werden. Die Vermeidung von heute immer wieder auftretender Störungen steigert die Effizienz und Qualität der brückengebundenen Umschlagsprozesse und kann somit als ein Schlüsselkonzept zur Erhöhung der Umschlagsleistung pro Schiff, Verkürzung der Liegezeiten und somit zur Erhöhung der seeseitigen Gesamtkapazität eines Hafens angesehen werden.

Durch immer größere Schiffsabmessungen steigen auch die geometrischen Abmessungen und damit das Gesamtgewicht von Containerbrücken. Gleichzeitig wachsen die zu hebenden Nutzlasten durch den angestrebten Twin- und/oder Tandemumschlag. Beide Einflüsse führen dazu, dass die heute vorhandenen Kaianlagen den physischen Kräften der Druckbelastung zukünftig häufig nicht mehr gewachsen sein werden. Die Erforschung des Einsatzes von Leichtbauwerkstoffen in der Hafentechnik kann dazu beitragen, diverse technische Anforderungen an Hafenumschlagsgeräte besser zu erfüllen. Gelingt beispielsweise der Einsatz von Leichtbauwerkstoffen am Spreader (das physisch am stärksten beanspruchte Umschlagsgerät), eröffnet sich ein weites Feld für weitere Anwendungen neuer Werkstoffe. Die logistische Wirkung liegt hier in der Erhöhung der Produktivität des Umschlages durch die Möglichkeit einer größeren Lastenaufnahme sowie relativ zur Nutzlast höhere Hubgeschwindigkeiten.

Aktuelle Herausforderungen liegen auch in der Erschließung weiterer Automatisierungspotentiale im Bereich der Brückensteuerung. Zu den technischen Zielsetzungen kann hier beispielsweise eine gegenüber dem heutigen Stand der Technik höhere Beschleunigung der Laufkatze gezählt werden, wodurch sich allgemein höhere Umschlagsleistungen erzielen ließen. Derartige technische Verbesserungen sind auch im Kontext weiterer Automatisierungskonzepte für die Brückensteuerung z.B. durch Fernsteuerung zu betrachten. Weitere Handlungsfelder finden sich bei der automatischen Erkennung und ggf. Beseitigung von direkten Störeinflüssen im Verladeprozess. Hierzu werden z.B. technische Einrichtungen benötigt um Pendelbewegungen und Schwingungen an Führungsseilen zu reduzieren, aber auch Sensorsysteme um Materialien zur Containersicherung (Verriegelungen) oder Beschädigungen zu erkennen, die den Verladeprozess behindern und zu teilweise erheblichen Betriebsstörungen bzw. Schäden führen können. Derartige Systeme müssen darüber hinaus in die Steuerungssoftware des Terminals eingebunden sein.

3.2.3 Horizontaltransportsysteme

Verbunden mit den weltweit steigenden Umschlagszahlen bei Containerfracht, ist ein Anstieg der Handlings, d.h. der Aufnahme-, Abstell- und Transportvorgänge in allen Bereichen der Container-Terminals zu erwarten. Dies gilt genauso für die „produktiven“ Umschlagsvorgänge an der Kaikante oder bei der LKW- und Bahn-Verladung, wie auch für die „nicht-produktiven“ Vorgänge wie Inter- und Intra-Terminal-Transporte.

Während die Terminals allerdings mit der steigenden Anzahl der Container-Bewegungen an der Wasserseite auch einen steigenden Umsatz verzeichnen, so sind gerade die Terminal-internen Umfuhren mit einem hohen Kostenfaktor belegt.

Einer der Ansätze zur Steigerung der Effizienz und Erhöhung der Umschlagskapazitäten auf den Containerterminals ist der Einsatz von Automatisierungstechnologien. Die dafür notwendigen Transportsysteme sind größtenteils auf dem Markt verfügbar und werden an manchen Orten schon erfolgreich eingesetzt. Allerdings macht der Einsatz dieser hochspezialisierten Transportsysteme nur in Zusammenhang mit dem Neubau eines Terminals Sinn, da neben den Geräten selbst, auch die Terminal-Infrastruktur exakt auf das jeweilige Transportsystem eingestellt werden muss. Der vollständige Austausch des Transportgeräts bei gleichzeitigem Umbau der Infrastruktur würde unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht realisierbar sein. Bei vorhandenen Terminals, die mit klassischen nicht-automatisierten Geräten betrieben werden, wäre eine Umstellung aus Kosten-Nutzen Betrachtungen daher nicht zu leisten.

Anstatt vorhandenes Gerät durch neues, andersartiges zu ersetzen, bleibt die Möglichkeit der nachträglichen Automatisierung von vorhandenem Gerät. Dazu müssen die technischen Vorraussetzungen geschaffen werden, um die Tätigkeiten Fahren und Stapeln auch führerlos durchführen zu können. Dazu gehören Systeme zur Ortung, Positionierungshilfe und Routenbestimmung. Die Entwicklung dieser Systeme kann auch klassischen, führergebundenen Gerät zu Gute kommen, da sie die Fahrer bei Ihrer Tätigkeit unterstützt und somit auch zur Effizienzsteigerung beitragen kann.

Da sich bei steigender Auslastung der Lager-Flächen auf dem Terminal die Anzahl der notwendigen Umstau-Vorgänge empfindlich erhöhen und dadurch wiederum hohe Kosten entstehen würden, sind die Terminals bestrebt, zusätzliche Flächen durch Expansion bereitzustellen. Vielerorts wird bereits an der Vergrößerung der Terminalflächen gearbeitet – siehe Bremerhaven CT4. Andere neue entstehende Standorte, z.B. der Tiefwasserhafen Jade-Weser-Port in Wilhelmshaven werden von Beginn an mit der Möglichkeit zur Erweiterung konzipiert. Dort, wo keine zusätzliche Flächen mehr zur Verfügung stehen, bleibt nur noch die Option weniger stark frequentierte Lagerflächen – typischerweise das Leercontainer-Lager – auf abgelegenere Bereiche des Terminals zu verlagern, um die freiwerdenden Areale dann für Voll-Container zu nutzen.

In jedem Fall ist eine deutliche Vergrößerung der Flächen gegenüber vergangener Jahre zu verzeichnen, wodurch sich jedoch die Länge der Strecken, die auf dem Terminal zurückgelegt werden müssen, im Durchschnitt erhöht. Da die Geschwindigkeit der Geräte für den Horizontaltransport nicht weiter gesteigert werden kann, nehmen die Transporte zunehmend viel Zeit in Anspruch, was wiederum die Verfügbarkeit der Transportgeräte im Ganzen reduziert. Um die sinkende Verfügbarkeit auszugleichen, muss entweder zusätzliche Transportkapazität durch die Anschaffung neuer Geräte geschaffen, oder sinnvolle Alternativen für besonders lange Transportstrecken gefunden werden. Dies können spezialisierte, eventuell automatisierte Transportsysteme mit definierten Übergabepunkten sein, die den Transport von Containern zwischen dem Haupt-Umschlagsbereich des Terminals und

den abgelegenen Flächen, z.B. dem Leercontainerlager übernehmen. In einer solchen Konstellation kann das herkömmliche Umschlagsgerät den Transport zu dem Übergabepunkt durchführen und steht danach sofort für weite Aufgaben zur Verfügung.

In dem traditionell eng bebauten Hafengebieten, wie dem Hamburger Hafen, sind im Rahmen der beschränkt zur Verfügung stehenden zusammenhängenden Flächen eine Reihe von einzeln gelegenen Container-Terminals entstanden: Burchardkai, Eurokai, Altenwerder und Tollerort. Aus dieser Konstellation ergibt sich eine weitergehende Problematik, da sich Umfuhren zwischen den einzelnen Terminals derzeit nur über die öffentlichen Verkehrswege darstellen lassen. Doch genau diese Verkehrswege – sowohl Schiene als auch Straße – sind bereits heute bis auf ihre Belastungsgrenze und teilweise darüber hinaus beansprucht.

Auch hier wären alternative Transportsysteme zu suchen, die nicht auf vorhandene Infrastrukturen angewiesen sind. Aus Sicht der Anwender könnten dies automatisierte Fördersysteme sein, z.B. Laufbänder oder Seilbahnen. Solche Fördersysteme wären unter Berücksichtigung der Rahmenbedingenden wie zu transportierendes Gewicht, Sicherheit bei Überquerung öffentlichen Grunds und Ausfallsicherheit zu entwickeln und unter dem Gesichtpunkt der Wirtschaftlichkeit zu evaluieren.

3.2.4 Güterspezifische Hafentechnologien

Automobilumschlag

Das Management komplexer Logistikketten gehört zu den ständigen Herausforderungen der Automobilbranche. In der Vergangenheit haben die Hersteller von Neufahrzeugen dazu vermehrt externe Dienstleister eingesetzt, die umfangreiche Aufgaben in der Logistikkette übernehmen. Die Logistiker sind dabei immer dichter an die Produktionsprozesse gerückt und haben ihren Einfluss auf die Transportketten gesteigert. Die Neufahrzeuge haben aufgrund ihres massenhaften Charakters und des Eigenantriebes eine hohe Eignung für die RoRo- und Fährschifffahrt und sind oftmals in seegestützte Transportketten eingebunden, in denen die deutschen Seehäfen einen wichtigen Platz einnehmen. Nach der EU-Osterweiterung ist insbesondere der russische Markt in den Fokus der Branche gerückt. Das hier vorherrschende rasante Marktwachstum verlangt nach neuen Logistiklösungen, an denen die Dienstleister derzeit arbeiten. Die Häfen stehen vor der Herausforderung, ihre Leistungsfähigkeit im Bereich des PKW-Umschlages bei sinkenden Stückkosten zu erhöhen. Außerdem bietet sich ihnen die Möglichkeit, durch eine aktive Mitgestaltung der Prozesse ihren Wertschöpfungsanteil signifikant zu verbessern.

Der Zulauf von PKW zu den Häfen ist abhängig von der Produktion und wird größtenteils mittels spezieller Trailer und Waggons über die Straße bzw. die Schiene geregelt, in Sonderfällen auch mit dem Binnenschiff. Der seeseitige Transport erfolgt entweder mit den Linienschiffen der RoRo- und Fährreedereien oder mit Car-Carriern, die auf den Neufahrzeugtransport spezialisiert sind und ebenfalls nach dem RoRo-Prinzip be- und entladen werden. Der seeseitige Ablauf ist abhängig von den Bestellungen der Händler, ihren Lagerkapazitäten und den freien Transportkapazitäten

der Linienschiffe, die immer dann laden, wenn die Schiffsauslastung gering ist. Dadurch können die Fahrzeuge zu Sonderkonditionen transportiert werden, es besteht jedoch keine Mitnahmegarantie für bestimmte Abfahrten. Aufgrund der mangelnden Synchronisation zwischen Zu- und Ablauf fungieren die Häfen als Puffer in der Transportkette. Dies führt zu unplanbaren Schwankungen der Bestände auf dem Hafengelände und bindet somit Ressourcen. Die Situation der Häfen wird durch die Anforderungen der Verlader erschwert. So müssen die Neufahrzeuge auf Plätzen abgestellt werden, die ein hohes Maß an Sicherheit vor Verschmutzung, Beschädigung und Diebstahl bieten. Oftmals dürfen Fahrzeuge verschiedener Hersteller nicht gemischt auf dem Gelände gelagert werden oder sogar in Blöcken auf der selben Fläche. Hinzu kommt, dass umfangreiche Umfuhren nicht möglich sind, da der Kilometerstand der Neufahrzeuge ein bestimmtes Maß nicht überschreiten darf.

Die Performance der Häfen beim Umschlag von Neufahrzeugen steht deshalb in enger Verbindung zu den Lagerstrategien. Hier sind neue Lösungen zu entwickeln, die darauf abzielen, die Kapazitäten den Schwankungen anzupassen und die Ressource „Fläche“ im Hafen zu schonen. Ein möglicher Lösungsansatz liegt in der vertikalen Erweiterung der Stellflächen, die eine Stapelung der Fahrzeuge ermöglicht. Ein weiterer Ansatz besteht darin, die Umfuhren auf dem Hafengelände vom Eigenantrieb des Fahrzeuges unabhängig zu machen, um so vom Anleger entfernt liegende Flächen nutzbar zu machen.

Ein Teil der Neufahrzeuge wird in speziellen Waggons per Bahn geliefert und auf den Schienenanlagen des Hafens bereitgestellt, wobei die Abfertigung der Waggons teilweise bewusst verzögert wird, um den Flächenbedarf auf dem Terminal zu reduzieren. Die Entladungen werden erst dann durchgeführt, wenn der seeseitige Abtransport gesichert ist. Die Schienenkapazitäten sind jedoch begrenzt und der zur Pufferung zu nutzende Spielraum gering; hinzu kommt, dass die Waggons zu Blöcken zusammengefasst sind, die unterschiedliche Fahrzeug- und Herstellertypen beinhalten. Die Aneinanderreihung der Waggons bedingt bei der Entladung eines Einzelnen auch die Entladung der vorangestellten Waggons. Deshalb werden die Gruppen im Regelfall komplett abgefertigt. Durch die Entwicklung von Verfahren, die eine Einzelentladung von Waggons in einer Gruppe ermöglichen, können die Umschlagprozesse beschleunigt und die Pufferfunktion der Schienenanlagen erhöht werden.

Die PKW-Waggons sind Spezialanfertigungen und werden ausschließlich für den Transport von PKW verwendet. Aufgrund des geringen Importanteils von Fahrzeugen über die deutschen Seehäfen, insbesondere der Ostseehäfen, ist das Rückladungspotential aus den Häfen für diese Waggons verschwindend gering. Die Waggons gelangen deshalb überwiegend leer direkt zurück zu den Produktionslägern, was relativ hohe Stücktransportkosten zur Folge hat. Diese Feststellung lässt sich auch auf die Trailer übertragen, die auf der Strasse zum Einsatz kommen. Allerdings ist das Transportmittel LKW grundsätzlich flexibler, weshalb die Kostennachteile etwas geringer sind. So besteht für die Straßentrailer die Möglichkeit, Umfuhren zwischen Händlern durchzuführen, PKW im Rahmen von Rückrufaktionen in Werkstätten zu überführen oder gebrauchte bzw. ausgesonderte PKW zu transportieren.

