



Deutsche  
Verkehrswissenschaftliche  
Gesellschaft e.V.

# Journal für Mobilität und Verkehr

## Maritime Technologie und Innovationen in den Häfen



# Inhaltsverzeichnis

Gesamtwirtschaftliche Langfristrends und ihre Implikationen für den Schifffahrtssektor <i>Katharina Hornig, André Wolf</i>	1
Perspektiven additiver Fertigungsverfahren in der maritimen Industrie <i>Jan Ninnemann</i>	11
Der Abwrackmarkt für Schiffe – Stand aktueller Entwicklungen <i>Theresa Fine Schaak, Sönke Reise</i>	16
Blackbox Seehafenhinterlandverkehre – Empirische Erkenntnisse zu Aufkommen und Struktur von Containerverkehren im Hinterland europäischer Seehäfen <i>Thorsten Friedrich</i>	20
Cyber-Security – neue Herausforderung im Hafenmanagement <i>Andrea Vasterling-Will, Iven Krämer</i>	25
Was hindert Länder im südlichen Afrika an einer weiteren Verbesserung der Supply Chain-Leistung? <i>Stephan Hofmann</i>	29
JadeWeserPort – Stand und Perspektiven des Containerumschlags in Wilhelmshaven <i>Klaus Harald Holoher</i>	35

## Gesamtwirtschaftliche Langfristrends und ihre Implikationen für den Schifffahrtssektor

Katharina Hornig, André Wolf\*

Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut, Oberhafenstr. 1, 20097 Hamburg, Deutschland

### Abstract

Der Aufstieg der Schwellenländer wird auch zukünftig infolge des einsetzenden Strukturwandels die globalen Wertschöpfungsketten transformieren. Die Klimapolitik übt zusätzlich Druck auf die Schifffahrt in Form von strengeren Grenzwerten bei der Schadstoffemission aus, was die Anstrengungen zur Entwicklung alternativer Antriebstechnologien verstärken dürfte. Zugleich hat auf technologischer Ebene der Siegeszug der digitalen Technologien vielfältige Konsequenzen für den Schifffahrtssektor.

Schlagwörter/Keywords:

Digitalisierung, Handelsmuster, Schadstoffregulierung, Wertschöpfungsketten

### 1. Einführung

Der maritime Transport war und ist in seiner Entwicklung durch eine Vielzahl an externen Einflussfaktoren geprägt. Dies betrifft nicht nur die absoluten Umschlagsmengen im Schiffsverkehr, sondern auch seine Struktur, im Speziellen die Schifffahrtsrouten, Schiffsgrößen und Frachttypen. Der Strukturwandel ist in der Vergangenheit zumeist nicht kontinuierlich erfolgt, sondern unterlag seiner eigenen, stark nichtlinearen Dynamik. Für die nähere Zukunft lässt die Entwicklung der Marktumgebung einen beschleunigten Wandlungsprozess erwarten. Vor diesem Hintergrund möchte dieser Artikel einen kurzen Überblick über eine Reihe von für die Schifffahrt bedeutsamen Trends im Bereich ihres gesamtwirtschaftlichen Umfelds liefern. Die Trends werden jeweils im Hinblick auf ihre Ursprünge und ihre wahrscheinlichen Implikationen für den maritimen Transport beleuchtet. Die betrachteten Einflussfaktoren sind in drei Oberthemen unterteilt: Internationaler Handel, Klimawandel/Nachhaltigkeit und technologische Entwicklung. Am Schluss fasst ein Fazit die sich abzeichnenden Entwicklungspfade zusammen.

### 2. Schifffahrt und internationaler Handel

#### 2.1 Trend 1: Räumliche Veränderung von Handelsmustern durch Aufstieg der Schwellenländer

Eine geografische Aufschlüsselung des weltwirtschaftlichen Wachstums der jüngeren Vergangenheit zeigt ein eindeutiges Bild. Zwischen den Jahren 2000 und 2015 ist den Zahlen der Weltbank zufolge das weltweite jährliche Bruttoinlandsprodukt (BIP) real (d. h. zu konstanten Preisen) um 51,4 % gestiegen. In der Gruppe der OECD-Länder betrug das Wachstum über denselben Zeitraum aber nur 27,5 %. Ganz anders die Entwicklung in der Gruppe der BRIC-Staaten<sup>1</sup>: China konnte sein BIP über diese Zeitspanne um fast 300 %, Indien noch um fast 200 % steigern. Das jährliche chinesische Wirtschaftswachstum betrug in der ersten Dekade des 21. Jh. im Schnitt ganze 10,6 %. Auch Brasilien und Russland liegen mit ihren Wachstumsraten zumindest noch knapp über dem globalen Durchschnitt.<sup>2</sup>

Der ökonomische Aufstieg der Schwellenländer in den letzten Jahrzehnten hatte auch erhebliche Konsequenzen für die räumlichen Handelsmuster. Abbildung 1 stellt die Entwicklung der (nominalen) Warenexporte nach Herkunftsregionen dar. Auch in dieser Hinsicht war der Beitrag der

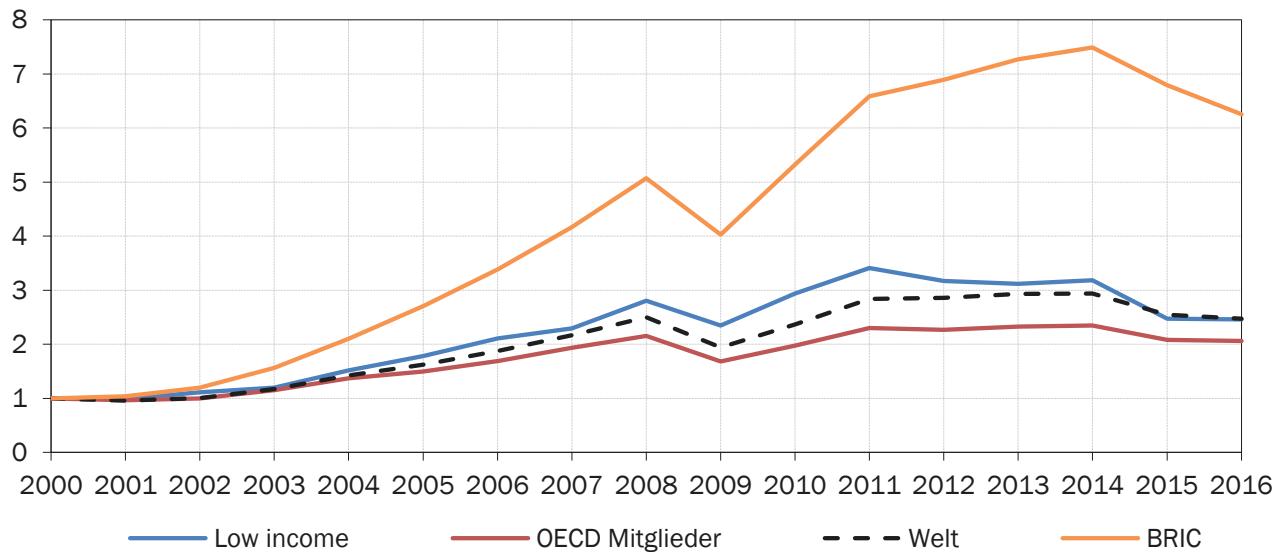
\* Korrespondierender Autor.  
E-Mail: [wolf@hwwi.org](mailto:wolf@hwwi.org) (A. Wolf)

<sup>1</sup> Die BRIC-Staaten umfassen: Brasilien, Russland, Indien und China.

<sup>2</sup> Vgl. Weltbank (2018).

**Abbildung 1:** Entwicklung der Warenexporte (nominal) nach Regionen

Index (2000: 1)



Quelle: Weltbank; HWWI (2018).

reichen OECD-Länder zuletzt im globalen Vergleich unterdurchschnittlich. Auch am anderen Ende der Einkommensskala, bei den low-income countries, war die Exportdynamik eher schwach ausgeprägt. Klar überdurchschnittlich haben sich die Exporte dagegen bei den BRIC-Staaten entwickelt. Dies gilt grundsätzlich für alle vier Länder, in besonderem Maße aber für China und Indien. In der Konsequenz hat sich die Geographie der Handelsströme (und damit auch der Schifffahrtsrouten) schrittweise verändert. Dies lässt sich exemplarisch anhand der Entwicklung der Handelsvolumina Europas nachzeichnen. So ist der Anteil des innereuropäischen Handels an den Exporten der europäischen Länder insgesamt zwischen 1995 und 2016 von 73,2 % auf 69,3 % gesunken. Bezogen auf den Handel Europas mit dem Rest der Welt haben sich ebenfalls strukturelle Verschiebungen ergeben. So ist bei den Exporten der Anteil Asiens von Anfang der 2000er Jahre bis zum Jahr 2013 kontinuierlich gestiegen und hat sich seitdem auf einem Niveau von über 50 % stabilisiert. Im Hinblick auf die Importe Europas verlief der Aufstieg Asiens sogar noch etwas dynamischer, der Anteil liegt hier mittlerweile bei über 60 %. Insgesamt ist auch diese Entwicklung vorrangig dem Aufstieg Chinas zuzuschreiben. Das Land konnte sein jährliches Exportvolumen seit dem Jahr 2000 nahezu verzehnfachen.<sup>3</sup>

Den mittelfristigen Wachstumsprognosen von IWF und OECD nach zu urteilen sollte diese Verschiebung der Geographie des Welthandels von persistenter Natur sein. Der IWF prognostiziert über den gegenwärtig bis zum Jahr 2023 gehenden Prognosehorizont einen Anstieg des chinesischen BIPs um etwa 42 % im Vergleich zu 2017, für das BIP Indiens

sogar einen Anstieg um 58 %. Für den EU-Raum wird im selben Zeitraum nur ein Wachstum von etwa 10 %, für die USA von 13 % erwartet.<sup>4</sup> Die OECD kommt in ihren Langfristprognosen auf eine ähnliche Divergenz. Nach ihrer Schätzung soll sich das indische BIP bis 2030 im Vergleich zu 2017 mehr als verdoppeln, in China immerhin noch um 74 % steigen. Auf globaler Ebene wird nur ein Anstieg von 50 % erwartet.<sup>5</sup> Sofern die Schwellenländer nicht zukünftig einen signifikanten Rückgang in ihrer Handelsintensität erleben werden, ist damit keine Trendumkehr bei den Handelsströmen zu erwarten.