Mit der Erhöhung der Auslastung der schienengestützten PKW-Transporte sind zwei wesentliche Effekt verbunden. Die Verringerung der Kosten in der seegestützten Transportkette und die Erhöhung des Schienenanteils im Hinterland der Seehäfen. Diese Effekte erhöhen die Attraktivität der Häfen als Drehscheiben und logistische Knotenpunkte in den PKW-Transportketten. Lösungsansätze ergeben sich bei der Zusammenführung der PKW-Transporte mit weiteren schienengebundenen Transportketten im Seehafenhinterland. Dazu sind sowohl die logistischen als auch die technischen Voraussetzungen zu schaffen. Im Fokus solcher Überlegungen sollte das Bahnequipment stehen, insbesondere die für die unterschiedlichen Güter zum Einsatz kommenden Waggons. Hier gilt es, Lösungen zu erarbeiten, die einen Transport unterschiedlicher Güter mit dem Bahnequipment zulassen.

Vor dem Hintergrund des steigenden Bedarfes an Logistikdienstleistungen innerhalb der Automobilbranche sollte es das Bestreben der Seehäfen sein, sich in diesem Bereich weiter zu etablieren. Dadurch gewinnt der Hafen an Einfluss in der Kette und kann die Synchronisation zwischen Zu- und Ablauf der PKW forcieren. Dies führt zu einer erhöhten Planbarkeit der Prozesse und einer Optimierung der Abläufe. Des weiteren sollten die Häfen darauf bedacht sein, ihren Wertschöpfungsanteil durch Dienstleistungen direkt am Neufahrzeug, beispielsweise länderspezifische Fahrzeugmodifikationen, zu erhöhen.

Liquid Natural Gas

In regelmäßigen Abständen werden Anfragen an die Seehäfen gestellt, die sich mit dem Umschlag von Gütern befassen, für die spezielle Umschlaganlagen erforderlich sind. Aufgrund der spezifischen Anforderungen dieser Güter müssen entweder standardisierte Umschlaggeräte modifiziert oder aber neue Lösungen entwickelt werden. Den Antrieb solcher Anfragen bilden häufig politische oder wirtschaftliche Trends, die neue Märkte hervorbringen. Teilweise eröffnet sich für die Häfen die Chance, durch Mehrwertdienste den Anteil an den Logistikketten dieser Nischenprodukte zu erhöhen. Für diese Güter besteht der Bedarf an technischen Lösungen, die Gegenstand des ISETEC II Programms sein könnten.

Die derzeitigen Anfragen resultieren überwiegend aus Trends in der Energiebranche. Die Verfahren zum Einsatz alternativer Energien sowie zur Verbrauchsoptimierung der fossilen Brennstoffe haben sich nachhaltig auf dem Markt etablieren können. Der breite Einsatz der neuen Technologien zur Energiegewinnung hat zu einem erhöhten Aufkommen von unkonventionellen Transporten geführt. Im Folgenden seinen drei Anwendungsfälle aufgezeigt, in denen innovative Lösungen entwickelt werden müssen, um den Umschlag in den deutschen Seehäfen überhaupt zu ermöglichen:

Seit kurzer Zeit ist der Transport von flüssigem Erdgas in den Fokus der Überlegungen der Energiewirtschaft gerückt. Durch Verflüssigen lässt sich das Gas auf 1/600 seines Gasvolumens komprimieren und unabhängig von Pipelines in relativ hohen Mengen transportieren. Diese Technik kommt insbesondere dann zum Einsatz, wenn

Entfernungen oder topographische Lage dem Bau umfangreicher Rohrnetze entgegenstehen. Die Lagerung des verflüssigten Erdgases ist aufgrund der hohen Komprimierung weitaus platzsparender als im gasförmigen Zustand. In der deutschen Energiewirtschaft bestehen nun Überlegungen, Erdgastanker für die Nord- und Ostsee einzusetzen, um die Versorgung mit Erdgas von den Pipelines und den damit zusammenhängenden Lieferantenstrukturen unabhängiger zu machen. Dazu bedarf es spezieller Anleger, die in der Lage sind, das temperaturempfindliche Flüssiggut umzuschlagen. Die bisher zum Einsatz kommenden Anlagen sind auf große Tanker und Tiefseehäfen ausgelegt, für eine Übertragung der Technik, insbesondere auf die Ostsee, bedarf es neben einem schlüssigen logistischen Konzept unter Beachtung wirtschaftlicher Kriterien auch der technischen Modifikation dieser Anlagen.

Palmöl für Blockheizkraftwerke

Ein zweites Anwendungsfeld ist der Umschlag von Palmöl aus Übersee, das alternativ zum Rapsöl in Blockheizkraftwerken als Brennstoff einsetzbar ist. Die Verwendung des Öls ist zwar in die Kritik geraten, da der ökologische und nachhaltige Anbau in Ländern wie Indonesien und Malaysia in Frage gestellt wird, allerdings wird er derzeit über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) subventioniert.

Um das Öl beim Hafenumschlag aus den Tanks zu pumpen, muss es eine exakt einzuhaltende Temperatur haben. Dies ist nur dann möglich, wenn das Öl während des Transportes oberhalb einer Mindesttemperatur flüssig gehalten wurde. Auf die genaue Einhaltung der Lade-, Reise- und Pumptemperatur muss geachtet werden, da sich durch zu hohe Schwankungen oder außerhalb festgeschriebener Bereiche negative Veränderungen in der Zusammensetzung ergeben. Ist das Öl erst mal erstarrt oder flockig, lässt es sich auch durch Wärmezuführung nicht wieder verflüssigen und ist somit unbrauchbar. Die Weiterleitung des Umschlaggutes auf dem Hafengelände ist insbesondere bei kalter Witterung problematisch. Das Öl kann in den langen Leitungen zu schnell erkalten, was durch den Einsatz entsprechender Heizmöglichkeiten bzw. Isolierungen verhindert werden muss.

Offshore Windkaftanlagen

Die Entwicklung der Windenergie wurde in den letzten 30 Jahren schrittweise vorangetrieben und stellt das dritte potenzielle Anwendungsfeld für die Seehäfen dar. Die Leistung der Anlagen hat mittlerweile ein Niveau erreicht, das eine nachhaltige Einrichtung kapitalintensiver Windparks auf See (Offshore-Anlagen) ermöglicht.

Die Offshore-Anlagen müssen im Vergleich zu Landanlagen deutlich größer sein, um die erheblichen Zusatzkosten für Gründung und Netzanbindung auszugleichen und einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Diese möglichst leistungsstarken Anlagen werden an die Meeresverhältnisse angepasst und müssen auf ihre Zuverlässigkeit an Land getestet werden. Erst nach einigen Jahren Probebetrieb werden diese serienmäßig verfügbar sein. Mit dem Wachstum der Anlagen und der Offshore-Parks wachsen auch die logistischen Anforderungen. Den deutschen Seehäfen fällt sowohl bei der Errichtung als auch dem Betrieb der Anlagen eine

wichtige Rolle zu, hierfür müssen rechtzeitig logistische Konzepte und Umschlagverfahren entwickelt werden.

In allen Küstenländern sind diese Zusammenhänge bekannt und werden durch entsprechende Planungen berücksichtigt. Ausgehend von diesen Planungen müssen nun hafenübergreifend Lösungen und Systeme entwickelt werden, die rechtzeitige Standardisierungen hervorbringen und die Transportkette von der Zuführung der Teile zum Seehafen bis zur Errichtung des Parks betrachten.

3.2.5 Wartung & Instandhaltung

Die notwendige Durchführung von Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten für Infra- und Suprastruktur eines Hafenterminals beeinträchtigt die Verfügbarkeit von Ressourcen und somit die Produktivität des Umschlags. Aus diesem Grund ist die Reduzierung des Störungspotentials aufgrund des Ausfalls von Geräten, Transportsystemen und Logistikflächen bei steigender Beanspruchung und Auslastung eine wichtige Voraussetzung für den Erhalt und Ausbau der Leistungsfähigkeit eines Terminals.

Einen Schwerpunkt stellt in diesem Zusammenhang das sogenannte „Condition Monitoring“ dar, wie es in vielen Industriebereichen bereits angewendet wird. Das Konzept des Condition Monitoring basiert auf einer regelmäßigen Erfassung des Maschinenzustandes (Zustandsüberwachung) womit sowohl die Sicherheit als auch die Maschineneffizienz erhöht werden sollen. Mit der Überwachung des Maschinenzustands wird eine zwingende Voraussetzung für eine zustandsorientierte Wartung und Instandhaltung erfüllt. Bei der bisher verbreiteten präventiven Instandhaltung werden in festen Zeitabständen die betreffenden Maschinen heruntergefahren und Bauteile überprüft bzw. ausgetauscht. Diese Art der Maschinenwartung führt in der Regel dazu, dass noch intakte Bauteile ausgetauscht und vorhandene Restlaufzeiten somit nicht vollständig ausgenutzt werden.

Technische Herausforderungen bestehen beim Condition Monitoring in der Entwicklung geeigneter Sensorik für Umschlagsgeräte, Messdatenverarbeitung und Diagnoseverfahren. Das Condition Monitoring bietet dabei auch ein großes Potential zur Kosteneinsparung, da die Lebensdauer kritischer Gerätekomponenten praktisch vollständig ausgenutzt werden kann und gleichzeitig nötige Instandsetzungsmaßnahmen in Abstimmung mit dem Produktionsplan terminiert werden können. Damit aus Instandhaltungszeit wertvolle Produktionszeit gewonnen werden kann, ist eine ganzheitliche Betrachtung der Instandhaltung notwendig. Die zustandsorientierte Instandhaltung als Querschnittsfach aus den Gebieten Mechanik, Akustik, Systemtheorie, Elektronik und Informatik reicht dabei von der Optimierung von Arbeitsabläufen über intelligentere EDV Unterstützung, neue technische Verfahren bis zur Erprobung, Entwicklung und Einsatz neuer Komponenten gemeinsam mit Herstellern aus dem Maschinenbau und der Elektrotechnik.

Im Bereich der Terminalinfrastruktur sind analog Maßnahmen zur Verbesserung der Konstruktion und Zustandsüberwachung beispielsweise der durch Krananlagen

hochbelasteten Gleisanlagen sowie der Verkehrs- und Logistikflächen zu sehen, da hier Verschleißreparaturen ebenso zu erheblichen Produktivitätseinbußen beim Umschlag führen. Aus heutiger Sicht fehlt es hier an aktuellen zuverlässigen Empfehlungen zur Bemessung hochbelasteter Verkehrs- und Abstellflächen in Seehafenterminals.

Mittel- und langfristig können neue Instandhaltungs- und Wartungskonzepte für wartungsarme Terminals sowie verbesserte Konstruktionsverfahren für die Infrastruktur in Hafenterminals eine wichtigen Beitrag leisten, um den erhöhten Umschlagsforderungen auf den Containerterminals besser gerecht zu werden.

3.2.6 Energieeffizienz

Im Containerumschlag arbeiten heute nahezu alle Großgeräte mit Elektroantrieben. Als Hauptumschlagshilfsmittel für Container in Seehäfen und Binnenlandterminals werden Containerkrane, Straddle Carrier, Portalstapler und Reachstacker eingesetzt. Da es sich in der Mehrzahl um mobile Geräte handelt, wird der benötigte Strom direkt an den Geräten durch dieselgetriebene Generatoren mit hohen Leistungskennzahlen erzeugt. Dieselgeneratoren erzeugen erhebliche Schall- sowie Abgas- und Feinstaubemissionen. Die elektrische Energie kann nicht über einen längeren Zeitraum gespeichert werden, da herkömmliche Batterien aufgrund ihres Gewichts nicht installiert werden können. Bei einem mittleren Kraftstoffverbrauch von ca. 20 l je Betriebsstunde und einer Portalhubwaben-Lebensdauer von 44.000 Betriebsstunden in 8 Jahren bedeutet das einen Dieselverbrauch von etwa 110.000 l pro Portalstapler und Jahr. In den größeren Seehäfen liegt die Anzahl eingesetzter Portalstapler zwischen 100 Stück bis weit über 200 Stück.

Der Einsatz neuer energieeffizienter Antriebstechnologien kann erheblich zur Verringerung des Schadstoffausstoßes (insbesondere auch der CO_2-Emission) beitragen. Zusätzliche Vorteile, wie eine Verminderung von Lärmemission für das Hafenumfeld und die Gerätefahrer kommen hinzu. Gegenwärtig sind aber beispielsweise Wasserstoffantriebe für eine Verwendung in Hafenumschlagsgeräten nicht ausreichend entwickelt und erprobt.

Dem Emissionsproblem kann auch durch Maßnahmen zur Energieeinsparung am Generator entgegengewirkt werden. Ziel ist es durch Rückgewinnung von Bremsenergie (ähnlich bei Containerbrücken), unter anderem auch beim Absenken des Spreaders, den erzeugten Bremsstrom kurzfristig zu speichern und den elektrischen Antrieben der Umschlagsgeräte wieder verfügbar zu machen. Die bereits verfügbaren Technologien, wie z.B. so genannte Rekuperationsbremsen, Hochleistungskondensatoren (UltraCap) und Batterien/Akkumulatoren müssen allerdings für den Terminaleinsatz angepasst und in die vorhandenen elektrischen Systeme integriert werden. Durch die Maßnahmen soll langfristig eine Reduzierung des Dieselverbrauchs und damit auch eine Verbesserung der Emissionswerte erreicht werden.

Auch durch den permanenten Anstieg der Energiekosten sind ebenso Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs bei Betriebsmitteln und Anlagenteilen der Terminals

erforderlich. Herausforderungen sind hier die Verringerung des überflüssigen Stromverbrauchs und der Einsatz von wirtschaftlichen Betriebsmitteln sowie die Strombezugsoptimierung durch den Einsatz von Energiemanagementsystemen. Als weitere Maßnahme wird Nutzung regenerativer Energiequellen und entsprechender Technologien für die Stromversorgung einzelner Betriebsmittel und Anlagenteile angestrebt.

3.2.7 Lärmemissionsreduktion

Mit dem Bau und der Erweiterung von Terminals rückt der Hafen näher an bewohnte Gebiete heran. Damit sich der Geräuschpegel – speziell in Bereichen, die in unmittelbarer Nähe von Umschlagsanlagen und Containerlagern liegen – nicht erhöht, müssen Schallschutzmaßnahmen für den Erhalt der Wohn- und Lebensqualität der Anwohner ständig verbessert werden. Eine weitere Erhöhung der Umschlagsmengen insbesondere im 24 Stunden Betrieb, wie er sich an vielen Standorten in den nächsten Jahren durchsetzen wird, ist mit den bereits vorhanden Schallschutzmaßnahmen kaum möglich.

Aktiver Lärmschutz versucht, die Geräuschentwicklung an der Quelle zu bekämpfen. Die Betreiber der Hafenanlage werden heute bereits dazu verpflichtet, möglichst leise zu arbeiten. Ihre Mitarbeiter werden entsprechend ausgebildet und angeleitet. Genehmigungen, die für den Betrieb benötigt werden, veranlassen die Umschlagunternehmen, den aktiven Schallschutz ständig zu überprüfen und zu verbessern. Um das zu erreichen müssen Schallemissionsquellen auf dem Gelände von Hafenumschlagsbetrieben identifiziert und auf technische Reduzierungsmöglichkeiten der Schallemission untersucht werden. Das Ziel ist die Entwicklung deutlich schallreduzierter technischer Komponenten im Umschlagsbetrieb die einhergeht mit der Entwicklung von Messverfahren einschließlich der Softwareverfahren zur permanenten Überwachung und Messdatenauswertung aller relevanten Komponenten. Infrastruktur, wie Verkehrs- und Lagerflächen können als mittelbare Verursacher von Schallemissionen hier ebenso in die Untersuchungen einbezogen werden.

3.2.8 Bahnverladung

Leistungsfähige Hinterlandanbindungen mit effizienten Schienenanschlüssen für einen reibungslosen An- und Abtransport der Güter zu und von den einzelnen Hafen-Terminals sind entscheidende Wettbewerbsfaktoren für die deutschen Seehäfen und essenzielle Voraussetzung um den Modal Split zu Lasten des LKW-Verkehrs in Richtung Schiene zu verschieben.

Ein vorrangiges Ziel ist es deshalb, eine Effizienzsteigerung im Bahncontainer-umschlag von Hafenterminals zu erreichen. Das Umschlagsvolumen steigt insbesondere im Bereich Bahn-Terminal überdurchschnittlich und kann aufgrund knapper Flächenverfügbarkeit zukünftig nur durch einen höheren Automatisierungsgrad bewältigt werden. Unterbrechungen in der Automatisierungskette wirken sich überproportional auf die Effizienz und

Wirtschaftlichkeit des Umschlags aus. Potenziale zur Effizienzsteigerung liegen dabei vor allem in den Möglichkeiten zur Beschleunigung von Umschlagsprozessen durch Automatisierung und Ressourcenentlastung sowie in Maßnahmen zur Einhaltung und Verbesserung der Arbeitssicherheit durch die Absicherung automatisierter Betriebsbereiche und die technische Unterstützung der Betriebsabläufe.

Die Bahnverladung von Containern ist nach wie vor durch einen hohen Anteil manueller Arbeiten geprägt. Auch auf Terminals mit einem hohen Automatisierungsgrad bestehen noch große Potentiale zur Optimierung und damit der Beschleunigung der Bahnverladung.

Neben den eigentlichen Umschlagsprozessen kommen zusätzlich durch das Eisenbahnbundesamt vorgeschriebene Prüfvorgänge vor Abfahrt der Züge zum Tragen. Ebenso werden die Container auf den Zügen bei Ankunft am Terminal auf Schäden kontrolliert und der Zustand jedes Containers dokumentiert. Beide Tätigkeiten werden durch Abschreiten oder Entlangfahren an den Zügen durchgeführt. Um diese manuell ausgeführten Kontrollfunktion zu optimieren, sind neue technische Unterstützungssysteme erforderlich, wie z.B. selbststeuernde und automatisch geführte Fahrzeuge im Gefahrenbereich von Gleisanlagen und Erkennungssysteme für Waggons, Ladungsträger, und Befestigungsvorrichtungen. Mit dem Ziel der Prozessbeschleunigung sollten darüber hinaus Kontrollfunktionen, wo möglich, auch durch automatisierte Systeme ausgeübt werden.

3.2.9 Schleusensysteme

Viele Hafenanlagen in Deutschland sind durch Schleusen von den Tidebewegungen der Nordsee abgekoppelt. Diese tide-unabhängigen Terminals haben den Vorteil, dass die Umschlagsprozesse nicht an den sich ständig verändernden Wasserstand angepasst werden müssen. Als großer Nachteil ist allerdings der Schleusungsprozess anzusehen, der als Zeitfaktor die effektive Liegezeit der Schiffe beeinflusst. Da die notwendige Schleusungszeit stark von der Erfahrung und Fähigkeiten der Schiffsbesatzung abhängt, stellt insbesondere der große Unsicherheitsfaktor ein großes Problem für die Personal- und Geräte-Planung der Terminals dar.

Darüber hinaus stellen die Schleusungsvorgänge eines der größten Sicherheitsrisiken für die Schiffsbesatzung dar. So kam es in der Vergangenheit immer wieder zu Unfällen beim Fest- und Losmachen der Schiffe mit konventionellen Methoden (Leinen) – teilweise sogar mit tödlichem Ausgang.

Neben den an den der Nordsee gelegenen Hafenanlagen ist auch der Nord-Ostsee-Kanal (NOK) als wichtigste Wasserstraße zwischen Nord- und Ostsee nur über eine Reihe von Schleusen passierbar. Der NOK ist die Haupt-Verbindungsachse zwischen den Nord- und Ostsee-Häfen und trägt somit stark zu der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit der Feederverkehre in Konkurrenz zum Landweg bei. Auch hier hängen die Querungszeiten stark von den Zeitverlusten bei den Schleusungsvorgängen ab, wobei sich die Verzögerungen auch auf nachfolgende Schiffe auswirken.

Die Reduzierung der Schleusungszeiten auf ein kalkulierbares Mindestmaß, das durch die technischen Gegebenheiten wie Öffnungs- und Schließvorgänge der Schleusentore sowie den Ausgleich des Wasserpegels festgelegt ist, würde eine Leistungssteigerung der betroffenen Hafengebiete bewirken.

Eine weitestgehend automatisierte Alternative zum konventionellem Festmachen, wären pneumatische oder magnetische Systeme, die das Schiff während der Schleusung ohne weitere Vertäuung in Position halten. Besondere Herausforderung bei der Entwicklung solcher Systeme ist die rapide Änderung des Wasserstands im Schleusenbecken, die im Gegensatz zu den natürlichen Tidenhub innerhalb weniger Minuten stattfindet.

3.2.10 Fährsysteme

Die RoRo- und Fährsysteme eignen sich insbesondere für den Einsatz auf relativ kurzen Seestrecken, bei denen die Hafenliegezeit zur Be- und Entladung der Schiffe einen hohen Anteil an der gesamten Reisezeit zwischen den Häfen einnimmt, wie dies ist insbesondere in der Ostsee der Fall ist. Hier bietet die RoRo-Technik die Möglichkeit, möglichst viele Einheiten in kurzer Zeit umzuschlagen und über die angeschlossenen Verkehrswege in das Hinterland zu transferieren. Durch eine Reduzierung der Liegezeiten können die Schiffe häufiger zwischen den Häfen pendeln und erreichen deshalb eine hohe Transportleistung, obwohl der Stauraum aufgrund der besonderen Technik ggf. nicht optimal ausgenutzt wird. Kurze Liegezeiten sind auch im Interesse der Häfen, da sich die höhere Anzahl abgefertigter Schiffe bei gleichbleibendem Ressourcenbedarf positiv auf das Ergebnis auswirkt, insbesondere das wirtschaftliche Ergebnis.

Sowohl das Schiff als auch die entsprechenden Anleger sind hoch spezialisiert und teilweise direkt aufeinander abgestimmt. Die Lebensdauer der Schiffe ist jedoch erheblich kürzer als die der Hafenanlagen, so dass technische Anpassungen aufgrund der Schiffsevolution vollzogen werden müssen. Durch die fehlende Standardisierung bilden Rampe und Anleger häufig einen Engpass im Umschlagprozess und es kommt zu Beschädigungen am Schiff, den Transportgütern sowie den Hafenanlagen. Beispielsweise sind die Rampenbreiten nicht optimal an die Schiffsklappe angepasst, wodurch die Durchsatzfähigkeit eingeschränkt wird. Aufgrund mangelnder Abstimmungen zwischen Schiff- und Hafenbauern bzw. Reederei und Hafen werden die Hafenelemente häufig überdimensioniert, um den „worst case“ abzudecken.

Die Liegezeiten der Schiffe lassen sich durch eine verbesserte Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Interessensgruppen bei der Konstruktion neuer Elemente sowie einer frühzeitigen Berücksichtigung der Umschlagprozesse, insbesondere bei der Schiffsplanung, verkürzen. Durch das verbesserte Zusammenspiel werden Standards geschaffen, die zu einer verlässlichen Planung führen. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, die Belastung der Schiffe bei der Beladung durch intelligente Vorstautechniken zu reduzieren, wodurch einerseits der Prozess aufgrund des verringerten Krängungsaufwandes reduziert wird und andererseits die technischen Anforderungen an die Schiffselemente und damit auch an die Hafeninfrastruktur sinken.

Die Transferleistung zwischen Schiff und Terminal wird neben technischen Restriktionen auch durch Umweltauflagen eingeschränkt. Die Häfen liegen häufig innerhalb dicht besiedelter Gebiete oder in der Nähe von geschützten Naturbereichen. Die durch die Umschlagprozesse verursachten Schall- und Abgasemissionen unterliegen Auflagen, die zu einer verringerten Leistungsfähigkeit führen, teilweise werden deshalb die Betriebszeiten einzelner Terminals eingeschränkt. Sensible Bereiche sind dabei die Rampen, Wetterdecks und Stellflächen, die beispielsweise aufgrund der Beanspruchungen durch die Zugmaschinen und Transporteinheiten häufig zu Lärmquellen mutieren. Die Emissionen lassen sich z.B. durch den Einsatz neuer Werkstoffe sowohl im Terminal als auch im Schiff reduzieren. Außerdem verfügen die Schiffe über Anlagen, die zur Eigenversorgung mit Strom und Frischluft eingesetzt werden. Die Frischluft wird auch für den Laderaum der Schiffe benötigt, insbesondere dann, wenn die Be- und Entladung mit Geräten erfolgt, deren Antrieb auf Verbrennungsmotoren zurückgreift. Diese Anlagen verursachen ebenfalls Lärm und Abgase, so dass beispielsweise ein intelligenter Einsatz dieser in Abhängigkeit zum tatsächlichen Bedarf, der sich aus dem Hafenbetrieb ergibt, zu einer Umwelt- und Kostenentlastung führt.

Ein weiteres spezifisches Problem bei der Be- und Entladung von RoRo- und Fährschiffen stellt der Mix aus begleiteten und unbegleiteten Einheiten dar. Die unbegleiteten Einheiten werden durch Hafenpersonal über das Terminalgelände und auf dem Fährschiff gelenkt. Die Mitarbeiter sind mit der Umgebung vertraut und verfügen normalerweise über weitreichende Erfahrungen im Handling der Einheiten. Die begleiteten Einheiten hingegen werden durch Fahrer bewegt, die zwar im Umgang mit dem Fahrzeug geübt sind, jedoch nicht zwangsläufig besondere Kenntnisse über die hafenspezifischen Abläufe besitzen. Kommt es nun beim Umschlag der begleiteten Einheiten aufgrund mangelnder Erfahrungen oder unerwünschtem Verhalten einzelner Fahrer zu Verzögerungen, hat das Auswirkungen auf die nachfolgenden Prozesse. Diese Wirkungskette hat prinzipielle Ähnlichkeit mit den Stauproblemen im Straßenverkehr oder an Abfertigungsschaltern. Der Ablauf der Be- und Entladung begleiteter Einheiten vom Fährschiff bis zur Hafenausfahrt unterliegt keiner besonderen Systematik. Die Führung der Fahrzeuge wird weitestgehend durch vereinzelte Beschilderung oder durch unregelmäßige Anweisungen des Hafenpersonals geregelt. Durch die Entwicklung neuer Systeme und Verfahren lässt sich der Durchsatz der Schiffe und des Hafens erhöhen und damit die Liegzeiten der Schiffe reduzieren.

3.3 Intelligente Seehafenlogistik

3.3.1 Operative Planungs- & Steuerungssysteme

Planungs- und Steuerungssysteme in Containerhäfen

Automatisierte Container Terminals sind heute noch stärker als manuell betriebene Anlagen hauptsächlich von effizienten logistischen Steuerungsverfahren zum Erhalt

und zur weiteren Verbesserung der Produktivitäten abhängig. Es ist abzusehen, dass sich die zunehmenden Containermengen in Zukunft nicht mehr allein durch die Bereitstellung zusätzlicher Ressourcen, d.h. Geräte und Flächen, die nur begrenzt verfügbar sind, bewältigen lassen. Das Wachstum in den norddeutschen Häfen setzt einen optimalen Einsatz der vorhanden Umschlagsgeräte und der damit in Verbindung stehenden Mitarbeiter voraus. Dem entsprechen bereits heute verbesserte Umschlagstechnologien, wie der Twin-/ Tandemumschlag von zwei 40ft. bzw. vier 20ft. Containern gleichzeitig, deren Integration allerdings weitreichende Funktionsanpassungen und Erweiterungen existierender Planungs- und Leitstandsysteme nach sich ziehen.

Um den wachsenden Anforderungen zu begegnen, werden, ebenso wie eine integrierte Planung und Steuerung des operativen Betriebs, vernetzte Optimierungsansätze benötigt – weg von einer rein lokalen Planung und Optimierung einzelner isolierter Arbeitsprozesse. Insbesondere der Containerumschlag, bei dem eine Vielzahl verschiedener Umschlagsprozesse von der Schiffsbe- und -entladung über den Horizontaltransport bis zur Einlagerung in der Fläche ineinander greifen, ist auf die reibungslose Interaktion der unterschiedlichen Geräte angewiesen, um effizient arbeiten zu können. Dies können nur zentrale rechnergestützte Terminalleitstände bewerkstelligen, die heute jedoch zunächst überwiegend Kontrollfunktionen für die Steuerung notwendige bereitstellen. Zukünftig wird eine übergreifende Sichtweise, die alle Aspekte der auf dem Terminal stattfindenden Prozesse nötig sein.