## 2.2 Trend 2: Strukturelle Veränderungen in Handelsmustern durch Fragmentierung

Mit den räumlichen Veränderungen im Handelsmuster sind über die Zeit auch strukturelle Veränderungen eingetreten. Ursächlich hierfür ist vor allem ein stetiger Rückgang in den Kosten der Raumüberwindung, zum einen infolge eines technologisch bedingten Rückgangs der Transport- und Kommunikationskosten, zum anderen infolge von durch Handelsabkommen bewirkten Zollerleichterungen. Dies hat nicht nur dazu geführt, dass Endprodukte stärker grenzüberschreitend gehandelt werden als in der Vergangenheit. Es hat sich auch die internationale Arbeitsteilung innerhalb der Fertigungsketten von einzelnen Produkten/Produktgruppen intensiviert. Die Aufsplittung von Fertigungsprozessen auf verschiedene, teilweise weit vonein-

<sup>3</sup> Vgl. UNCTAD (2018).<sup>4</sup> Vgl. IWF (2018).<sup>5</sup> Vgl. OECD (2018).

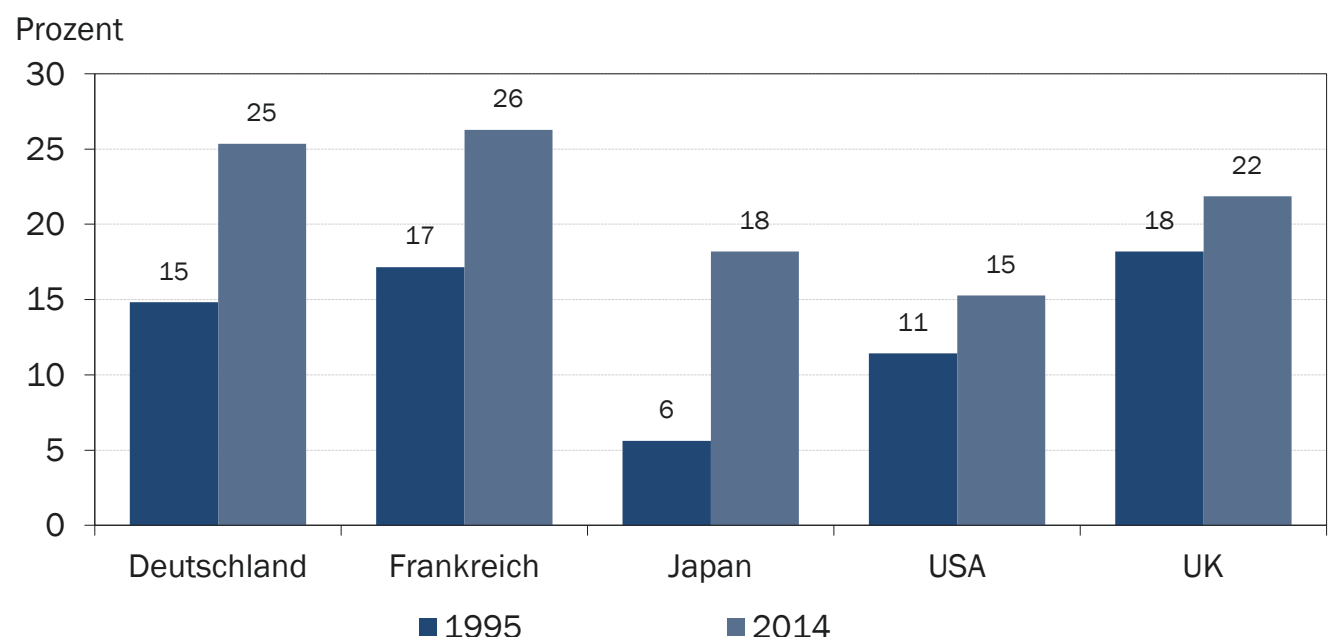
ander entfernt liegende Standorte (Fragmentierung) ist mit weniger Zusatzkosten verbunden als früher. Zugleich haben damit komparative Standortvorteile in der Fertigung einzelner Komponenten/Zwischenprodukte an Bedeutung gewonnen. Relativ arbeitsintensive Fertigungsschritte wurden so an Standorte mit niedrigen Arbeitskosten verlagert, was in globaler Perspektive vor allem die Schwellenländer umfasst. Stärker kapital- und qualifikationsintensive Schritte blieben dagegen längere Zeit größtenteils in Hochlohnländern mit ihren spezifischen Vorteilen bei Infrastruktur und Know-how verortet. Auf Basis der amtlichen Außenhandelsstatistik lässt sich diese Entwicklung nur begrenzt nachvollziehen, da hier die Exporte eines Landes nur in Form des gesamten Warenwerts, d. h. einschließlich der durch vorgelagerte Fertigungsstufen im Ausland geleisteten Wertschöpfungsbeiträge, erfasst werden. Aufschlussreicher sind spezifische Schätzungen zum Anteil importierter Vorleistungen am Exportwert eines Landes. In allen fünf betrachteten Industrieländern ist der wertmäßige Anteil über den untersuchten 20-Jahres-Zeitraum signifikant gestiegen. Der heimische Wertschöpfungsanteil ist im Umkehrschluss entsprechend gesunken. Besonders hoch fällt der Importanteil interessanterweise in den Ländern mit gegenwärtig besonders hohen Pro-Kopf-Exporten, Deutschland und Frankreich, aus. Dies verdeutlicht die Bedeutung der Verschränkung der Wertschöpfungsketten für den internationalen Warenhandel.

Für die Zukunft stellt sich allerdings die Frage nach der Nachhaltigkeit dieser Form von internationaler Arbeitsteilung. Aus Sicht der Schwellen- und Entwicklungsländer bietet eine Fokussierung auf arbeitsintensive Prozesse auf Dauer zu wenig Wachstumspotenziale für die heimische Wertschöp-

fung. Stetes Wirtschaftswachstum hat in Ländern wie China zudem zu zunehmender Arbeitskräfteknappheit und Wünschen nach verstärkter gesellschaftlicher Teilhabe geführt, die sich in Lohnerhöhungen äußern. Dies verstärkt auch den Druck auf die Politik, alternative Wachstumsmodelle zu entwickeln. Im Falle Chinas findet ein solches Umsteuern bereits statt. In ihrem aktuellen Fünf-Jahresplan versucht die chinesische Regierung mittels Strukturreformen das Wachstum auf neue Füße zu stellen. Künftig soll durch Förderung heimischer Innovationstätigkeit das chinesische Geschäftsmodell auf wertschöpfungsintensive Produktion im Hochtechnologiebereich umgestellt werden. Dies schlägt sich auch in der Modernisierungsstrategie „Made in China 2025“ nieder, die heimischen Unternehmen bis 2025 durch gezielte Förderung die Führerschaft auf den Märkten für Schlüsseltechnologien wie Robotik, Informationstechnologie, Medizintechnik und Maschinenbau sichern soll.

Eine zentrale Implikation für den Welthandel ist zum einen, dass China als „verlängerte Werkbank“ des Westens mittelfristig wegfallen wird. Dies birgt eine Chance für andere, heute noch abseits der zentralen Handelsrouten liegenden Standorte, in die Bresche zu springen. Dies gilt vor allem für Regionen auf dem afrikanischen Kontinent. Um diese Potenziale heben zu können, sind jedoch Verbesserungen bei Standortfaktoren wie Infrastrukturqualität und Rechtssicherheit eine zentrale Voraussetzung. Zugleich ist eine Vertiefung der Handelsintegration Chinas mit Europa bei technologieintensiven Kapitalgütern sowie hochwertigen Konsumgütern zu erwarten.

**Abbildung 2:** Entwicklung des Wertanteils importierter Vorleistungen an den Warenexporten ausgewählter Länder



Quelle: OECD (2018).

### 2.3 Trend 3: Wachsende Prognoseunsicherheit durch protektionistische Bestrebungen

Die massive Kehrtwende, die sich in der US-amerikanischen Handelspolitik seit dem Amtsantritt von Präsident Donald Trump vollzogen hat, stellt die Grundpfeiler der Welthandelspolitik mehr und mehr in Frage. Alte Allianzen werden aufgebrochen, etablierte Wertschöpfungsketten unter Druck gesetzt. Indem sich Handelspartner gegenüber US-Sanktionen und Drohgebärden wappnen, entsteht allgemein ein Klima des Misstrauens, der Schutz heimischer Industrien gegenüber ausländischer Konkurrenz wird allgemein wieder stärker zum Primat der Handelspolitik. Zugleich zeichnen sich neue Allianzen ab, die durch regionale Integration alternative Absatzkanäle erschließen wollen, etwa in Form des Versuchs, das transpazifische Handelsabkommen TPP auch ohne die USA voranzubringen.

Moderne Handelspolitik äußert sich aber in viel mehr als nur der Verzollung oder Kontingentierung von eingeführten Waren. Zu der Vielzahl an handelsbeeinflussenden Instrumenten zählen etwa auch regulatorische Eingriffe wie Produkt- und Prozessstandards, welche ausländischen Unternehmen den Marktzugang erschweren sowie direkte und indirekte Formen von Exportunterstützung für heimische Unternehmen.