Um den neuen Anforderungen zu begegnen, können Leitstandtechnologien zukünftig in die vor-operative Planungsphase integriert werden und eine halbautomatische bzw. langfristig eine vollautomatische Steuerung und Überwachung der Prozesse in Echtzeit ermöglichen. Dementsprechend finden sich hier auch weitreichende Abhängigkeiten vom Automatisierungsgrad und der Informationsanbindung der Umschlagsgeräte und Prozesse an den landseitigen Schnittstellen eines Containerterminals, also bei der Verladung von den Verkehrsträgern Bahn und LKW.

Dem langfristig ganzheitlichen Automatisierungsansatz folgend, müssen konsequenterweise auch Instandhaltungs-/Wartungs- und Störungsmanagement konzeptionell und physisch integriert werden. Gleiches gilt für die Abhängigkeit von Informationen der Zu- und Ablaufsteuerung, also den IuK-Technologien in den Anwendungsbereichen Hinterlandgüterverkehr und Seeverkehr.

Für ganzheitlich ausgelegte Automatisierungskonzepte sind ebenso Leercontainerlager zu berücksichtigen, nicht zuletzt weil hafennahe Logistikflächen – Idealerweise mit Wasseranschluss – in ganz Nordeuropa nur sehr begrenzt verfügbar sind. Aus diesem Grund sind Leercontainer sehr kompakt zu lagern. Für das Ein- und Auslagern von Leercontainern bieten sich innovative automatische Lösungen mit optimierten Steuerungsverfahren an, die zuverlässig die logistischen Anforderungen erfüllen.

Als Mittel zur Leitstandverbesserung mit dem Ziel der Prozessoptimierung können beispielsweise neue Softwaretechnologien wie Service-Orientierte Architekturen (SOA) angesehen werden, durch die unternehmensinterne Systeme zu flexiblen und zu offenen Leitstand- und Terminalsystemen weiterentwickelt werden können.

Wesentliche Verbesserungen lassen sich auch durch integrierte Feedback-mechanismen zwischen Steuerung und Planung schaffen, die langfristig zu selbstlernenden Systemen führen können.

Aus technischer Sicht liegt die Herausforderung in der Ausschöpfung weiterer Automatisierungspotentiale, um kritische Abläufe entlang der Prozesskette zu reduzieren. Aufgrund der steigenden Komplexität durch automatisierte Prozesse müssen Qualifikation und Schulung der Mitarbeiter ebenfalls berücksichtigt werden. Speziell im Hochlastbetrieb wird von den Mitarbeitern ein schnelles Erfassen von hochdynamischen Betriebssituationen erwartet, da heute mit weniger Personal wesentlich mehr Geräte überwacht werden. Dies lässt sich nicht mehr durch eine eher theoretische Einarbeitung in die Leitstandssoftware trainieren, sondern verlangt eine dynamische Schulungsumgebung, in der mit möglichst realitätsnahen und störungsbehafteten Szenarien das komplexe Verhalten eines Containerterminals abgebildet wird. Simulation und Emulation können hier auch als Schlüsseltechnologien im Bereich der Mitarbeiterqualifikation angesehen werden.

Bei der Planung und Steuerung des Betriebs eines Containerterminals zählt ebenso die Integration von Projektladung und Stückgut, die nach wie vor zum Ladungsmix eines Containerterminals gehören, zu den notwendigen Anforderungen, da die Erweiterung der Leistungspalette über den Standardcontainer hinaus einen wichtigen Beitrag zur Kundenbindung und Standortstärkung leistet.

Planungs- und Steuerungssysteme für Massengut-Terminals

Das abzusehende Verschwinden der letzten inländischen Produktionskapazitäten für heimische Steinkohle bedingt durch die beschlossene Einstellung der Kohle-Subvention sowie der steigende Bedarf an Kohle aufgrund des beschlossenen Ausstiegs aus der Atomenergie und dem von der Bundesregierung unterstützen Neubau bzw. der geplanten Erneuerung veralteter Kohlekraftwerke wird kurz- bis mittelfristig zu einem starken Anstieg von Kohle-Importen aus Übersee führen. In Korrelation zu dem steigenden Import werden damit auch die Umschlagsmengen in den Massengutterminals wachsen.

Die erhöhte Fluktuation in den Lagerbeständen, bedingt durch die zunehmende Umschlagsmenge, in Verbindung mit der notwendigen Optimierung der Lagerplatz-ausnutzung stellt hohe Anforderungen an die Planer und deren Planungsinstrumente. Eine bedarfsgerechte Planung und Optimierung ist unter den genannten Voraussetzungen ohne Software-Unterstützung kaum mehr zu bewältigen. Vorhandene Planungs- und Steuerungssysteme bewegen sich jedoch ausschließlich in Planungsräumen mit festen Lagerplatztopologien, z.B. Container-Terminals oder Hochregallager, sodass diese Systeme für den Zweck einer Planung und Disposition von Haldenlagern nicht in Frage kommen. Um den Massengutumschlag auch in Zukunft noch effizient bewältigen zu können, ist die Entwicklung neuer innovative Software-Systeme nötig.

Eine solche Planungs- und Steuerungssoftware muss einerseits Möglichkeiten zur Erfassung und Darstellung des derzeitigen Lagerbestands bieten, andererseits die

vorgesehenen Anlieferungen und Abholungen planerisch erfassen können. Zusätzlich müssen neue Optimierungsverfahren unter den speziellen Anforderungen bei Haldenlagerung entwickelt und als Basis für eine vorausschauende Planung in die Software integriert werden.

Ziel der Optimierungen muss neben der verbesserten Auslastung der Flächen z.B. auch die Reduktion von kostenintensiven Umfuhren von Partien innerhalb des Terminal-Geländes sein. Die besondere Schwierigkeit besteht dabei in der Darstellung der Lagerplatzes als geometrische Freifläche, wofür bisher keine Dispositionslösungen vorhanden sind.

Planungs- und Steuerungssysteme für RoRo und ConRo-Häfen

Die Prozesse in RoRo- und ConRo-Häfen werden stark durch externe Faktoren beeinflusst, die nicht durch den Hafenbetreiber zu kontrollieren sind. Diese Tatsache ergibt sich aus der Funktion des Hafens, der als intermodaler Knotenpunkt in internationale Transportketten eingebunden ist. Dazu wird eine hohe Anzahl an Schnittstellen bereitgestellt, über die Informationen und Güter angenommen und weitergereicht werden. Auf dem Hafengelände erfolgt eine Bündelung der Transportketten, so dass hier eine Vielzahl an Waren für den Weitertransport auf unterschiedlichen Verkehrsmodi umgeschlagen, vorbereitet und gelagert werden müssen. Dabei stehen sämtliche Prozesse aufgrund von Terminvereinbarungen und Linienfahrplänen unter Zeitdruck. Der Hafen muss in der Lage sein, beispielsweise auf Verspätungen der Schiffe und Züge, Störungen bei der Be- und Entladung, falsch deklarierte Ware, mangelnde Ladungssicherung oder das unregelmäßige Ankunftsverhalten der LKW zu reagieren. Dadurch entseht im betrieblichen Ablauf innerhalb des Hafens ein hoher Steuerungsaufwand, der bereits bei der Planung zu berücksichtigen ist.

In der Planungsphase und im laufenden Betrieb besteht häufig ein Informationsmangel, der durch eine unzureichende Einbindung aller Akteure außerhalb und auch innerhalb des Hafens in entsprechende Systeme zurückzuführen ist. Hinzu kommt, dass Informationen nach dem „Stille Post“-Prinzip bei der Weitergabe verändert oder verfälscht werden. So besteht eine mangelnde Transparenz über das Arbeitsaufkommen und die Auslastung der eingesetzten Ressourcen, z.B. über die Stell- und Lagerflächen auf dem Hafengelände. Die Kenntnisse über die aktuelle Flächenbelegung oder den Standort einzelner Einheiten beschränken sich weitestgehend auf einen kleinen Mitarbeiterkreis. Ebenfalls unzureichend ist die Informationslage in den Häfen bezüglich der bahnseitigen Waggongestellung. Oftmals sind die Ankunftszeiten mit großzügigen Zeitfenstern verbunden und die genaue Spezifikation der Waggons sowie die genaue Position in der Gruppe sind unbekannt. Aktuelle Informationen müssen deshalb manuell abgefragt oder aufgenommen werden, bevor umfangreiche Ressourceneinteilungen erfolgen können.

Die Bereitstellung und Einteilung der Hafenressourcen, insbesondere von Personal und Geräten, erfolgt deshalb überwiegend auf Basis von Erfahrungs- und Erwartungswerten. Dies hat zur Folge, dass erhebliche Überkapazitäten vorhanden sind, die zur Bewältigung von Arbeitsspitzen herangezogen werden können. Reichen

diese nicht aus, um angemessen auf Störungen zu reagieren, entstehen auf Seiten der Hafenkunden Wartezeiten. Eine nach wirtschaftlichen Kriterien optimale Einteilung der Ressourcen ist unter den gegebenen Bedingungen kaum möglich. Diese Tatsache wirkt sich insbesondere in den Häfen aus, die aus räumlich getrennten Teilen bestehen. Hier werden in jedem Hafenteil Überkapazitäten bereit gehalten, da der Austausch von Ressourcen über die Hafenterminalgrenzen hinweg kurzfristig nicht mehr möglich ist.

Der kontinuierliche Abgleich zwischen den geplanten Abläufen und den tatsächlichen Arbeitsfortschritten sowie eine Einschätzung der Auswirkungen von Störungen auf den Ressourcenbedarf sollte auf Grund der Komplexität der Vorgänge innerhalb der Häfen durch entsprechende Leitstände unterstützt werden. Diese müssen dazu geeignet sein,

- die vorliegenden Informationen zu bündeln,
- den entsprechenden Ressourcenbedarf zu ermitteln,
- die zeitlichen Abläufe der Prozesse zu planen,
- den Arbeitsfortschritt abzubilden und
- Auswirkungen von Ressourcenverschiebungen und Störungen zu simulieren.

Die Funktionalität solche Leitstands-Software steht im engen Zusammenhang mit der Dichte der Informationen, die zur Verfügung stehen. Die Verbesserung der Informationslage ist deshalb für die Planung und Steuerung von erheblicher Bedeutung und Gegenstand weiterer Handlungsfelder. Um die Informationslücken zu schließen, können beispielsweise neue Kommunikationssysteme entwickelt oder die Informationsgewinnung automatisiert und beschleunigt werden.

Ein Planungs- und Steuerungssystem für einen Hafen muss auf dessen Datenbanken zurückgreifen und die Komplexität des Terminals und der Prozesse widerspiegeln. Eine allgemeine Lösung, die für ein breites Einsatzspektrum geeignet ist, wird aus diesem Grunde nicht realisierbar sein. Hier bedarf es spezieller Lösungen, die in die Systemlandschaft des jeweiligen Hafens passen und sein spezifisches Leistungsspektrum abbilden.

In diesem Handlungsfeld sind Lösungen zu generieren, die dazu geeignet sind, die einzelnen Arbeitsabläufe innerhalb des Hafens transparent und im Zusammenhang darzustellen. Dadurch können bei der Planung und Steuerung sämtlicher Vorgänge Synergien zwischen den bisher größtenteils autark voneinander ablaufenden Teilprozessen erzielt werden, was zu einem deutlichen Anstieg der Ressourcenauslastung führt.

3.3.2 Lade- & Löschsysteme

Lade- Löschsysteme im Containerhafen

Um für die künftigen Containerverkehre gerüstet zu sein, ist eine Steigerung der Produktivität der Umschlaganlagen unumgänglich. Insbesondere der landseitige

Umschlag bzw. die Steuerung der Transportkette zwischen Schiff und Lager stellt hier häufig eine Hürde für Entwicklung und Einführung neuer effizienterer Lade- und Löschverfahren dar.

Dazu zählen beispielsweise Doppelhubwerke für den Twin- bzw. Tandembetrieb, d.h. den gleichzeitigen Umschlag von bis zu vier 20ft oder zwei 40ft Containern. Diese Technik würde theoretisch eine spontane Verdopplung der Produktivität erreichen, da pro Lade- bzw. Löschzyklus statt heute zwei TEU dann vier TEU umgeschlagen werden könnten. Selbst wenn dieser ideale Wert im Durchschnitt unter realen Bedingungen natürlich nicht erreicht werden kann, so wäre doch mit einer deutlichen Steigerung der Produktivität an der Kaikante zu rechnen. Tatsächlich sind Doppelhubwerke aber erst in wenigen Terminals außerhalb Europas im Einsatz. Der hauptsächliche Hindernisgrund sind große Probleme bei der Integration in die vor- bzw. nachgelagerten Prozesse sowie die Abbildung in den Planungs- und Steuerungssystemen.

Die Einbindung derartiger ausgestatteter Containerbrücken in ein Terminal erfordert sowohl aus technischer Sicht, als auch aus Sicht der Ablaufplanung und Steuerung neue logistische Lösungen für kombinierten Betrieb mit Straddle Carriern, da eine vergleichsweise hohe und stark schwankende Produktivität der Containerbrücke erhöhte Anforderungen an die Abstimmung mit Horizontaltransportmitteln stellt. So ist z.B. die zeitgenaue Bereitstellung der Container, die im Tandembetrieb verladen werden sollen, sicherzustellen, da sonst an der Containerbrücke durch das Warten auf den zweiten Container unproduktive Ausfallzeiten entstehen würden. Genauso verhält es sich beim Löschen, wobei hier der rechtzeitige Abtransport der Container im Mittelpunkt steht. Eine besondere Herausforderung stellt die zuverlässige Integration des Tandembetriebs in Terminals mit automatischen Horizontaltransportsystemen dar.

In den Planungs- und Steuerungssystemen sind darüber hinaus Vorraussetzungen für die Verarbeitung von bis zu vier verschiedenen Containerbewegungen in einem einzigen Lade- bzw. Löschzyklus zu schaffen. Dazu gehören bereits in der Planungsphase die Erstellung von Sequenzen, die eine korrekte Paarbildung unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen wie die Einhaltung von Gewichts-, Höhen- und Destinationsrestriktionen garantieren. In den operativen Prozessen ist die Ermittlung der Position und die Festlegung der daraus resultierenden Stellplätze zu realisieren. Die konkreten Anforderungen sind dabei natürlich stark von den eingesetzten Systemen abhängig.

Mittel- und langfristig sind weitere alternative Umschlagskonzepte erforderlich, die komplementär zur Optimierung von Planung und Steuerung der Terminallogistik einen Beitrag zur Steigerung der Umschlagsleistung liefern können. Dazu gehört unter anderem auch die gleichzeitige Zuordnung mehrerer Ressourcen zu unterschiedlichen Aufgabenbereichen (Pooling), mit der eine bessere Auslastung der Geräte erreicht werden kann. Bei der heutzutage üblichen festen Zuordnung z.B. einer Gruppe von Straddle Carriern zu einer Containerbrücke kommt es zwangsläufig zu Leerfahrten. Diese unproduktiven Transportwege können in Pooling-Strategien durch Auswahl geeigneter Anschlusstouren aus anderen Aufgabenbereichen eliminiert werden.

Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung von Pooling ist die Dynamisierung der Zuordnung von Aufträgen auf Ressourcen. Weitere Voraussetzung ist die Berechnung von optimierten Routen, um die jeweils geeigneten Ressourcen auswählen zu können. Die dafür notwendigen Anpassungen der Steuerungssysteme können sich bis auf die Fahrerkabinen der Straddle Carrier in Form von Fahrer-Leitsystemen erstrecken.

Eine weiterer Ansatz zur Steigerung der Produktivität ist die Durchführung von Lösch- und Ladeoperationen in einem Arbeitsgang am Schiff („Dual Cycle“). Ziel ist hierbei die Vermeidung von Leerbewegungen der Katze des Containerkrans. Diese Art des Umschlags ist der wohl anspruchvollste Versuch weiterer Effizienzsteigerung im Containerumschlag, da für den Erfolg die optimale Abstimmung mit den Prozessen sowohl an der Land- als auch an der Wasserseite gegeben sein muss.

Aus Sicht der Anwender ist dazu auch wissenschaftlich zu klären, wie sich neue Strategien, auch auf die benachbarten Arbeitsbereiche und letztlich auf die Gesamtproduktivität des Terminals auswirken und optimal eingestellt werden können. In diesem Zusammenhang sind auch Strategien zur Vermeidung der Zwischenlagerung auf dem Terminal langfristig relevant, wie beispielsweise Direktumschlagsverfahren vom Schiff auf die Hinterlandverkehrsträger.

Da alle genannten Strategien weitreichende Folgen auf das gesamte Terminal haben, wäre es von großem Interesse den Erfolg der einzelnen neuen Strategien im Zusammenspiel aller am Umschlagsprozess beteiligten Ressourcen bereits im Vorfeld zu validieren. Dies kann z.B. mittels Simulation und der Verwendung von Geräte-Emulatoren erreicht werden, die eine möglichst realitätsnahe Umgebung nachempfindet. So lassen sich auch die Kombination verschiedener neuer Strategien erproben oder die Anfälligkeiten auf Störungen untersuchen.

Im übertragenen Sinne gelten die für Containerterminals dargestellten Anforderungen und Probleme auch für RoRo- und speziell ConRo-Terminals.

3.3.3 Identifikationstechnologien

Identifikationstechnologien in Containerhäfen

Die Identifikation von Containern und Umschlagsgeräten bildet die Grundlage für die Optimierung der Planung und Steuerung der Terminallogistik. Zusammen mit der elektronischen Ortung von Horizontal-Umschlagsgeräten und Transportträgern stellt der Einsatz von automatische Identifikationstechnologien auch eine essenzielle Voraussetzung für die Automatisierung von Containerterminals dar.

Die Radiofrequenzidentifikationstechnik (RFID) bietet zukünftig einen technisch standardisierten[12] Lösungsbaustein für die Containerlogistik (Container-Tag) und wird zusammen mit dem elektronischen Siegel (eSeal) dazu beitragen, den steigenden Sicherheitsanforderungen in der Transportkette gerecht zu werden. Der ständige Anstieg des Frachtaufkommens erfordert in den Terminals effektive, sichere und

[12] ISO 10374 und ISO 18185

wirtschaftliche Prozessabläufe. Diese erstrecken sich einerseits auf die Wasserseite, andererseits aber auch auf die Datenerfassung an den Schnittstellen zu den Hinterlandverkehrsträgern LKW und Bahn. Aus operativer Sicht besteht hier die Herausforderung darin, an diesen Schnittstellen die Abfertigungsgeschwindigkeit zu erhöhen, die Produktivität und den Kundendienst zu verbessern aber auch die Sicherheit gemäß International Ship and Port Facility Security Code (ISPS Code) der International Maritime Organization (IMO) zu gewährleisten. Insbesondere die Verbindungen zu den bestehenden Infrastrukturen und den IT-Systemen sind deshalb auf die Einführung der automatischen Erkennung von eSeal und Container-Tag vorzubereiten. Gesamtziel ist die Erforschung der Grundlagen sowie die Entwicklung und Evaluation von Lösungen für die Umsetzung dieser Forderungen. FuE-Schwerpunkte bilden dabei die Einsatzmöglichkeiten von RFID- und OCR-Technologie zur automatischen Container-, Siegel- und Fahrzeugerkennung im Zusammenhang mit deren Integration in die operativen Abläufe am Terminal bis hin zur anwendungsseitigen Integration in die betrieblichen Abläufe und die Steuerungs-software der Terminals.

In diesem Zusammenhang bietet auch der verstärkte Einsatz von Ortungssystemen auf Container-Terminals ein großes Potential, um den zukünftigen Herausforderungen durch steigende Umschlagzahlen begegnen zu können. Insbesondere die Integration von Ortungstechnologien in das auf dem Terminal eingesetzte Logistiksystem bietet die Möglichkeit zu zusätzlichen Optimierungen der Terminalprozesse. Die kontinuierliche Ortung von fahrbaren Umschlagsgeräten in Echtzeit versetzt die Terminal-Steuerung in die Lage neue Optimierungspotentiale zu erschließen. Dazu zählen u.A. die Verbesserung der Umschlagszeiten durch Optimierung der Verfahrwege, d.h. kürzere Wege, die Vermeidung von Fehlbewegungen und die Verbesserung der Stellplatzplanung. Satellitengestützte Ortungstechnologien (GPS/Galileo) sind jedoch nicht flächendeckend für den Einsatzbereich eines Seehafenterminal geeignet, z.B. ist die Positionserfassung unterhalb von Containerbrücken nicht möglich. Für die spezifischen Einsatzbedingungen eines Terminals müssen deshalb mittelfristig Erweiterungen und innovative Ortungstechnologien wie z.B. Sensornetzwerke spezifiziert und entwickelt werden.

Identifikationstechnologien in RoRo-Häfen

Die Informationen über Art, Zustand, Standort, Ursprung und Ziel der Einheiten, die sich innerhalb des Hafengeländes befinden, sind für die Planung und Steuerung von entscheidender Bedeutung. Die Informationen bilden die Grundlage zur Erfüllung der Hafenfunktionen und sollten möglichst zeitnah an den relevanten Stellen zur Verfügung gestellt werden. In den meisten Seehäfen ist der Ladungsmix heterogen, was den Einsatz standardisierter und automatischer Verfahren erschwert. Die notwendigen Informationen werden deshalb in der Regel manuell erfasst. Dieses Verfahren ist zeitaufwändig und fehlerhaft, darüber hinaus finden die Aufnahmen nur punktuell statt, z.B. beim Eintreffen oder Verlassen des Hafengeländes.

Da die Kenntnisse über den genauen Standort oder die Aufträge, die mit den Umschlaggütern im Zusammenhang stehen, oftmals unzureichend sind, werden

regelmäßig Suchaktionen durchgeführt. Außerdem sind bei der Beladung personalintensive Kontrollen erforderlich, um sicherzugehen, dass die Zuordnung zwischen Verladegut und Transportmittel korrekt ist. Die manuell durchgeführten Schadenserfassungen unterliegen persönlichen Einschätzungen der Mitarbeiter, wodurch unterschiedliche Standards zur Anwendung kommen. Solche Aufgaben werden den eigentlichen Umschlagprozessen untergeordnet, wodurch eine nachträgliche Prüfung des Schadenhergangs erschwert wird.

Um die eigentlichen Umschlagverfahren in den Häfen zu beschleunigen, die Fehler- bzw. Schadensquote zu verringern und den Aufwand von Inventuren zu reduzieren, sind Systeme zur Kontrolle von Orts- und Status-Veränderungen definierter Objekte innerhalb des Hafengeländes zu entwickeln. Dazu können bereits heute verfügbare Technologien zum Einsatz kommen, diese müssen jedoch an die spezifischen Anforderungen in den Häfen angepasst werden. Dazu zählen z.B. Galileo, RFID, Texterkennung oder optische Zeichenerkennung, die sich für die Registrierung und Verfolgung von Objekten eignen. Teilweise sind eigenständige und aktive Meldung möglich, die eine direkte Interaktion zwischen dem Hafensystem und bestimmten Objekten, beispielsweise Umschlaggeräten, Transporteinheiten oder Umschlaggütern, erlauben. Dadurch entfallen umständliche und zeitintensive Vorgänge für die Übertragung der auf dem Hafenterminal gesammelten Informationen in die systemseitigen Datenbanken.

Die teil- oder vollautomatisierte Identifikation bietet insbesondere für Stückgüter bzw. Transporteinheiten Vorteile, die entweder regelmäßig oder massenhaft das Hafengelände passieren. Dazu zählen insbesondere Trailer, Container, Automobile, Reedereieinheiten und Forstprodukte in Form von Papierrollen. Damit die erfassten Daten nutzbar sind, müssen sie in das zentrale System des Hafens eingepflegt werden. Im Idealfall geschieht dies automatisch und ohne nennenswerte Verzögerung. Die Auswertung, Filterung und Darstellung der Informationen ist Aufgabe spezieller Module der einzelnen Hafensysteme und somit Gegenstand anderer Handlungsfelder.

3.3.4 Informationsdienste

Informationsdienste für Seehäfen

In den heterogen gewachsenen Strukturen der deutschen Seehäfen haben sich auch eine Vielzahl von elektronischen Informations- und Meldediensten entwickelt, die heutzutage einen großen Stellenwert bei der Abwicklung der Umschlagsprozesse einnehmen. Ohne diese Informationssysteme wäre der Umschlag in den Seehäfen rein technisch aber auch organisatorisch nicht mehr möglich. Aufgrund der Vielzahl der an der Transportkette beteiligten Partner, ist ein zeitnaher, fehlerfreier Austausch von Informationen eines der Schlüsselmerkmale für einen reibungslosen und effizienten Umschlag. So sind insbesondere die operativen Container-Daten wie Größe und Gewicht, Inhalt, Herkunft bzw. Destination sowie gebuchtes Seeschiff für die vorausschauende Planung der Terminals unerlässlich. Aber auch rechtliche Bestimmungen nehmen immer mehr Einfluss auf die Anforderungen an aktuelle und zukünftige Datenkommunikationsstrukturen. Im Zuge der seit dem 11. September 2001

verschärften Sicherheitsbestimmungen und den daraus resultierenden neuen Zollbestimmungen sind eine Reihe von ehemals Papier-basierten Meldeverfahren heutzutage verpflichtend elektronisch durchzuführen, was die beteiligten Firmen vor eine weitere Herausforderung stellt.

Besonders zu nennen ist die Einführung des neuen Zollkodex, wodurch ab dem 1. Juli 2009 die Pflicht zur Abgabe elektronischer Anmeldungen bei der Aus- und Wiederausfuhr besteht[13]. Dies bedeutet, dass kein Container ohne die explizite – auf elektronischem Wege erteilte – Erlaubnis des Zolls aus dem Hafen oder in den Hafen verbracht werden darf. Voraussetzung für den Beginn des internationalen Datenaustauschs ist die dafür notwendige Rechtsgrundlage sowie der Einsatz nationaler, von der Europäischen Kommission zertifizierter Ausfuhrsysteme der jeweiligen Mitgliedstaaten.

Ebenso wie die Terminals, so ist auch die Landschaft der Informationssysteme heute von einer großen Heterogenität geprägt. Im Laufe der letzten dreißig Jahren sind an den verschiedenen Standorten teilweise sehr unterschiedliche Systeme entstanden, die mitunter auch unterschiedliche Geschäftprozesse abbilden. Bestrebungen der letzten Jahre vorhandene Strukturen und Prozesse in den verschiedenen Seehäfen zu vereinheitlichen sind aufgrund der hohen Investitionsrisiken und der unklaren Lastenverteilung bislang nicht weiter verfolgt worden. Die lokalen Unterschiede in den Prozeduren der einzelnen Hafenstandorte, die sich bis auf die technische Ebene der Datenkommunikations-Schnittstellen erstrecken, stellen jedoch insbesondere für die am Hinterlandtransport beteiligten Firmen, wie Spediteure, Frachtführer, EVUs und Binnenschiff Reedereien eine technische und organisatorische Hürde dar. Dieses Erschwernis kann langfristig zu einer Abwanderung von Transportströmen hin zu Häfen im Europäischen Ausland führen, in denen organisatorische und/oder technische Hürden geringer sind.

Diesbezüglich ist eine umfassende Harmonisierung und Standardisierung von Informationsdiensten in Seehäfen zu leisten. Dieses Ziel wird nur über die Schaffung einheitlicher Datenstrukturen und EDI-Schnittstellen, die Angleichung der Prozesse sowie – wo nötig – der Schaffung neuer Dienstleistungen zu erreichen sein und erfordert ein gemeinsames Vorgehen von Terminals, Informationsprovidern und deren Kooperationspartner.

Informationsdienste für Hafenbahnen

Die deutschen Seehäfen sind Knotenpunkte verschiedenster Verkehre und übernehmen im internationalen Güterverkehr eine wichtige Transitfunktion. Aufgrund des hohen Güteraufkommens in Verbindung mit den oftmals hohen Transportentfernungen im Hinterland, bildet die Schiene im Verkehr mit den Seehäfen einen attraktiven Verkehrsträger. Dazu müssen im Hafenbereich geeignete infrastrukturelle, organisatorische, betriebliche und informationstechnologische Schnittstellen bereitgestellt werden. Für die landseitigen Transporte auf dem

[13] Veröffentlichung der Durchführungsvorschriften zum Zollkodex (ZK-DVO) vom 18.12.2006 im Amtsblatt der EU und BMF-Erlass vom 22.11.2006

internationalen Schienenetz sind die Eisenbahnverkehrsunternehmen zuständig, für die diese Schnittstellen den Zugang zu den Häfen bilden. Die organisatorischen und informationstechnologischen Schnittstellen bilden den Fokus des Handlungsfeldes Informationsdienste für Hafenbahnen. Diese sind vor dem Hintergrund des steigenden Umschlag- und Transportvolumens sowie der fortgeschrittenen Liberalisierung des Gütertransportmarktes als unzureichend einzustufen. Die Durchsatzfähigkeit der bestehenden Infrastruktur kann durch deren Verbesserung deutlich gesteigert werden.