Gerade angesichts ihrer Vielfalt sind solche verdeckten Formen handelspolitischer Intervention in ihrer Gesamtheit nur schwer zu quantifizieren. Die Global Trade Alert Initiative (GTAI) des Centre for Economic Policy Research hat erstmals den Versuch unternommen, die Gesamtzahl der den Außenhandel verzerrenden Eingriffe eines Landes im Zeitverlauf zu erfassen. Die in der nachfolgenden Abbildung dargestellten Entwicklungen der jährlichen Zahl an von der GTAI als handelsliberalisierend bzw. handelshemmend ein-

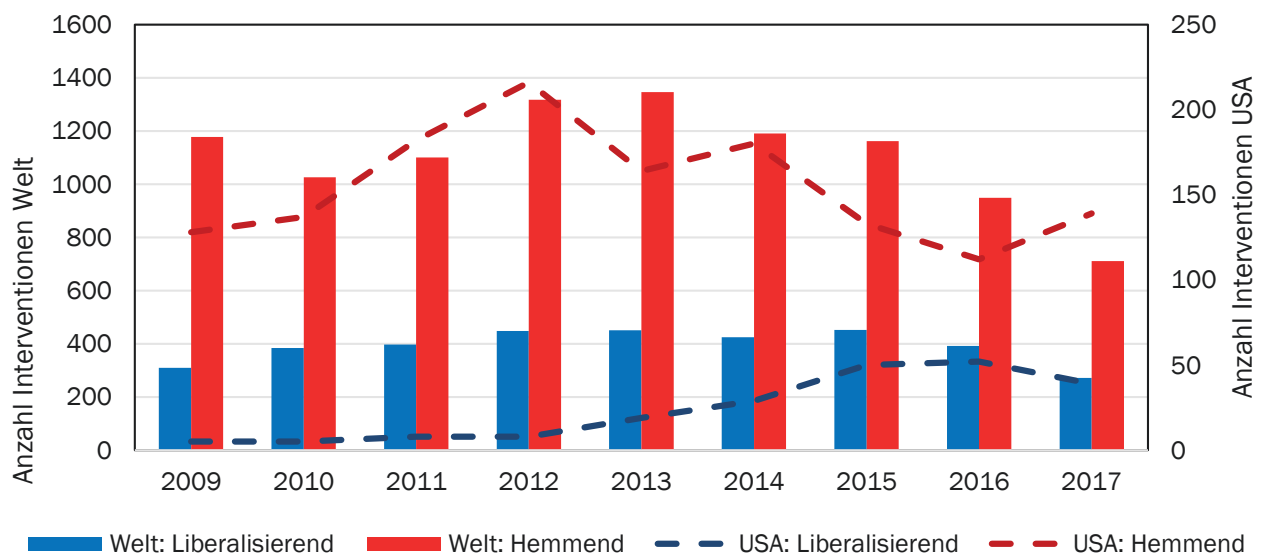
gestuften Interventionen liefern ein aufschlussreiches Bild. Global lag demnach seit Beginn der Erhebungen in 2009 die jährliche Zahl hemmender Interventionen durchweg weit über der Zahl liberalisierender Interventionen. Interessant ist die spezifische Entwicklung in den USA. Für die Amtszeit der grundsätzlich freihandelsoptimistisch auftretenden Obama-Administration bestätigt sich nicht nur das globale Bild der Dominanz von handelshemmenden Interventionen. Mit dem Ausgang aus der Finanzkrise lässt sich sogar ein systematischer Anstieg dieser Art von Eingriffen ausmachen, bevor im Laufe der zweiten Amtszeit Obamas die protektionistische Einflussnahme wieder etwas zurückgefahren wurde.

Hinzu kommt, dass sich im Hinblick auf die Wahl der eingesetzten Mittel international mittlerweile ein bedenkliches Bild zeigt. Anpassungen von Zollsätzen machen zahlenmäßig durchweg nur einen geringen Anteil aus. Zu den häufigsten verwendeten Instrumenten zählten zuletzt exportbezogene Initiativen wie Steuererleichterungen für Exporteure sowie staatliche Beihilfen bei der Finanzierung von Expansionsaktivität.<sup>6</sup> Konkret kann dies Formen wie einen Steuerabzug beim Erwerb von Vorleistungen für die Produktion von Exportgütern oder auch eine reduzierte Besteuerung von Gewinnen aus dem Exportgeschäft annehmen. Bei dieser Art von Instrumenten handelt es sich offenkundig nicht um Schutzmaßnahmen mit Blick auf den heimischen Markt, sondern um Maßnahmen zur Eroberung von Marktanteilen auf internationalen Märkten. Primäre Zielsetzung ist, ausländische Konkurrenz zu verdrängen.

Für die nähere Zukunft wird viel davon abhängen, ob es gelingt, durch besonnenes Agieren die Logik der Konfrontation zu durchbrechen und so die nächste denkbare Eskalations-

<sup>6</sup> Vgl. Evenett & Fritz (2017).

**Abbildung 3:** Anzahl handelspolitischer Interventionen



Quelle: GTAI (2018).

stufe im Handelsstreit zu vermeiden. Diese könnte etwa darin bestehen, dass die gegenwärtigen Streitfälle vor das WTO-Schiedsgericht gebracht werden und die USA ein für sie ungünstiges Urteil einfach nicht anerkennen. Die notwendige Konsequenz, ein massiver Autoritätsverlust der WTO als Ordnungsinstanz, würde dann in der Tat jedweder Form von handelsverzerrenden Eingriffen Tür und Tor öffnen.

### 3. Klimawandel und Nachhaltigkeit

#### 3.1 Trend 1: Druck zur Anpassung der Antriebssysteme

Als das im Hinblick auf seine Konzentration in der Atmosphäre gefährlichste Treibhausgas wird allgemein Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) eingeschätzt. Der globale Gütertransport verantwortet hier einen nennenswerten Beitrag. Der Seeverkehr ist dabei aufgrund seiner hohen Tonnagen als vergleichsweise umweltfreundliche Verkehrsform einzuschätzen. Angesichts seines großen Anteils am Welthandel trägt er dennoch signifikant zu den globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei, wenn auch mit leicht rückläufigen Anteil (siehe Tabelle 1).

Von den Treibhausgasen getrennt betrachtet werden üblicherweise solche schädlichen Stoffe, die nicht in erster Linie in Wechselbeziehung mit dem Klima stehen, aber durch Verunreinigung von Luft, Böden oder Gewässern negativen Einfluss auf die Gesundheit der Menschen haben können. Sie werden zusammenfassend als Luftschadstoffe bezeichnet. Auch in dieser Hinsicht trägt der Seeverkehr über den Ausstoß von Schadstoffen in Form von Abgasen zur Umweltbelastung bei. Betroffen sind in diesem Fall vor allem Ballungsräume in der Nähe großer Häfen. Im Falle einer weiteren Intensivierung des Welthandels könnten zukünftig insbesondere die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Schiffsverkehrs noch drastisch steigen.<sup>7</sup> Zum einen impliziert das auf regulatorischer Seite einen zunehmenden Druck auf die Schifffahrt. Konkrete aktuelle Regulierungsfragen betreffen die Verwendung von schwefelarmem Treibstoff, seit 2015 gelten strengere Werte (maximal 0,1 %) in Nord- und Ostsee. Da derartige Regulierungen Wirkung zeigen, könnten sie sich in Zukunft ausweiten und verschärfen.<sup>8</sup> Die Internationale See-

schifffahrts-Organisation IMO hat für die Zeit ab 2020 eine weltweite Grenze von 0,5 % Schwefelgehalt durchgesetzt.<sup>9</sup> Ähnliche Regulierungsanstrengungen auf internationaler Ebene gibt es auch für Stickoxidemissionen von Schiffen.

Grundsätzlich betrachtet gibt es zwei Optionen, die Emissionsintensität des Schiffsverkehrs zu senken: eine Reduzierung der mittleren Fahrtgeschwindigkeit („Slow Steaming“) und Anpassungen im Antriebssystem. Die erste Option scheint angesichts der zunehmenden globalen Verflechtung und den hohen Anforderungen an die Pünktlichkeit des Transports als nicht nachhaltig durchsetzbar. Bei der zweiten Option ist zwischen verschiedenen Varianten zu differenzieren. Sie kann einfach einen Wechsel des verwendeten Treibstoffs bei gegebener Motorentechnologie umfassen. Als Antriebstechnik im Seetransport dominieren gegenwärtig noch Schiffsdieselmotoren. So kann ein Umstieg von Schweröl auf das schadstoffärmere (aber teurere) Marinediesöl die Schwefelemissionen deutlich senken. Im Hinblick auf CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben sich hierdurch jedoch kaum Verbesserungen, denn rohölbasierte Treibstoffe haben letztlich alle eine ähnliche CO<sub>2</sub>-Bilanz.

Aus diesem Grund spielt Liquefied Natural Gas (LNG) in der Debatte um alternative Treibstoffe eine zunehmende Rolle. Aufgrund seiner im Vergleich zu Schweröl höheren Energiedichte kann es die verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen um etwa 20-25 % senken.<sup>10</sup> Sofern es aus natürlichem Erdgas gewonnen wird, bleibt es allerdings ein fossiler Treibstoff. Richtig umweltpolitisch interessant dürfte der LNG-Antrieb deshalb erst in Zusammenhang mit der Verbreitung der Power-to-Gas-Technologie werden. Diese ermöglicht unter Einsatz elektrischer Energie in großem Maßstab die Erzeugung von synthetischem Brenngas mittels Wasserelektrolyse, welches dann chemisch zu LNG aufbereitet werden kann. Die Umweltbilanz des auf diese Weise gewonnenen Treibstoffs hängt entscheidend von den in der Stromerzeugung eingesetzten Energieträgern ab: Wird – wie für Deutschland geplant – zukünftig der Großteil des Stroms aus regenerativen Quellen gewonnen, ist der Beitrag des LNG-Einsatzes zur Emissionsvermeidung entsprechend groß.