Die Verknüpfung zwischen see- und schienenseitigen Transporten ist derzeit durch ein Informationsdefizit gekennzeichnet, das zu Prozessverzögerungen und erhöhtem Arbeitsaufkommen führt. Sowohl bei der Bereitstellung umschlag- als auch transportrelevanter Informationen bestehen Lücken und Zeitverzögerungen, die sich insbesondere auch auf die hafennachgelagerten Prozesse auswirken. Durch eine verbesserte Abstimmung zwischen den Beteiligten kann eine durchgängige Planung erfolgen, die zu schlanken Betriebsabläufen führt.

Ein wesentliches Hindernis im derzeitigen Informationsaustausch besteht in der Heterogenität der zum Einsatz kommenden Kommunikationsverfahren. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Anzahl der in die Informationsketten einzubindenden Unternehmen aufgrund der Marktliberalisierung zugenommen hat. Die ursprünglichen Einzellösungen zwischen einigen Hafenstandorten und EVUs, im Wesentlichen der DB, eigenen sich nicht für eine Übertragung in den großflächigen Einsatz. Sie sind nicht auf die wachsenden Verkehre und die damit im Zusammenhang stehende Komplexität der Prozesse ausgelegt. Des weiteren führen die unterschiedlichen Ausprägungen der Häfen, zum einen Containerverkehre in der Nordsee und zum anderen KV- sowie Stückgutverkehre in der Ostsee, zu unterschiedlichen Anforderungen an die Informationen.

Die zur Beseitigung der Defizite angestrebten Lösungen müssen dazu geeignet sein, einen standardisierten Informationsaustausch für die Abwicklung von Bahnverkehren zwischen den Häfen und den im Hinterland agierenden EVUs zu realisieren. Insbesondere die Anzahl der Datenstrukturen und Nachrichtenformate sollte auf ein definiertes Maß für alle Akteure gekürzt werden. Hiefür ist eine breite Zusammenarbeit der Häfen erforderlich, auf deren Seite die Informationsdefizite am größten sind. Durch die gemeinsame Formulierung der Anforderungen und die Bereitstellung einer kooperativen informationstechnologischen Schnittstelle lassen sich die Informationsfragmente der unterschiedlichen Systeme bündeln und gezielt weitergeben.

Die gezielte Kommunikation im Vorwege des eigentlichen Transportes sowie während des Betriebes erlaubt eine detaillierte und verlässliche Planung sowie eine schnelle Reaktion auf Störungen. Dadurch ließen sich zum einen der schienengebundene Hafenumschlag beschleunigen und zum anderen die Auslastung der schienenseitigen Infrastruktur innerhalb und außerhalb des Hafens steigern.

3.3.5 Zu- und Ablaufsteuerung

Zu- und Ablaufsteuerung für den LKW-Verkehr

Die Straße wird auf absehbare Zeit den wichtigsten Transportweg zwischen Hafen und Hinterland darstellen. Selbst die angestrebte Verlagerung von Gütern von der Straße auf die Schiene wird diese Tatsache nicht wesentlich beeinflussen können. Bei den prognostizierten Zuwachsraten der Umschlagszahlen ist sogar trotz einer prozentualen Veränderung des Modal-Split zugunsten alternativer Verkehrsträger mit einem Anstieg der auf der Straße transportieren Güter in absoluten Zahlen zu rechnen.

Unter diesen Gesichtspunkten und in Hinblick auf die schon heute vielerorts überlastete Verkehrsinfrastruktur im Nahbereich der deutschen Seehäfen wird die intelligente Steuerung von Zu- und Ablaufströmen per LKW eines der wesentlichen Kriterien für die Wachstumschancen der Häfen sein. Die Kapazitätsbetrachtung eines Hafens schließt immer auch die Umgebungsparameter ein, sodass jedes noch so effizient arbeitende Terminal ohne einen effizienten landseitigen Zu- und Ablauf auf Kapazitätsengpässe stoßen wird, die das Wachstum und damit auch das Ranking gegenüber anderen Europäischen Hafenstandorten gefährden können.

Darüber hinaus stellt der Hafen-bezogene LKW-Verkehr aufgrund der Nähe der Terminals zu Ballungszentren auch eine große Belastung der regionalen Infrastruktur dar, da die Verkehrsströme größtenteils über das öffentliche Straßennetz in den Städten geleitet werden, was weitreichende Folgen auf die Wirtschaftsstandorte der Hafenstädte insgesamt hat. So ist z.B. die Elbquerung in Hamburg nicht nur als Anbindung der Häfen von großen Bedeutung sondern stellt auch eine wichtige überregionale Nord-Süd-Achse dar. Ein Rückstau aus den Häfen, der diese Verbindung beeinträchtigt, könnte zu weitreichenden Stauungen bis hin zu einem Verkehrsinfarkt in weiten Teilen des Stadtgebiets führen.

Aus der operativen Sicht der Terminals liegen die Probleme in der schlechten Planbarkeit der LKW Abfertigung. Außer empirischen Erkenntnissen der Vergangenheit liegen den Terminals häufig keinerlei Informationen über die zu erwartenden LKW-Anzahlen an den Gates vor. Staus außerhalb des Terminalgeländes betreffen das Terminal zwar nicht direkt in seinen Umschlagsprozessen, doch die bedarfsgerechte Bereitstellung von Personal und Gerät gehört zu den Faktoren, die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Häfen beeinflussen. Beim Containerumschlag kommt hinzu, dass den Terminals häufig Informationen fehlen, über welche Container in der anstehenden Schicht verfügt werden soll – eine wichtige Grundlage für die Planung und Optimierung der Vorstauung, die eine reibungslose LKW-Abfertigung ermöglicht.

Mit dem häufig geforderten Ausbau der Verkehrsinfrastruktur kann dem Problem der überlasteten Straßen nur begrenzt und sehr langfristig begegnet werden. Auch ist der Ausbau der Infrastruktur, falls überhaupt technisch und finanziell realisierbar, nicht Ziel des ISETEC-II Programms. Stattdessen sollte nach alternativen Lösungen zur Vermeidung von Engpasssituationen auf den Straßennetzen gesucht werden, die vorhandene Potentiale besser ausnutzen. Eine Lösung könnte in der zeitlichen Verlagerung der Transporte weg von den üblichen Spitzenzeiten hin zu Zeiten, in

denen die Verkehrswege weniger belasteten sind, gesucht werden. Um eine umfassende Sicht zu garantieren muss dies zwangsläufig zentral, also Hafen-gesteuert erfolgen. Eine weitere wichtige Vorraussetzung ist die Beteiligung der LKW-Unternehmen sowohl als Akteure als auch als Kommunikationspartner für den beidseitigen automatischen Informationsaustausch.

Systeme, die dieses Ziel verfolgen, sind in Ansätzen in einigen wenigen Häfen bereits vorhanden. Sie sind beispielsweise in den Containerterminals an der Nordsee, insbesondere Hamburg, realisiert worden. Allerdings arbeiten diese Systeme nicht Hafen-übergreifend sondern beschränken sich auf einzelne Terminals. Sie stellen jedoch eine nutzbare Basis für eine Weiterentwicklung dar.

Für die Terminals wäre durch solche Lösungen und der damit verbundenen verbesserten Planungsgrundlage in Form von Avisierungen der LKW-Unternehmen eine Optimierung der landseitigen Umschlagsprozesse möglich. Die LKW-Unternehmen profitieren ihrerseits durch die Verringerung unproduktiver Zeiten, z.B. beim Warten vor dem Terminal oder in Staus, und durch die Einsparung von Leerfahrten. Der volkswirtschaftliche Nutzen liegt in der Entlastung der Straßen, Vermeidung von Staubildung und der dadurch bedingten Emissionsreduktion.

Zu- und Ablaufsteuerung für den Binnenschiff- und Feederverkehr

Die Verteilung der Güter in das Hinterland der deutschen Seehäfen erfolgt neben der Strasse und der Schiene auch über wasserseitige Anbindungen. Zum einen kommen für die Verteilung der Güter im Hafenhinterland sowohl in der Nordsee als auch in der Ostsee Binnenschiffe zum Einsatz. Zum anderen werden in den Nordseehäfen Feederschiffe eingesetzt, die seeseitig als Zubringer und Verteiler für die großen Containerterminals fungieren und so auch solchen Häfen den Zugang zu den internationalen Containerlinien ermöglichen, die über keine direkte Überseelinienverbindung verfügen. Letzteres ist insbesondere zwischen den Containerterminals in der Nordsee und den internationalen Häfen in der Ostsee der Fall.

Die Koordination der Feederschiffsabfertigung in den Häfen ist derzeit durch eine fehlende Transparenz gekennzeichnet. Die transportrelevanten Informationen erreichen den Hafen zu spät oder gar nicht, so dass eine verlässliche Planung der Prozesse erschwert wird. Davon sind insbesondere diejenigen Verkehre betroffen, die in einem Hafen mehrere räumlich voneinander getrennte Terminals adressieren. Analog zu den beschriebenen Problemen im Handlungsfeld „EDI Hafenbahn“ stellt die Heterogenität der zum Einsatz kommenden Kommunikationsverfahren in Verbindung mit der hohen Anzahl der Akteure bzw. Informationsquellen derzeit ein wesentliches Hindernis dar. Vor dem Hintergrund der stark ansteigenden Containerverkehre muss eine Lösung für die Optimierung der Daten- und Informationsflüsse gefunden werden, um die Auslastung der Feederschiffskapazitäten zu erhöhen. Erreicht werden kann dies durch die Schaffung einer zentralen Koordinierungsstelle für die Feederschiffsabfertigung. Als Grundvoraussetzung dafür müssen die technischen und systemseitigen Voraussetzungen zur Bündelung der vielschichtigen Informationen geschaffen werden. Die zeitnahe Erfassung, Aufbereitung und Verteilung der so

gewonnen Informationen im Sinne eines Leitstandes, stützen die zentrale Koordinierung der Feederabfertigung.

Während bei der Feederschifffahrt die beschleunigte und systematisierte Abwicklung der Verkehre ein Potential zur Leistungssteigerung der Containerhäfen bietet, zielen die Ansätze bei der Binnenschifffahrt auf eine Erschließung des Verkehrsträgers für Stückguttransporte im Hinterland der Seehäfen ab, denen die größten Wachstumspotentiale zugeschrieben werden. Der Einsatz des Verkehrsträgers in diesem Segment wird derzeit im wesentlichen durch

- unzureichende Abmessungen großer Teile des Binnenwasserstraßennetzes,
- die Ausrichtung des Verkehrsträgers auf Massenguttransporte sowie
- eine mangelnde Kenntnis über die Transportmöglichkeiten

eingeschränkt. In Deutschland kommen Schubschiffe, Motorgüterschiffe und Leichter auf den Binnenwasserstrassen zum Einsatz. Die verschiedenen Typen lassen sich zu Verbänden kombinieren. Der Einsatz dieser Verbände wird durch die Brückendurchfahrtshöhen, Gewässertiefen und –breiten, die Schleusenabmessungen sowie Kurvenradien eingeschränkt. Insbesondere die künstlich angelegten Kanäle lassen in den meisten Fällen nicht die maximal möglichen Schiffsabmessungen zu.

Der wesentliche Vorteil der Binnenschifffahrt liegt in der Massenleistungsfähigkeit der Binnenschiffe, die aufgrund ihrer spezifischen Größe und des relativ geringen Energiebedarfes große Massen und Volumina über weite Entfernungen zu günstigen Frachtsätzen transportieren können. Zu den Nachteilen des Verkehrsträgers zählt die geringe Präsenz in der Fläche, die relativ geringe Transportgeschwindigkeit sowie die aus der Massenleistungsfähigkeit resultierende mangelnde Rentabilität für kleine Chargen. Die Eigenschaften machen den Verkehrsträger für den Transport von Massengütern attraktiv, für den Einsatz im Stückgutverkehr sind sie hingegen eher von Nachteil.

Über die bestehenden Transportmöglichkeiten auf den Binnenwasserstrassen herrscht keine Transparenz. Es besteht weder ein Angebot an Linienverbindungen, das einem breiten Nutzerkreis zugänglich ist, noch werden die freien Kapazitäten auf bestimmten Relationen veröffentlich. Der Binnenschifffahrtsmarkt ist geprägt durch Spot-Geschäfte und bilaterale Transportrahmenverträgen, was den Marktzugang und die Verkehrsbündelung erschwert.

Um die Leistungsfähigkeit des Verkehrsträgers Binnenschiff im Hinterland der Seehäfen zu erhöhen, müssen Lösungen entwickelt werden, die eine Eignung des bestehenden Equipments für den Transport von Stückgütern herstellen. Hier sind in der Containerschifffahrt bereits Fortschritte erzielt worden, die sich derzeit aber auf die großen Binnenwasserstrassen wie die Elbe oder den Rhein beschränken. Eine Modifizierung und anschließende Übertragung dieser Systeme auf die Kanäle mit geringeren Abmessungen würde zu einem vermehrten Aufkommen auf den Wasserstrassen führen. Neben den containerisierten Stückgütern kommen auch massenhafte Stückgüter für solche Lösungen in Betracht. Dabei sind nicht nur die technischen Voraussetzungen zu schaffen, sondern auch die damit

zusammenhängenden logistischen Verfahren unter Berücksichtigung der Summe an Anforderungen in der Transportkette. Beispielhaft sei hier die geringe Priorität der Binnenschiffe in den Seehäfen genannt, die sich insbesondere in den Containerhäfen auf die Abwicklung der Seeschiffe konzentrieren. Die angestrebten Lösungen sollten diese Tatsache berücksichtigen und entsprechende Abläufe beinhalten. Denkbare Ansätze bestehen in der Einrichtung von „Hub and Spoke"-Systemen oder spezieller Umschlaganlagen für die Binnenschiffe, die kostengünstig im Betrieb sind und sich nicht störend auf die Prozesse der Seeschifffahrt auswirken.

Aufgrund des weitmaschigen Netzes verfügen einige Seehäfen über keinen direkten Anschluss an die Binnenwasserstrassen. Durch die Einrichtung eines Zuganges ohne einen aufwendigen Ausbau der Infrastruktur ließen sich die Transportkapazitäten im Hinterlandverkehr dieser Seehäfen erhöhen. Konkrete Ansätze ergeben sich unter Verwendung von Transportmitteln, die sowohl die seeseitigen Hafenzufahrten als auch einen Großteil der Binnenhäfen erreichen können.

Die angestrebten Leistungssteigerungen des Binnenschiffs im Seehafenhinterland sind nur dann zu erreichen, wenn der Ausbau funktionierender Logistikketten unter Verwendung des Verkehrsträgers gelingt. Dazu müssen die Anforderungen an Preis, Transparenz, Pünktlichkeit und Sicherheit erfüllt werden.

Konzepte für Bahnhinterlandverkehre

Die Bahn gilt als das vielversprechendste Ziel einer Verlagerung von seehafenspezifischen Güterverkehren auf umweltfreundliche Verkehrsträger. Durch die bereits 1991 eingeleitete Umstrukturierung des europäischen Eisenbahnmarktes nach der Verabschiedung der EG-Richtlinie 91/440/EWG begann die Öffnung des Marktes „Schienennetz". Der Einstieg privater Eisenbahnverkehrsunternehmen in den Gütertransport hat in den vergangen Jahren bereits zu der Schaffung einer Vielzahl neuer nationale und internationaler Dienste geführt. Auch in den Containerterminals ist ein deutlicher Anstieg der Anzahl der per Bahn umgeschlagenen Container zu verzeichnen. Doch insbesondere im Containerverkehr existieren immer noch große Potentiale zur weiteren Verschiebung des Modal-Split zugunsten des Schienenverkehrs, denn ein großen Teil der in den deutschen Seehäfen umgeschlagenen Container mit Herkunfts- bzw. Bestimmungsland Deutschland sind nicht für den erweiterten Nahbereich in Norddeutschland bestimmt, sondern für die großen Industrie- und Handelsstandorte im Süden und der Mitte Deutschlands. Bei diesen Strecken überwiegen die Vorteile des Bahntransport gegenüber dem sonst schnelleren und flexibleren Straßentransport.

In den Container-Terminals der deutschen Seehäfen entstehen viele Probleme, die eine effiziente Bahnabfertigung behindern, durch die heterogenen, nicht destinationsreinen Züge und zum Teil auch durch eine mangelnde Datenqualität, was aufwendige manuelle Datenerfassung bei der Kontrolle der Züge erfordert. Die dadurch entstehenden verlängerten Abfertigungszeiten wirken sich negativ auf folgende Züge aus, sodass heute Verzögerungen fast an der Tagesordnung sind. Diese Verzögerungen können von den Bahnen nur begrenzt wieder aufgefangen werden, sodass es im schlimmsten Fall zum Ausfall einzelner Züge kommen kann. Auch die

Einführung von festen Abfertigungszeiten per Slot-Management verhindert zwar die Verspätung bzw. den Ausfall von Zügen, führt aber bei Abfertigungsproblemen zu nur teilausgelasteten und daher ineffizienten Zügen.

Die Zunahme der weltweiten Containertransporte aufgrund der unter dem Stichwort „Globalisierung“ zusammengefassten veränderten Warenströmen und Produktionsketten ist inzwischen auch im Binnenland deutlich zu spüren. So hat die Anzahl der Seecontainer in den GVZ-Standorten im Inland in den vergangenen Jahren spürbar zugenommen. Viele dieser Container werden aber nach wie vor per LKW transportiert. Die Einrichtung neuer Zug-Dienste, die entsprechende Standorte im Inland mit hohem Anteil an Seecontainern mit den deutschen Seehäfen verbindet, wäre hier sinnvoll.

Einer der größten Risikofaktoren bei der Bereitstellung neuer Zug-Dienste ist die mangelnde Auslastung. Ganzzugsysteme rentieren sich erst bei dauerhaft hoher Auslastung und zwar in beide Transportrichtungen, da Kosten für Trassen-Miete sowie Betriebskosten für Lok und Waggons auch bei nicht ausgelasteten Zügen unverändert anfallen. Um eine hohe Auslastung zu erreichen, ist eine Bündelung von Transport-Strömen vom Seehafen in das Hinterland notwendig. Die „Entbündelung“ findet idealerweise in der Nähe der Bestimmungsorte der Waren statt, sodass nur noch der geringere Teil der Gesamttransportstrecke auf der Straße durchgeführt werden muss. Dafür sind entsprechende Hinterland-Hubs aufzubauen, die als Sammel- und Verteilzentren für die Empfänger bzw. Versender der Region fungieren. Darüber hinaus ist eine enge organisatorische Kopplung der Hinterland-Hubs an die jeweiligen Seehafen-Terminals nötig, um eine möglichst gute organisatorische sowie technische Integration des Hinterland Hubs in die Umschlags-Prozesse der Terminals einzubinden. Zur weiteren Optimierung könnten zeitaufwendige Funktionen des Terminals in die Hinterland-Hubs ausgelagert werden.

Daraus ergeben sich eine Reihe von Anforderungen an die zu schaffenden Bahnhinterlandverkehre:

- Auswahl geeigneter Standorte für die Hinterland-Hubs mit möglichst konstantem und paarigem Bedarf an Import- und Export Transporten.
- Sicherstellung destinationsreiner Konsolidierung und Dekonsolidierung der Züge
- Aufbau einer hohen organisatorische und technische Kooperation mit den Container-Terminals.

Die Kapazitäten des internationalen Schienennetzes sind begrenzt, die Strecken werden sowohl durch die Gütertransporte als auch die Passagierverkehre belegt. Des weiteren wirken geografische und technische Hindernisse kapazitätsmindernd, so bilden Berge wie die Alpen oder Flüsse wie der Rhein natürliche Barrieren bei dem Ausbau der Infrastruktur. In diesen Bereichen entstehen Engpässe, die negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des gesamten Netz haben. Die technischen Hindernisse ergeben sich überwiegend im grenzüberschreitenden Verkehr,

beispielsweise durch den Einsatz unterschiedlicher Stromspannungen, Spurbreiten oder Lichtraumprofile.

Die Seehäfen haben aufgrund der Bahnaffinität ihrer Hinterlandverkehre ein vitales Interesse an einer hohen Leistungsfähigkeit des Schienennetzes. Im Hafenbereich sind sie teilweise als Eisenbahninfrastrukturunternehmen tätig und verfügen als Eisenbahnverkehrsunternehmen über eine Bahnbetriebserlaubnis auf nationalen Strecken. Des weiteren bestehen sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene enge Kooperationen mit Bahnoperateuren und Eisenbahnspeditionen, um aktiv an einer Erweiterung des Hinterlandes mitzuwirken. Dies versetzt die Seehäfen in die Lage, neue Konzepte für den Bahnhinterlandverkehr zu entwickeln und so das Transportangebot im Schienengüterverkehr zum bzw. vom Hafenstandort zu erhöhen. Die teilweise engen Kontakte zu Verladern haben dabei eine positive Wirkung auf die Realisierungschancen solcher Konzepte.

Vor diesem Hintergrund sollten die Häfen aktiv die Beseitigung bestehender bzw. die Vermeidung zukünftiger Engpässe im schienengebundenen Hafenhinterland vorantreiben. Die zu erarbeitenden Lösungen müssen geeignet sein, sowohl die Hemmnisse der grenzüberschreitenden Transporte als auch die natürlichen Barrieren aus logistischer und technischer Sicht zu überwinden. Hierfür ist ein enges Zusammenspiel zwischen allen Akteuren der Transportkette inklusive Verlader und Empfänger notwendig. Insbesondere der Verwendung neuer Trassen für bestehende Relationen werden hohe Chancen zur Vermeidung bzw. Umfahrung von Engpässen eingeräumt.

Die Steigerung der Transportleistung auf dem Schienennetz kann auch durch die höhere Auslastung des eingesetzten Equipments erreicht werden. Solche Überlegungen liegen ebenfalls im Fokus der Seehäfen und beziehen sich häufig auf konkrete Güterarten. Grundsätzlich lassen sich durch die Bündelung von Verkehren Auslastungssteigerungen bewirken, weshalb diese Überlegungen Gegenstand weiterer Handlungsfelder sind.

3.3.6 Schiffsverkehrssteuerungssysteme

Aus Sicht der deutschen Seehäfen stellt das anhaltende Wachstum auch eine Herausforderung für den seeseitigen Zulaufverkehr dar, die zukunftsfähige innovative Konzepte für die Verkehrssteuerung auf den jeweiligen Revieren erfordert. Beispielsweise wird in naher Zukunft ein insgesamt bedeutender Zuwachs an Schiffsbewegungen auf der Elbe erwartet, an dem die Containerschiffsanläufe ab und über Panamaxgröße[14] einen besonders großen Anteil ausmachen. Diese Entwicklung bestätigt auch eine an den Orderbüchern der Werften erkennbare Verschiebung der Verkehrsverteilung hin zu einer höheren Anzahl von besonders großen und tiefgehenden Schiffen wodurch schließlich insgesamt mit einer Zunahme der Verkehrskomplexität auf den See-Revieren zu rechnen ist.

[14] Panamax (auch PanMax) bezeichnet (Container-)schiffe, die aufgrund ihrer Abmessungen (Breite, Länge und Tiefgang) gerade noch durch die Schleusen des Panamakanals passen. Größere Schiffe (ab 1988) werden der Postpanamax-Kategorie zugeordnet.

Mit dem steigenden Verkehrsaufkommen und dem wachsenden Anteil größerer Schiffe nehmen auch die Störungsrisiken zu. Dieses Zukunftsszenario verdeutlicht den aktuellen Handlungsbedarf einerseits bei der Regelung des Verkehrs auf den deutschen Seerevieren durch die Verkehrszentralen, andererseits bei der Planung und Überwachung der Schiffliegezeiten. In Zukunft wird es zunehmend notwendig, die vorhandenen Kapazitäten auf den Wasserstraßen besser auszunutzen, da der seeseitige Verkehr insbesondere auf der Elbe, aber z.T. auch auf der Außenweser, vielen Beschränkungen hinsichtlich Schiffsbegegnungen und Überholmanövern unterliegt. Außerdem können insbesondere die großen Schiffe den Hafen nur tideabhängig, also nur innerhalb kleiner Zeitfenster anlaufen und verlassen.

Auf der letzen Meilen bzw. in den letzten Stunden, bevor ein Seeschiff den Hafen erreicht und innerhalb der Liegezeit beim Terminal auftretende Störungen stellen einen weiteren Risikofaktor für die revierspezifische Verkehrssteuerung und die hafenweiten logistischen Planungsgrundlagen dar.

Die standort- und wachstumsbedrohenden Dimensionen dieses Szenarios zeigen unmittelbar die Herausforderungen in den Bereichen Planung und Steuerung des seeseitigen Zu- und Ablaufs der Häfen. Neben einer optimierten Revierplanung geht es hierbei vor allem darum, Störungen sowohl frühzeitig zu erkennen, als auch all ihre Konsequenzen in Form geänderter Prozessabläufe rechtzeitig zu berücksichtigen. Aus technischer Sicht liegt hier eine der Herausforderungen auch in der Vernetzung der beteiligten Organisationen (Terminals, Hafen-Ämter, Lotsen- und Schlepp-Dienstleister), zwischen denen ein standardisierter Informationsaustausch notwendig ist. Dies erfordert in allen genannten Bereichen neue IT-gestützte Verfahren zur Planung, Steuerung und Überwachung bzw. deren Vernetzung, um den Verkehrsfluss auf den Revieren erhöhen und Stau- bzw. Engpasssituationen vermeiden zu können.

3.3.7 Prospektive Planungssysteme

An die Seehäfen werden neben den betrieblichen und organisatorischen auch komplexe technische Anforderungen gestellt. Die zukünftig zu erwartenden steigenden Gütertransporte machen die Notwendigkeit eines kapitalintensiven Ausbau der Supra- und Infrastruktur wahrscheinlich. Diese müssen aufgrund der langfristigen Amortisation durch weitreichende Planungen und Konzeptionen auf strategischer Ebene gestützt werden.

Die Ursache-Wirkungsbeziehungen in den internationalen Verkehrströmen sind bisher nur unzulänglich bekannt. Maßnahmen, die in entfernten Verkehrsknotenpunkten durchgeführt werden oder die Einrichtung neuer Verkehrswege und Linienverbindungen, haben Einfluss auf das zu erwartende Aufkommen in den Häfen. Bisherige Planungen, insbesondere Prognosen und Analysen, stützen sich im Wesentlichen auf unternehmensspezifische Kenntnisse und Daten und haben daher einen subjektiven Charakter. Die zum Einsatz kommenden Methoden sind statisch und haben nur begrenzte Möglichkeiten, Störungen und andere dynamische Abläufe abzubilden. Von einer Verknüpfung zwischen makro- und mikroökonomischen Einflüssen wird derzeit aufgrund des umfangreichen Datenvolumens und der komplexen Wechselwirkungen abgesehen.

Die Höhe des zu erreichenden Detaillierungsgrades bei der Planung ist abhängig von der Vorhersehbarkeit der zukünftigen Anforderungen. Lösungen, die darauf abzielen, die Informationslage für die strategische Planung zu erhöhen, müssen in der Lage sein, Transportketten und Prozesse unter Berücksichtigung aller notwendigen Faktoren realitätsnah abzubilden. Die Grundlage dafür bilden umfassende Daten und Methoden, die einem komplexem Verkehrsmodell als Basis dienen können. Hierfür müssen die makroökonomischen Daten mit den spezifischen mikroökonomischen Daten des zu betrachtenden Unternehmens verknüpft werden. Die zu entwickelnde Lösung muss deshalb die dynamische Planung mit einem statischen Datenmodell unterstützen. Die Daten unterliegen ständigen Änderungen, so dass eine einfache Systempflege die Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Einsatz des Planungsinstrumentes darstellt. Das Modell muss die generellen Verkehrsbeziehungen im betrachteten Wirtschaftsraum abbilden und mit geringem Aufwand um die hafenspezifischen Beziehungen ergänzen, so dass durch ein möglichst breites Anwendungsfeld ein hoher Systemnutzen und Nutzerkreis erreicht wird.