Neben der Verwendung alternativer Treibstoffe kämen auch gänzlich neue Antriebstechnologien in Frage. Unter den

<sup>7</sup> Vgl. IMO (2014).

<sup>8</sup> Vgl. CE Delft (2016).

<sup>9</sup> Vgl. UNCTAD (2016).

<sup>10</sup> Vgl. Fraunhofer (2011).

**Tabelle 1:** Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schifffahrt

	Dritte IMO GHG Study (Millionen Tonnen)						ICCT (Millionen Tonnen)		
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Weltweite CO <sub>2</sub> -Emissionen	31.959	32.133	31.822	33.661	34.726	34.968	35.672	36.084	36.062
CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Schifffahrt insgesamt	1.100	1.135	977	914	1.021	942	910	930	932
Prozentualer Anteil	3,4%	3,5%	3,1%	2,7%	2,9%	2,7%	2,6%	2,6%	2,6%

Quellen: IMO (2014); ICCT (2017).

theoretisch denkbaren Antriebssystemen wird dem Brennstoffzellenantrieb besondere Aufmerksamkeit zuteil. Anders als beim reinen Elektroantrieb per Batterie muss somit nicht Strom, sondern Wasserstoff getankt werden. Die allgemeine Reichweiteproblematik im Zusammenhang mit Elektroantrieben, die im Fall des Seetransports natürlich eine besonders schwerwiegende Restriktion darstellt, besteht hier somit nicht. Auch beim Brennstoffzellenantrieb ergeben sich Potenziale im Zusammenhang mit der Power-to-Gas-Technologie. Der in die Brennstoffzelle eingehende Wasserstoff kann ebenfalls mittels Elektrolyse gewonnen werden, was die prinzipielle Möglichkeit eines weitgehend CO<sub>2</sub>-neutralen Antriebs eröffnet. Eine weitere Technologie, welche zumindest den Schadstoffausstoß von in Häfen liegenden Schiffen verringern kann, ist die Landstromversorgung.

Anstatt auf alternative Antriebstechnologien zu setzen, können schließlich konventionelle Antriebe auch durch Abgasreinigungs- und Filtertechnologien ergänzt werden. Eine häufige Form von Abgasreinigungssystemen sind Entschwefelungsanlagen (sogenannte scrubber), welche den Schwefel aus den bei der Verbrennung der Treibstoffe an Bord entstehenden Abgasen ziehen. Der Einbau ist vor allem bei Verwendung von Schweröl als Treibstoff lohnenswert, da hier im ungereinigten Zustand am meisten Schwefel emittiert wird. Zur Verringerung der Feinstaub- und Stickoxidemissionen existieren zudem bereits Filtertechnologien. Deren Einbau wiederum ist eher bei Einsatz von Marinodiesel als Treibstoff sinnvoll, da der höhere Schwefelgehalt von Schweröl die Filteranlagen beschädigen könnte.

### 3.2 Trend 2: Eröffnung neuer Schiffrouten

Ein weiterer Aspekt des Seetransports, der durch den Klimawandel beeinflusst wird, sind die Schiffrouten. Es ist mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass Mitte des Jahrhunderts die Nordost- und Nordwestpassage im Sommer leichter und häufiger befahrbar sein werden. Dies senkt die Kosten für Transporte von und nach Asien, einem Markt, der ohnehin weiter an Bedeutung gewinnen wird. Eine Klimastudie der Universität Kalifornien kommt sogar zum Ergebnis, dass ab einem Zeitraum von etwa 2040 bis spätestens 2059 während der Sommermonate drei Routen für einen regelmäßigen Seeverkehr durch die Arktis genutzt werden können, eine davon über den Nordpol führend.<sup>11</sup>

Ein leichter Seeweg durch die Arktis könnte auch im Zusammenhang mit einer zukünftigen Förderung bisher ungenutzter Öl- und Erdgasvorkommen im Polargebiet von Interesse sein. Auch Vorkommen verschiedener Metalle wie Seltene Erden werden nach Einschätzungen von Forschern dort in großem Maßstab erwartet.<sup>12</sup> Nimmt die allgemeine Ressourcenknappheit wie abzusehen bis Mitte des Jahrhun-

derts weiter zu, könnte dies zu einem Run auf die arktischen Bodenschätze, verbunden mit einem deutlichen Anstieg des Schiffsverkehrs im Polargebiet, führen. Allerdings wäre die verstärkte Nutzung dieser Routen neben einer Kostenersparnis durch verringerte Distanzen auch mit einem Bündel an zusätzlichen Risiken verbunden. Auf politisch-rechtlicher Ebene besteht Unsicherheit im Hinblick auf den Vorrang von internationalen Vereinbarungen gegenüber dem nationalen Recht der Anrainerstaaten in Fragen des Seeverkehrs. Auf technischer Ebene setzt die zum Teil geringe Wassertiefe Restriktionen im Hinblick auf Schiffsgrößen. Der derzeitige Mangel an moderner Hafeninfrastruktur im arktischen Gebiet setzt zudem höhere Anforderungen an die Autonomie der Schiffe, vor allem im Hinblick auf Sicherheitsvorkehrungen. Und nicht zuletzt sind es natürlich auch auf klimatischer Seite die schwierigen Wetterbedingungen und Gefahren im Zusammenhang mit frei treibenden Eisflächen, die die Navigation im arktischen Meer vor Probleme stellen.<sup>13</sup>

### 3.3 Trend 3: Zunahme von Klimarisiken

Der letzte Punkt betrifft schließlich eine weitere Implikation des Klimawandels: die zukünftige Zunahme von Extremwetterereignissen. Für die Schifffahrt ist natürlich vor allem eine zunehmende Gefahr von Stürmen relevant. Die steigende Wassertemperatur im Atlantik und die damit verbundene Hurricaneaktivität könnten einen Hinweis darauf geben, dass in Zukunft vermehrt, auch in anderen Teilen der Welt, mit starken Stürmen zu rechnen ist. Leider ist die Schätzung der zukünftigen Hurricaneaktivität wesentlich schwieriger als die Schätzung von Temperatur- und Niederschlag.<sup>14</sup> Einer Studie der Allianz Global Corporate & Specialty SE (2015) zufolge sind Extremwetterereignisse aber künftig als signifikantes Risiko für maritime Lieferketten einzustufen. Dem Wetterrouting dürfte als Element der Streckenplanung damit wachsende Bedeutung zukommen. Routing-Systeme können per Satellit Informationen zu Wetter- und Strömungslagen erfassen. Daraus können die zum jeweiligen Zeitpunkt effizienten und/oder risikominimierenden Routen berechnet werden.

## 4. Technologischer Wandel

### 4.1 Trend 1: Digitale Technologien verändern Anforderungen im Logistikbereich

Einer der maßgeblichen technologischen Veränderungen der Zukunft wird unter dem Schlagwort Digitalisierung zusammengefasst. Mittlerweile ist dieser Begriff zum Synonym geworden für sämtliche durch Einsatz von digitalen Techno-

<sup>11</sup> Vgl. Smith & Stephenson (2013).

<sup>12</sup> Vgl. Smelror (2011).

<sup>13</sup> Vgl. Buixadé Farré et al. (2014).

<sup>14</sup> Vgl. IPCC (2013).



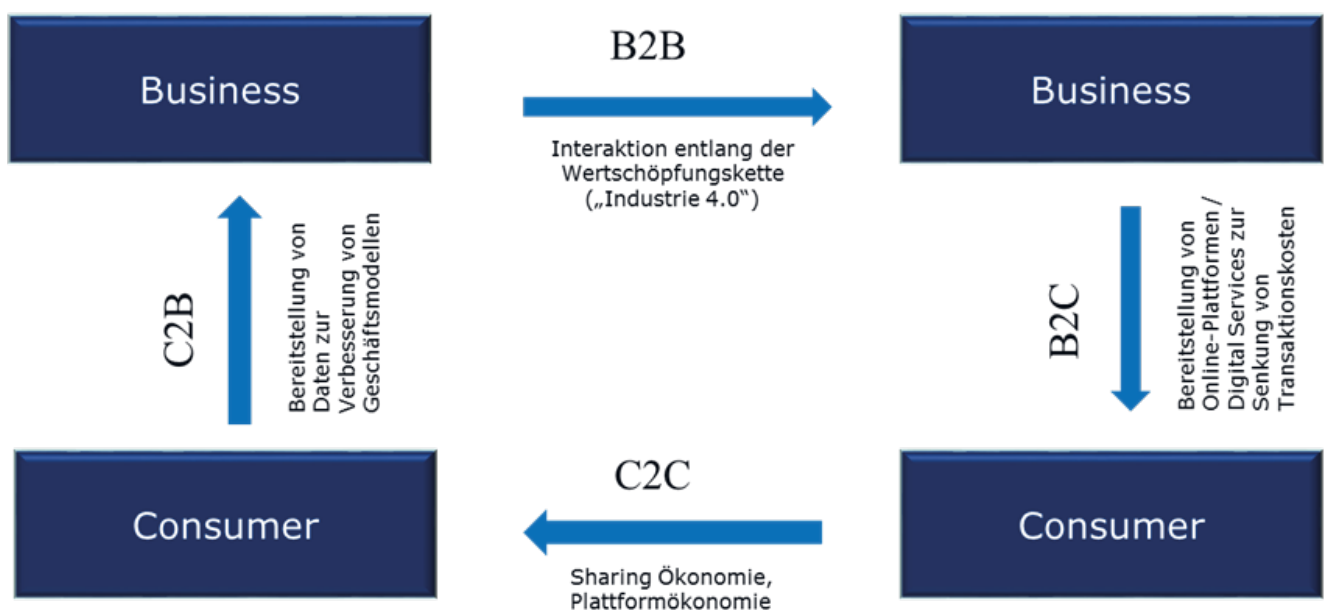
logien ausgelöste Transformationsprozesse von Wirtschaft und Gesellschaft. Betroffen sind sämtliche Schnittstellen im Wirtschaftsaustausch, wie in der nachfolgenden Abbildung illustriert. Auf B2B-Ebene verändern sich durch Einsatz digitaler Technologien massiv die Organisations- und Entscheidungsstrukturen entlang der Produktions- und Lieferkette, was als vierte industrielle Revolution („Industrie 4.0“) betrachtet wird. Zentral ist hier – wie auch in anderen Bereichen – der vermehrte Einsatz von künstlicher Intelligenz. Durch Einsatz von Lernalgorithmen werden Maschinen zu autonom handelnden Einheiten, die selbstständig auf unvorhergesehene Ereignisse wie Störungen im Materialfluss oder Produktionsfehler reagieren können. Im B2C-Bereich sind es vor allem neue internetbasierte Dienstleistungen wie Online-Handelsplattformen, die aus Konsumentensicht attraktiv sind, weil sie die Such- und Transaktionskosten des Kaufvorgangs massiv verringern. Zugleich verändern sie die Anspruchshaltung der Konsumenten: Die Anforderungen an die individuelle Passgenauigkeit von Produkten und Services sowie an die Pünktlichkeit der Lieferung sind gestiegen. Auf diese Weise haben sich neue Geschäftsmodelle an der Schnittstelle zwischen IT und klassischen Branchen etabliert, welche massiven Druck auf etablierte Akteure ausüben.