3.3.8 Hafenzentrierte SCM-Services

Die Seehäfen verstehen sich im zunehmenden Maße als Logistikdienstleister, die über den physischen Warenumschlag hinaus verstärkt logistische Funktionen für ihre Kunden übernehmen. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf der Distributionslogistik, in denen sich Schwächen bei der ablauforganisatorischen Gestaltung und in den Informationsflüssen überproportional auf die Häfen auswirken. Diese führen zu erhöhten Kosten, die z.B. durch Spitzenbelastungen und Verspätungen hervorgerufen werden. Es ist deshalb eine Tendenz zu erkennen, dass Hafenunternehmen verstärkt Einfluss auf die Organisation und Steuerung gesamter Logistikketten nehmen, und Teile des Supply Chain Managements als Mehrwertdienstleistung anbieten. Dies beginnt beim Mengen-Abruf beim Produzenten, geht über die Organisation und Überwachung von Transporten, die Lagerung der Ware bis hin zur termingenauen Auslieferung beim Kunden.

Um den Kunden von den Vorteilen dieser Leistungen zu überzeugen, reicht die Darstellung der hafenspezifischen Vorteile nicht aus. Vielmehr müssen die positiven Auswirkungen auf die gesamte Logistikkette transparent dargestellt werden. Hierfür sind Simulationssysteme zur Abbildung der Prozesse in den Supply Chains der Kunden zu entwickeln. Mit Hilfe solcher Modelle können dann verschiedene Konzepte zur Steuerung der Ketten, z.B. Vendor Managed Inventory und Continuous Replenishment auf ihre Wirkungen z.B. hinsichtlich Lieferzeiten, Bestände, Verfügbarkeiten, Kapitalkosten und Reaktionszeiten analysiert und ausgewertet werden. Die so gewonnen Erkenntnisse dienen den Häfen als Katalysatoren für die Umsetzung neuer Konzepte und unterstützen so seine Funktion als Logistikdienstleister.

4 Zusammenfassung & Ausblick

Wissenschaftliche Forschung und deren Umsetzung in technologische Entwicklung sind der Schlüssel für Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Die Unternehmen der Seehafenwirtschaft legen dabei auf die Anwendungsorientierung und die systemhafte Integration von Technologien ihr besonderes Augenmerk, insoweit Seehafentechnologien einen Querschnittsbereich für die Anwendung technologie-orientierter Innovationen darstellen.

Mittel- und Langfristig müssen insoweit zukunftsorientierte Technologiefelder dahingehend beobachtet werden, inwieweit technologische Forschungsergebnisse in speziellen Forschungsbereichen für Anwendungen in der Seehafenwirtschaft adaptiert werden können.

Dabei kommen u. a. folgenden Technologiefeldern besondere Bedeutungen zu:

Sicherheitstechnologien fokussieren den aktiven und passiven Schutz kritischer Infra- und Suprastrukturen wie z. B. auch Hafenterminals, Verkehrswege sowie Informations- und Kommunikationstechnologien. IT-Sicherheit sowie sensorbasierte Früherkennungssysteme zur Frühwarnung von Gefahren, Überwachung von schutzbedürftigen Anlagen und/oder der Eindämmung von Schäden und Folgewirkungen im Risikofall können für die Seehafenwirtschaft im Zuge der zukünftigen Entwicklungen bzw. Umsetzungen des ISPS zu Anwendungsinnovationen führen.

Energietechnologien im Hinblick auf die effiziente Umwandlung und Nutzung von Energiequellen spielt im Bereich der Seehafenlogistik naturgemäß eine große Rolle. Insbesondere die Nutzung von Brennstoffzellen sowie auch Erdstoff und Biomasse beinhalten Zukunftsoptionen für den energieeffizienten Betrieb von Fahrzeugen. Im übertragenen Sinn sollten aber auch die logistischen Anforderungen neuer Energieträger besondere Beachtung finden, wie dies bereits für die Offshore-Logistik von Windenergieanlage oder Hafenterminals für des Gasumschlag der Fall ist

Umwelttechnologien fokussieren auf jede Art von Emissionssenkung sowie die Leitbegriffe Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft. Umwelttechnologische Innovationen sind neben dem Aspekt der Energieeffizienz aktuell bereits im Hinblick auf die Reduzierung von Lärm- und Abgasemissionen von Terminals von hoher Relevanz, die im Zuge des weiteren Wachstums des Logistikbereiches von noch zunehmend hoher Bedeutung sind.

Mikrosystemtechnik verknüpft Sensoren, Aktoren und Signalverarbeitung in miniaturisierten Bauformen zu Gesamtsystemen, die ihrerseits neue Funktionen vor allem im Bereich von Mess- und Steuersystemen ermöglichen. Die aktuellen Anwendungsinnovationen z. B. in den Bereichen Wartung und Instandhaltung sowie Gerätesteuerung werden im Kontext der weiteren Automatisierung zunehmende Relevanz einnehmen. Auch im Hinblick auf innovative Mensch-Maschine-Interaktion gewinnen intelligente und miniaturisierte Sensoren und Interaktionssysteme breite Bedeutung.

Werkstofftechnologien sind nach wie vor im Hinblick auf den Leichtbau von großer Bedeutung, zunehmend ergänzt um neue Werkstoffe, die sich mittels Sensoren, Aktuatoren und Regelungstechnik selbstständig an die Umwelt anpassen (Adaptronik/Smart Materials). Im Maße der Anwendung von Simulationstechniken werden neue Werkstofftechnologien auch in den weniger filigranen Anwendungen der Terminallogistik Eingang finden können, um die zweckoptimierte Adaption mechanischer Eigenschaften an sich betrieblich verändernde Bedingungen durch Funktionsintegration in Strukturen zu ermöglich, z.B. bei Sicherheitstechnologien für Fahrzeuge.

Produktionstechnologien fokussieren vor allem die Integration von Informations- und Kommunikationstechnik und neuen Dienstleistungen im Hinblick auf schnelle und flexible Prozesse. In der Seehafenlogistik bestehen noch weit reichende Übertragungsmöglichkeiten für Technologien aus der industriellen Produktionslogistik, die sich im Zuge der weiteren Automatisierung und Rationalisierung der Terminals nutzen lassen.

Wissenstechnologien auf der Basis neuer Informations- und Kommunikationstechnologien adressieren die zunehmende Vernetzung von Infra- und Suprastrukturen bis hin zur Informationslogistik. Hiermit verbunden sind neue Dienstleistungen sowie insbesondere auch elektronische Unternehmensprozesse, die ihrerseits neue Kunden-/Lieferantenbeziehungen ermöglichen.

Internettechnologien finden ihre Vision im Bereich der Logistik im sog. „Internet der Dinge“. Autonome logistische Netzwerke die sich mittels mobiler Softwareagenten auf der Basis agentenbasierter Kommunikation selbst organisieren bilden die visionäre Verlängerung der aktuellen Diskussion über den Einsatz von RFID.

Ambient Intelligence fokussiert auf vernetzte integrierte Systeme, die sich selbstständig und situationsgerecht auf den Benutzer/Anwender einstellen und insoweit eine allgegenwärtige elektronische Assistenz realisieren, z.B. können im Verkehr Fahrzeuge autonom miteinander kommunizieren. Sensor- und Trackingsysteme sowie kontextbasierte und situativ agierende Softwaretechnologien bilden die Basis für allfällige Unterstützung des Menschen in seiner Umgebung.

Im Bereich der Umschlagstechnologien ist bereits eine Vielzahl von Ansätzen auf den Reißbrettern von Herstellern und Terminals entstanden. Diese teilweise futuristisch anmutenden Konzeptstudien geben jedoch ein Vielzahl von Ansatzpunkten vor, die mittel- bis langfristig in das Design von Umschlagsgeräten einfließen könnten.

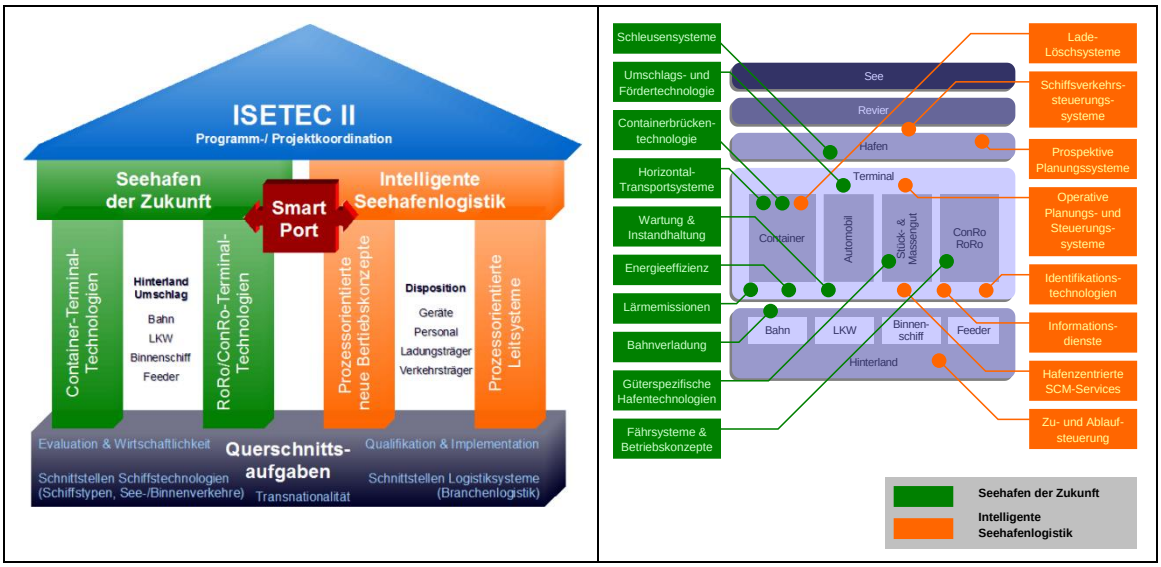
Automatisierung von Umschlagsprozessen ist in vielen Bereichen schon heute Realität auf den Terminals. Es gibt jedoch immer noch eine Reihe von Prozessen, in denen Automatisierung noch nicht zum Einsatz kommt. So hat z.B. noch kein Terminal der Welt den wasserseitigen Umschlag vollständig automatisieren können. Es existieren einige Ansätze der Teilautomatisierung, bei denen aber nach wie vor der Kranfahrer als menschliches Element das Laden und Löschen an Bord des Schiffes durchführt.

Parallel dazu wird weiter an der Automatisierung von Horizontaltransportsystemen gearbeitet. Die Ideen reichen von vollautomatischen Straddle Carriern bis zu schienengeführten Linear-Motor Transportsystemen.

Direktumschlag z.B. von Wasser auf die Schiene, aber auch von Schiene auf Schiene ist der Versuch Effizienzsteigerung durch die Eliminierung zusätzlicher Handlings zu erreichen. Beispiele hierfür finden sich z.B. in dem geplanten Mega-Hub in Hannover-Lehrte.

Leichtbau wird insbesondere an der Kaikante eine große Rolle spielen, da bei heutiger Konstruktionsweise die Größe der Kräne mit den zunehmenden Abmaßen der Schiffe nicht mehr mithalten können werden. Neben der Verwendung alternativer, leichterer Werkstoffe gibt es auch Ansätze für Kräne auf Schienen in Pfahl-Bauweise, wodurch die Bauhöhe und somit das Gewicht deutlich reduziert werden könnte.

Die für ein ISETEC-II-Förderprogramm identifizierten bzw. nachgefragten Technologiethemen aus der Seehafenwirtschaft sowie wissenschaftliche und globale F&E-Trends stehen im Kontext der Infrastrukturentwicklung, wie sie jenseits der Technologieentwicklung vor allem vom Bundesministerium für Verkehr im neuen Masterplan für Güterverkehr und Logistik und entsprechende Plänen der Bundesländer ihren Ausdruck finden. So wird z.B. die Infrastrukturverbindung des Jade-Weser-Port, die Einrichtung von Binnenschiffs-Hubs oder der Ausbau der Binnenwasserwege neue Technologieerfordernisse hervorbringen, wie sie auf konzeptioneller Ebene etwa mit den Initiativen „seegängigen Binnenschiff“ oder „Doppelstock-Containerzüge“ adressiert sind. Der unmittelbare Bezug zu Technologieentwicklungen ISETEC-II steht hier noch zurück, jedoch können sich zukünftige Relevanzen in einer zweiten Förderphase ergeben.



Die mit Abb. 19 und Abb. 24 dargestellten Programmstrukturen kennzeichnen somit eine mehrfach multifunktionelle Integration von „Hardware“ Terminalttechnologien mit „Software“ Betriebskonzepten und Leitsystemen,

- Multimodalität im Hinblick auf alle relevanten Verkehrsträger und deren optimalen Einsatzsteuerung,
- im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung von seewärtigem Zu- und Ablauf bis zu Hinterland-Quell-/Zielverkehren,
- betreffend Container- und Trailer- sowie Massen- und Stückgutverkehre,
- in hafenübergreifender Kooperation sowohl der Containerterminals an der Nordsee auch oder RoRo-Terminals an der Ostsee und deren Verbindung über Landbrücken,
- in enger Anbindung mit Infrastrukturplanungen und -umsetzungen sowie komplementärer Technologieentwicklungen wie z.B. im Schiffbau, Schienenverkehre und Fahrzeugbau.

Zentrales Querschnittsthema mit integralem Bezug zu den technologischen Themenfeldern von ISETEC-II ist zudem die Entwicklung der seehafenlogistischen Humankapitale sprich die Ausbildung und Weiterqualifizierung von Betriebspersonal im Kontext „lebenslangen Lernens“.

ISETEC-II bildet insoweit ein komplexes, vernetztes Geschehen in der Seehafenwirtschaft ab, das zukunftsgerichtet mit technologischen Innovationen die gegebenen und absehbaren Herausforderungen bewältigen hilft. Die berechtigte Erwartung besteht darin, wie schon mit ISETEC-I auch durch das neue Förderprogramm ISETEC-II ein strukturell höheres Leistungsniveau der Seehafenlogistik nachhaltig zu bewirken.