Konkret birgt der Siegeszug digitaler Technologien sowohl Herausforderungen als auch Chancen für die Schifffahrt. Zunächst stellt die mit der Verbreitung digitaler B2B- und B2C-Technologien zusammenhängende „Digital Empowerment“ der Nachfrageseite einen Kostendruck für die gesamte Logistikkette – und damit auch für die Schifffahrt - dar. Die Zeit- und Kostensensibilität in Bezug auf Transportvorgänge wird bei Haushalts- und Unternehmenskunden als

Konsequenz aus der Gewöhnung an schnelleren Service und bessere Steuerungsmöglichkeiten allgemein zunehmen. Dies stellt entsprechende Anforderungen an die Koordination der Lieferkette. So wird eine prozessübergreifende Koordinierung durch Datenaustausch zwischen den beteiligten Unternehmen zukünftig noch wichtiger werden, um den Anforderungen an den Transport gerecht zu werden. Voraussetzung dafür ist die Schaffung entsprechender Schnittstellen sowie gemeinsamer Standards im Hinblick auf die Nutzung von Programmen. Bezogen auf die Hafeninfrastruktur impliziert das die Notwendigkeit, technologische Services anzubieten, die ein adäquates Monitoring von Fracht und Transportschiff ermöglichen.

Ein weiterer Effekt des Digital Empowerment ist der Trend hin zur Customization in vielen Branchen der Ökonomie, d. h. zur Individualisierung der angebotenen Waren und Dienstleistungen in Bezug auf die Präferenzen spezifischer Konsumentengruppen. Dies betrifft neben der Herstellung von Gütern auch deren Lieferung und die damit verbundenen Services. Die Unternehmen stehen vor der Herausforderung, bestehende Systeme in Produktion und Logistik durch eine Flexibilisierung der Logistikstrukturen und Lieferkonzepte auf kleine, individualisierte Losgrößen anzupassen. Auf Seiten der Logistkdienstleister impliziert das einen steigenden Diversifikations-Druck. Konsequenz ist wiederum eine Erhöhung des Planungsaufwandes, was die Bedeutung eines durchgängigen Informationsflusses weiter verstärkt. Dieser betrifft zukünftig potenziell nicht nur die eigentlichen Transport- und Wareneingangsdaten, sondern auch Bestandsdaten, Bedarfsprognosen und Informationen zu Materialflussstörungen. Mit der Diversifikation wird auch eine Dezentralisierung des Lagermanagements einherge-

Abbildung 4: Vernetzungsebenen im Bereich der Digitalisierung



Quelle: Eigene Darstellung

hen. Statt auf wenige große Lager zu setzen, wird der Trend Richtung kleinerer, räumlich in die Breite verteilter Lager gehen, die eine zeit- und kosteneffiziente Belieferung lokaler Absatzmärkte sicherstellen können.<sup>15</sup> Aus Sicht des Hafensbereichs würde das entsprechend eine Diversifikation der Ziel-Destinationen der an den Häfen umgeschlagenen Waren nach sich ziehen, verbunden mit wachsenden Organisationsanforderungen im Hinblick auf die Koordination mit dem Hinterland-Transport.

Weniger Auswirkungen auf das Handels- und das Transportvolumen selbst als auf die Händler und Intermediäre wird die Bildung von digitalen Plattformen haben. Viele Akteure im Umfeld der Reedereien könnten ersetzt werden. Dadurch können sich auch das Wettbewerbsgleichgewicht und die Verteilung der Marktmacht von den Reedereien zu den großen Handelsplattformen verschieben. In ähnlicher Weise dürfte Blockchain auf die Schifffahrt wirken. Es ist hier aber auch denkbar, dass durch eine sichere neue Technologie zur effizienten Abwicklung von Transaktionen das Handels- und Transportgeschäft sogar noch zunimmt, weil mehr internationale Handelsbeziehungen dadurch als vertrauenswürdig bzw. die daraus folgenden Transaktionen zumindest als identifizierbar und verschlüsselbar angesehen werden können.

#### 4.2 Trend 2: Langfristig disruptive Effekte durch 3D-Druck denkbar

Eine aus Sicht der Schifffahrt potentiell besonders disruptive Innovation ist der 3D-Druck. Viele Gegenstände, darunter Konsumgüter sowie Bau- und Ersatzteile, können bereits heute über den Prototyp hinaus dezentral „gedruckt“ werden. Aus Rohstoffen und Materialien werden vorher am Computer designte Modelle durch ein Schichtverfahren aufgebaut. Durch zum Teil bionische Formgebung können die Materialeigenschaften verbessert und vielfach das Gewicht reduziert werden. Die Aussicht, Waren „aus einem Guss“, d. h. ohne vorausgehende Fertigung von Einzel-Komponenten herzustellen, kann produktionsseitig zu einer drastischen Verschlankung der Wertschöpfungsketten führen. Das Phänomen der räumlichen Fragmentierung, d. h. die Aufspaltung einzelner Fertigungsschritte auf verschiedene Standorte auf Grundlage ortsspezifischer komparativer Produktivitätsvorteile, könnte damit zukünftig als Treiber des Welthandels weniger bedeutend werden. Zugleich sinkt die Arbeitsintensität der Fertigung, so dass im Hinblick auf die Standortwahl Lohnkostenvorteile relativ betrachtet an Relevanz verlieren. Beide Entwicklungen implizieren, dass die Nähe zu den Absatzmärkten zum Zweck der Transportkostenminimierung als Faktor bei der Standortwahl an Gewicht gewinnt. Eine Dezentralisierung der Endproduktion wäre eine denkbare Folge: Auf 3D-Druck-Technologie setzende

<sup>15</sup> Vgl. BVL (2017).

Produktionsanlagen würden sich überall dort ansiedeln, wo ausreichend lokale Kaufkraft vorhanden ist, anstatt sich in Ländern mit günstiger Arbeitskraft zu konzentrieren. Dies hätte natürlich entsprechende Rückwirkungen auf Handelsmuster. Im Segment der Zwischen- und Endprodukte würde der überregionale Handel zurückgehen, was aus Schifffahrtsperspektive in erster Linie den Stückguttransport betrifft. Zugleich würde der internationale Handel mit im 3D-Druck verwendeten Rohstoffen expandieren, Handelsrouten ausgehend von rohstoffreichen hin zu konsumstarken Ländern also gestärkt werden. Der Schifftransport im Segment der trockenen Massengüter (dry bulk) würde in einem solchen Szenario einen Nachfrageschub erfahren.

Die wirtschaftlichen Bedingungen für den Eintritt eines solchen Szenarios sind allerdings gegenwärtig noch nicht erfüllt. Dem gegenwärtigen Forschungsstand nach wird der 3D-Druck im Bereich der Massenfertigung konventionellen Produktionsverfahren kostentechnisch auf absehbare Zeit unterlegen bleiben.<sup>16</sup> Realistische Anwendungspotenziale ergeben sich eher im Nischenbereich. So punktet der 3D-Druck bei der Anfertigung von Prototypen durch seine Schnelligkeit und der Möglichkeit zur detailgenauen Anpassung. Letzteres macht den 3D-Druck auch bei der Anfertigung von Spezialteilen, im Flugzeugbau etwa Komponenten von Flugzeugkabinen, zu einer interessanten Option. Im Ersatzteilmanagement könnte der 3D-Druck zudem schon mittelfristig eine Revolution auslösen. Um Lagerhaltungskosten zu sparen und eine zeitnahe Lieferung sicherzustellen, könnten einige Ersatzteile zukünftig bei Bedarf mittels 3D-Druck in Logistikzentren „on demand“ hergestellt werden, anstatt sie in Lagern vorhalten zu müssen.<sup>17</sup> Entsprechende Pilotprojekte betreffen auch den Schiffsbau.<sup>18</sup> Logistikdienstleister würden durch den 3-Druck so zu Produzenten, was eine weitere Form der verstärkten Integration entlang der Wertschöpfungskette darstellen würde.

#### 4.3 Trend 3: Zunehmende Schiffsgrößen

Die Zunahme der durchschnittlichen Größe von Handelsschiffen ist ein Trend, der nicht erst vor kurzem begann, sondern schon seit Jahrzehnten sichtbar ist. So nahm die Ladekapazität der größten Containerschiffe von 1968 bis 2017 von 1.530 TEU auf 21.000 TEU zu. Gemessen an der durchschnittlichen BRZ überholten Containerschiffe im Jahr 2017 Schüttgutfrachter in ihrer Größe. Bei beiden Schiffstypen stieg die durchschnittliche BRZ pro Schiff in den letzten Jahren kontinuierlich an. Containerschiffe weisen im Jahr 2017 eine durchschnittliche BRZ von ca. 42.000 auf, Schüttgutfrachter von ca. 40.500. Insgesamt liegt die gesamte BRZ aller Schüttgutfrachter (440,6 Mio.) jedoch deutlich über

<sup>16</sup> Vgl. Bonnin Roca et al. (2017).

<sup>17</sup> Vgl. DHL (2016).

<sup>18</sup> Vgl. Port of Rotterdam (2016).

derjenigen aller Containerschiffe (217 Mio.). Öltanker ordnen sich hierbei dazwischen ein (294 Mio.), liegen aber in ihrer durchschnittlichen Größe (29.000) unter den Containerschiffen und Schüttgutfrachtern.<sup>19</sup> Bei allen drei Schiffstypen lässt sich eine Zunahme der gesamten Ladekapazität der weltweiten Flotte, wie auch der durchschnittlichen Ladekapazität pro Schiff in den Jahren 2011 – 2017 feststellen. Ein überdurchschnittliches Wachstum, gemessen in BRZ, erfuhr insbesondere die Gesamtflotte der Schüttgutfrachter.<sup>20</sup> Stückgutfrachter liegen sowohl in der gesamten BRZ der weltweiten Flotte (62 Mio.), als auch in ihrer durchschnittlichen BRZ (3.000) deutlich unter den anderen drei Schiffstypen. An der absoluten Anzahl der Handelsschiffe weltweit beträgt ihr Anteil jedoch 21 %. Die UNCTAD-Daten weisen für die gesamte Handelsschiffsflotte im Jahr 2017 eine Anzahl von 93.161 auf, wovon 51 % (BRZ 19 %) auf sonstige Schiffstypen<sup>21</sup> entfallen. 21 % (BRZ 5 %) entfallen auf Stückgutfrachter, 12 % (BRZ 35 %) auf Schüttgutfrachter, 11 % (BRZ 23 %) auf Öltanker und 6 % (BRZ 17 %) auf Containerschiffe.<sup>22</sup>

## 5. Fazit

Der maritime Sektor ist gegenwärtig Spielball einer Reihe ökonomischer, technologischer und regulatorischer Einflüsse. Der Aufstieg der Schwellenländer hat die räumlichen Muster des Welthandels und damit die Schiffsrouten wesentlich verändert. Die gegenwärtigen strukturellen Veränderungen in Ländern wie China legen nahe, dass dieser Prozess längst nicht abgeschlossen ist. Vielmehr werden sich die globalen Wertschöpfungsketten auch zukünftig weiter verlagern, in dem Maße wie der Trend zur Tertiarisierung in den wirtschaftlich erfolgreichen Schwellenländern voranschreitet. Überlagert wird diese Entwicklung gegenwärtig durch politische Faktoren. Die zunehmend unberechenbare US-Handelspolitik, aber auch ein allgemein zu beobachtender Trend hin zu verdeckten Formen des Protektionismus, könnten sich als nachhaltige Wachstumsbremsen für den Welthandel erweisen, wengleich sich dies in aktuellen Handelsprognosen nur begrenzt widerspiegelt. Zugleich werden die im Zusammenhang mit der Klimawirkung der Schifffahrt wachsenden regulatorischen Anforderungen den Druck zur Einführung neuer Antriebstechnologien und besserer Reinigungssysteme weiter erhöhen. Konsequenzen für die

<sup>19</sup> Vgl. UNCTAD Merchant fleet by flag of registration and by type of ship, annual, 1980-2017.

<sup>20</sup> Vgl. UNCTAD Merchant fleet by flag of registration and by type of ship, annual, 1980-2017.

<sup>21</sup> UNCTAD Other ships: Liquefied petroleum gas carriers, liquefied natural gas carriers, parcel (chemical) tankers, specialized tankers, reefers, off-shore supply ships, tugs, dredgers, cruise ships, ferries, other non-cargo ships.

<sup>22</sup> Vgl. UNCTAD Merchant fleet by flag of registration and by type of ship, annual, 1980-2017.

Marktsituation im maritimen Sektor werden sich auch aus dem Siegeszug der digitalen Technologien ergeben. Einerseits liegt in den entstehenden Vernetzungsmöglichkeiten ein Potenzial für große Effizienzgewinne. Andererseits erhöht sich im Zuge von Customization und Dezentralisierung auch die Komplexität in der Koordination von Lieferketten. Fertigungsseitig könnten zudem von der Technologie des 3D-Drucks langfristig disruptive Impulse ausgehen, welche die Struktur des maritimen Handels maßgeblich verändern.

## 6. Referenzen

Bonnin Roca, J.; Mendonça, J.; Vaishnav, P. (2017): Getting Past the Hype About 3-D Printing. MIT Sloan Management Review, 58(3), 57-62.

Buixadé Farré, A.; Stephenson, S.; Chen, L. (2014): Commercial Arctic shipping through the Northeast Passage: routes, resources, governance, technology, and infrastructure, Polar Geography, 37:4, 298-324.

BVL (2017): Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management – Chancen der digitalen Transformation. Bundesvereinigung Logistik, Bremen.

CE Delft (2016): SECA Assessment: Impacts of 2015 SECA marine fuel sulphur limits. Available at: [https://www.cedelft.eu/assets/upload/file/Presentaties/2016/20160511\\_pre-sentatie\\_SECA\\_EdB.pdf](https://www.cedelft.eu/assets/upload/file/Presentaties/2016/20160511_pre-sentatie_SECA_EdB.pdf)

DHL (2016): 3D printing and the future of supply chains. DHL Customer Solutions & Innovation, Troisdorf.

Evenett, S.; Fritz, J. (2017): Will awe trump rules? The 21st Global Trade Alert Report. Centre for Economic Policy Research (CEPR), London.

Fraunhofer CML (2011): Seeschifffahrt 2020 – Aktuelle Trends und Entwicklungen. Fraunhofer-Center für maritime Logistik und Dienstleistungen CML, Hamburg.

GTAI (2018): Global Trade Alert Initiative. Online Database. <http://www.globaltradealert.org/>

ICCT (2017): Greenhouse gas emissions from global shipping 2013-2015. The International Council on Green Transportation, Washington DC.

IMO (2014): Third IMO Greenhouse Gas Study. International Maritime Organization, London.

IPCC (2013): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of

Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

IWF (2018): World Economic Outlook Database, April 2018. International Monetary Fund. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2018/01/weodata/index.aspx>

OECD (2018): GDP long-term forecast. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://data.oecd.org/gdp/gdp-long-term-forecast.htm>

Port of Rotterdam (2016): Rotterdam Fieldlab Additive Manufacturing – 3D printing in the port of Rotterdam. Hafen Rotterdam. [www.portofrotterdam.com/3dprinting](http://www.portofrotterdam.com/3dprinting)

Smelror, M. (2011): Mining in the Arctic. Arctic Frontiers, Tromsø 25.01.2011.

Smith, L.; Stephenson, S. (2013): New Trans-Arctic shipping routes navigable by midcentury. Proceedings of the Na-

tional Academy of Sciences of the United States of America, 110(13), E1191-E1195.

UNCTAD (2016): Review of Maritime Transport 2016. United Nations Conference on Trade and Development. New York/Genf.

UNCTAD (2018): UNCTADSTAT Data Center. United Nations Conference on Trade and Development. <http://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx>

Weltbank (2018): World Development Indicators Online. Weltbank. <https://data.worldbank.org/products/wdi>

WTO (2018): Strong trade growth in 2018 rests on policy choices. World Trade Organization. Press 820/Press release. [https://www.wto.org/english/news\\_e/pres18\\_e/pr820\\_e.htm](https://www.wto.org/english/news_e/pres18_e/pr820_e.htm)

## Perspektiven additiver Fertigungsverfahren in der maritimen Industrie

Jan Ninnemann\*

Hamburg School of Business Administration, Adolphsplatz 1, 20457 Hamburg, Deutschland

### Abstract

Additive Fertigungsverfahren dürften schon in den nächsten Jahren gravierende Auswirkungen auf Branchengrenzen, Wettbewerbsformen und Geschäftsmodelle nach sich ziehen. Allerdings ist die Durchsetzung dieser neuen Technologie in den unterschiedlichen Industrien z. T. noch sehr unterschiedlich. Während im Bereich Aviation bereits konkrete Anwendungsfälle bestehen, befindet sich der 3D-Druck in der maritimen Wirtschaft zumindest in Deutschland noch in einer sehr frühen Phase. Anwendungsbeispiele finden sich u. a. in der Ersatzteillogistik und bei Sonderanfertigungen. Mit Blick auf die Seeverkehrs- und Hafenwirtschaft ist insbesondere der Aspekt einer möglichen Verkürzung globaler Herstellungsketten bzw. einer Dezentralisierung der Produktion durch additive Fertigungsverfahren relevant. Hier gilt es frühzeitig mögliche Rückwirkungen aus einer sinkenden Transportintensität zu antizipieren und die entsprechenden strategischen Weichenstellungen vorzunehmen.

Schlagwörter/Keywords:

3D-Druck, Additive Fertigung, Maritime Industrie, Industrie 4.0, Digitalisierung

### Potenziale neuer Fertigungsverfahren

Die wachsende Durchdringung der industriellen Fertigung durch IT und Internet und die damit einhergehende Integration von physischer und digitaler Welt spielt auch für die maritime Wirtschaft eine zunehmend wichtige Rolle. Von wachsender Bedeutung sind dabei sogenannte additive Fertigungsverfahren, d. h. Verfahren bei denen auf Basis von digitalen Konstruktionsdaten durch das Ablagern von Material schichtweise ein Produkt oder Bauteil aufgebaut wird. Damit unterscheidet sich dieses auch als 3D-Druck bekannte Produktionsverfahren deutlich von konventionellen, abtragenden Fertigungsverfahren. Neben Plastikgrundstoffen und speziellen Kunstharzen kommen im industriellen 3D-Druck insbesondere Metalle und Metalllegierungen sowie Verbundwerkstoffe zum Einsatz.

Mit Hilfe unterschiedlicher Verfahren lassen sich langlebige, sichere und vermarktungsfähige Produkte für Industrie/Gewerbe und Endverbraucher in kleiner wie großer Serie herstellen. Zwar sind die Einzelkosten der Produkte die mit Hilfe von 3D-Druckverfahren hergestellt werden häufig hö-

her<sup>1</sup>, dennoch könnte diese neue Technologie die heutigen Standardverfahren der Massenfertigung perspektivisch ablösen. Charakteristisch für die Massenfertigung ist, dass die allererste Einheit u. a. aufgrund hoher Anlagekosten und langer Umrüstzeiten i. d. R. extrem teuer ist, jedoch mit jeder weiteren Einheit die Grenzkosten sinken. Derartige Skaleneffekte lassen sich mit additiven Fertigungsverfahren nicht erzielen, dafür verfügen diese im Vergleich zur Massenproduktion über eine vielfach höhere Flexibilität. Aus diesem Grund erweist sich der 3D-Druck als sehr wertvoll für die Fertigung von Einzelprodukten, beispielsweise für den Bau von Prototypen oder selten benötigten Ersatzteilen. Doch auch für größere Produktionsmengen wird die additive Fertigung zunehmend sinnvoll.

### Additive Fertigungsverfahren in der maritimen Industrie

Aufgrund der beschriebenen Charakteristika ist die Durchsetzung additiver Fertigungsverfahren in den unterschied-

<sup>1</sup> Trotz deutlicher Effizienzsteigerungen liegen die Kosten im Vergleich zum klassischen Bau identischer Teile immer noch 15- bis 60-Mal so hoch (Quelle: Roland Berger, 2018).

\* E-Mail: [jan.ninnemann@hsba.de](mailto:jan.ninnemann@hsba.de) (J. Ninnemann)

lichen Industrien z. T. noch sehr unterschiedlich. Während in den Bereichen Luftfahrt und Automotive bereits konkrete Anwendungsfälle bestehen, befindet sich der Einsatz additiver Fertigungsverfahren in der maritimen Industrie in Deutschland noch in einer sehr frühen Phase. Dies liegt u. a. darin begründet, dass der Einsatz leichterer und damit verbrauchsärmerer Bauteile in der maritimen Industrie anders als z. B. im Luftfahrtsektor nur eine eher nachrangige Rolle spielt. Dennoch bieten additive Fertigungsverfahren eine Reihe von Anwendungsperspektiven für die maritime Industrie. Ein erster Schwerpunkt zeigt sich im Bereich der Ersatzteillogistik.

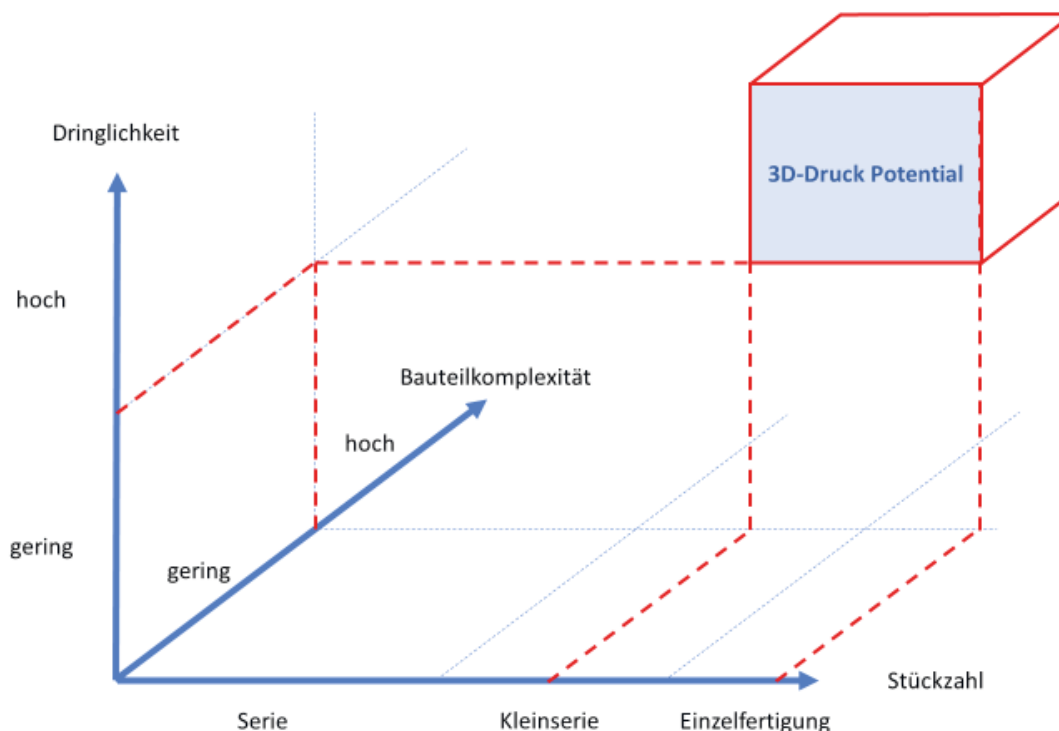
Die Herausforderung im Ersatzteilgeschäft liegt darin, die Versorgung auch für Bauteile und Komponenten sicherzustellen, die nicht mehr produziert werden. Dadurch befinden sich im Sortiment auch Ersatzteile, die pro Jahr nur in geringen Stückzahlen nachgefragt werden. Deren Produktion ist somit für Lieferanten zunehmend unwirtschaftlich – oftmals müssen Produktionsanlagen und Werkzeuge über Jahre hinweg vorgehalten und gewartet werden. Mit dem 3D-Druckverfahren kann jedes 3D-Ersatzteil weltweit „on demand“ kurzfristig bereitgestellt werden. Der Druck selbst kann nach Eingang der Designdefinition und der Bestellung in kürzester Zeit erfolgen, sodass damit eine erhebliche Beschleunigung der Ersatzteilerfertigung und -lieferung einhergeht. Da Ersatz- und Nachrüstteile auch nach langer Zeit anhand der gespeicherten Daten immer noch problemlos „nachgedruckt“ und ohne aufwendige Bevorratung gelie-

fert werden können, ist darüber hinaus auch keine Lagerhaltung erforderlich. Zugleich werden Kosten, Ressourcen und Umwelt geschont, da keine Materialüberschüsse entstehen, deren Wiederverwertung oder Entsorgung sehr aufwendig ist.

Weitere Anwendungsperspektiven finden sich im Bereich von Sonderanfertigungen. Der schichtweise Aufbau eliminiert prinzipiell Einschränkungen konventioneller Verfahren, wie zum Beispiel die Zugänglichkeit für abtragende Werkzeuge oder die Entnehmbarkeit aus einer Form. Dadurch können komplexe Geometrien und Hohlstrukturen in einem Schritt hergestellt werden, die konventionell aus vielen Einzelteilen zusammengefügt werden müssen. In additiven Verfahren hergestellte Komponenten/Bauteile ermöglichen darüber hinaus neue Formen, die u. a. zu einer höheren Energieeffizienz beitragen. Weiterhin erlauben sie die Herstellung von Teilen für enge Räume und lassen eine höhere Flexibilität sowie die Erfüllung individuelle Designwünsche der maritimen Kunden zu.

Auf Basis der beschriebenen Anwendungsperspektiven ergibt sich für die maritime Industrie derzeit ein 3D-Druck Potenzial, das sich wie in der nachfolgenden Matrix dargestellt einordnen lässt. Danach besteht vor allem dort Potenzial, wo Bauteile dringlich benötigt werden, extrem komplex sind und in geringen Stückzahlen hergestellt werden müssen.

**Abbildung 1:** Einordnung des 3D-Druck Potenzials



Quelle: Eigene Darstellung.



## Anwendungsbeispiele in der maritimen Industrie

Trotz der beschriebenen Potenziale finden sich in der maritimen Industrie in Deutschland bislang nur wenig konkrete Anwendungsbeispiele im Bereich der additiven Fertigung. Die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt nutzt seit kurzem hauseigene 3D-Drucker zur Unterstützung bei der Herstellung von Schiffsmodellen für Tests (bspw. Propellergondeln) und kann dadurch Kosten sowie Durchlaufzeiten bei gleichbleibender Qualität sowie teilweise optimierter Konstruktion von Bauteilen generieren (Knabel, 2015; Neumeier, 2017). Darüber hinaus bestehen weitere Einzelinitiativen z. B. im Yachtbau sowie bei der Herstellung und Reparatur technischer Komponenten, allerdings ohne nennenswerte Referenzprojekte. Etwas anders stellt sich die Situation in den Niederlanden dar. Im Rahmen seiner Innovationsoffensive verfolgt der Hafenbetrieb Rotterdam das Ziel, den Hafen zu einem Knotenpunkt für den industriellen 3D-Druck auszubauen und sich durch die frühzeitige Fokussierung auf additive Fertigungstechniken Vorteile im Wettbewerb der Seehäfen zu sichern. Hierzu wurde im November 2016 das

sogenannte Rotterdam Additive Manufacturing LAB (RAM-LAB) als Fieldlab für den maritimen 3D-Druck gegründet. Zuvor konnten in einem Pilotprojekt bereits erste Erfahrungen im maritimen Umfeld gesammelt und potenzielle Anwendungsfälle für den Druck maritimer Bauteile identifiziert werden. Das Pilotprojekt wurde mit 16 Teilnehmern begonnen und hat sich inzwischen zu einem Konsortium mit mehr als 30 Unternehmen und Organisationen entwickelt. Außer Unternehmen mit Bezug zur maritimen Industrie nehmen auch Firmen aus anderen Industriesektoren am Projekt teil, u. a. Fokker (Aerospace) und Siemens (Softwareentwicklung). Zu den Initiatoren des Pilotprojekts zählen neben dem Hafenbetrieb Rotterdam auch das InnovationQuarter und der RDM Makerspace. Durch die Ansiedlung des Fieldlab im RDM Makerspace besteht darüber hinaus die Möglichkeit einer engen Vernetzung mit maritimen Start-Ups und Technologieunternehmen.

Erste Projekte wurden im Rahmen einer Projekt- und Testphase, deren Ergebnisse im Januar 2016 vorgestellt wurden, realisiert. Diese diente dazu den 3D-Druck von Bauteilen auf Machbarkeit und Sinnhaftigkeit zu testen. Dazu haben be-

**Abbildung 2:** Druck eines Propellers mit dem WWAM-Verfahren



Quelle: Eigene Aufnahme.

teiligte Unternehmen Bauteile vorgeschlagen, von denen sieben durch 3D-Druck realisiert wurden. Hierzu gehören gekühlte Ventil Sitz- sowie Distanzringe, eine Schiffsschraube sowie weitere Einzelkomponenten. Gearbeitet wurde bei diesem Testprojekt mit einfachen Materialien wie Nylon aber auch mit hochwertigen Rohstoffen wie PH-1 Pulver, Titan oder 316er rostfreiem Stahl. Im ersten Schritt wurden insbesondere Verfahren wie das Laserauftragsschweißen (Laser Cladding) sowie ein 3D-Sandguss-Verfahren eingesetzt. Mittlerweile befinden im RAMLAB zwei Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) Systeme im Einsatz. Im Gegensatz zu den bekannteren Verfahren aus dem Bereich Pulverbettbasierter Verfahren, dient hier Draht als Ausgangsmaterial, der durch einen Lichtbogen geschmolzen wird. Eine Anlage mit einer Größe von 4 x 3 m ist mit einem Manipulator ausgestattet, mit dem beispielsweise Schiffsschrauben gedruckt werden können. Ein weiterer Roboter kann über 6 m lange Schienen gleiten, etwa zum Schweißen von Lasthaken. Mit diesem System können Objekte mit einem Umfang von mehr als 1 m<sup>3</sup> gefertigt werden. Ein Arbeitsschwerpunkt bildet dabei aktuell die Entwicklung des weltweit ersten nach dem 3D-Druckverfahren hergestellten Schiffspellers (Schiffsschraube). RAMLAB arbeitet hier gemeinsam mit den Partnern Damen Shipyards Group, Promarin, Autodesk und Bureau Veritas. Der erste Propeller wurde im Herbst 2017 fertiggestellt und auf einem Schiff von Damen Shiprepair Rotterdam getestet. Der Propeller mit einem Durchmesser von 1.300 mm wiegt ca. 190 kg. Die aktuelle Leistung liegt bei 4-5 kg „Druckfortschritt“ pro Stunde. Abbildung 2 zeigt den Propeller in der Entstehung.

Neben der Entwicklung in Rotterdam treiben auch andere maritime Cluster den Aufbau von Aktivitäten im 3D-Druck voran. In der Metropolregion Ulsan hat die südkoreanische Regierung Gelder in Höhe von 20 Mio. \$ für den Zeitraum 2017 bis 2022 bereitgestellt, um die Forschung im Bereich 3D-Druck im Schiffbau sowie maritimer Ausrüstungsgegenstände voranzutreiben (Krämer, 2016). Dieser Initiative haben sich bereits Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Samsung Heavy Industries und Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering angeschlossen. In Singapur haben bereits 2014 einzelne Universitäten den Aufbau eigener Forschungszentren für den 3D-Druck vorangetrieben. So hat beispielsweise die Nanyang Technological University (NTU) in Zusammenarbeit mit verschiedenen Unternehmen und starker Unterstützung aus der Politik für 150 Mio. \$ das Singapore Centre for 3D Printing (SC3DP) gegründet (Min, 2016).

### Mögliche Rückwirkungen auf globale Transportketten

Die Auseinandersetzung mit dem Thema 3D-Druck ist für die maritime Industrie im Allgemeinen und die Seeverkehrs- und Hafenwirtschaft im Besonderen noch aus einem anderen Grund von hoher Relevanz. Die bisherigen Überlegungen zum Thema 3D-Druck liefern Grund zu der Annahme,

dass sich durch den Einsatz additiver Fertigungsverfahren langfristig weitreichende Rückwirkungen auf die Transportintensität in Folge einer Verkürzung globaler Herstellungs-ketten bzw. die Dezentralisierung der Produktion ergeben. Im Zuge einer Studie des IÖW konnte am Fallbeispiel einer Handschale nachgewiesen werden, dass Effizienzgewinne insbesondere bei dezentralem Druck in regionalen Zentren entstehen. Dagegen sind beim 3D-Druck „Zuhause“ heute noch zusätzliche Wertschöpfungsstufen in der Supply Chain für die Filamentherstellung und -vertrieb notwendig, die einen Einfluss auf die Länge und Komplexität der Transportkette haben.<sup>2</sup> Zudem wird die Wahrscheinlichkeit für das Aufschaukeln von Beständen durch falsche Vorhersagen über die Kundennachfrage (Bullwhip-Effekt) in der Supply Chain erhöht. Demgegenüber verschiebt sich bei der Produktion in regionalen Druckzentren das Ziel der Steuerung in der Transportkette in Richtung Ausnutzung von Mengendegressionseffekten bei der Auswahl der Transportmittel sowie einer möglichst hohen Konsolidierung der transportierten Mengen. Zudem werden im Fall von 3D-Druck überwiegend Rohstoffe transportiert, wodurch die Anzahl an Wertschöpfungsstufen tendenziell abnimmt. Dies erhöht den Massenstrom und begünstigt Transporte mit massenleistungsfähigen Transportmitteln wenn die entsprechende Infrastruktur gegeben ist. Einen wesentlichen Vorteil der 3D-Drucktechnologie stellt die Minimierung von Rücktransporten dar. Im Fall einer Produktion in regionalen Druckzentren werden die Handschalen erst nach dem Eingang der Kundenbestellung gedruckt. Damit wird eine Über- bzw. Unterproduktion aufgrund falscher Vorhersagen über die mögliche Endkundennachfrage minimiert. Aufgrund der nachfragegesteuerten Produktion erfolgt ein weitgehender Verzicht auf Lagerhaltung.

### Abgeleiteter Handlungsbedarf für die Seeverkehrs- und Hafenwirtschaft

Aufgrund der möglichen Verkürzung globaler Herstellungs-ketten bzw. Dezentralisierung der Produktion durch den Einsatz additiver Fertigungsverfahren auch im Konsumgüterbereich ergeben sich entsprechende Handlungsbedarfe für die Seeverkehrs- und Hafenwirtschaft. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass ein ggf. rückläufiger Marktanteil herkömmlicher Massenprodukte dazu führt, dass das Umschlagvolumen vor allem im Containersegment in Zukunft keine signifikante Wachstumsperspektiven erwarten lässt. Zwar kommt eine an der TU Delft im Jahr 2015 durchgeführte Studie zu dem Ergebnis, dass eine nachhaltige Transportmengenreduzierung im globalen Containertransport durch die fortschreitende Verbreitung des 3D-Drucks derzeit noch nicht absehbar ist (Ye et al., 2015). Demgegenüber wird in

<sup>2</sup> 3D-Drucker für den Hausgebrauch müssen im Gegensatz zu industriellen Maschinen mit Filament anstatt mit Pulver bestückt werden.



anderen Veröffentlichungen über Rückgänge im Containerverkehr von bis zu 40 % „spekuliert“ (z. B. PWC, 2016). Ungeachtet dieser eher langfristig zu erwartenden Effekte besteht für die an der Containerlogistik beteiligten Akteure bereits heute die Notwendigkeit entsprechende strategische Weichenstellungen vorzunehmen.

Im Fokus stehen hier mögliche neue Geschäftsmodelle, wie zum Beispiel die Unterstützung von Kunden bei der Integration des 3D-Drucks in bestehende Wertschöpfungsnetzwerke oder die Spezialisierung auf das Thema „Digital Warehousing“. Für die Häfen besteht die Chance, sich als Plattform für 3D-Druck-Anwendungen zu positionieren. Plattformen mit deren Hilfe andere Unternehmen fertigen und kommunizieren werden in Zukunft eine zentrale Position im Wertschöpfungsnetzwerk einnehmen. Auch wenn bereits viele Unternehmen und Standorte um diese Position wetteifern, ist sie heute noch weitgehend unbesetzt. Ganz grundsätzlich kommt dem Plattforminhaber sehr viel Macht zu, denn die Produktion selbst wird mit der Zeit an Bedeutung verlieren. Erste Unternehmen errichten bereits Auftragsdruckerparks („Printer Farms“), die Produktion On-Demand letztlich zur Massenware machen werden. Akteure die auf diese Plattformen zugreifen steuern hierüber ihre Produktion dynamisch; sie speichern und verbessern auf den Plattformen Designentwürfe, überwachen die Rohstoffversorgung, bestellen Materialien nach und nehmen Kundenaufträge entgegen. Aufgrund ihrer Hub-Funktion und i. d. R. guten Verkehrsanbindung verfügen die Seehäfen über eine hohe Eignung als Plattform-Standort. Grundvoraussetzung bildet neben der Verfügbarkeit von entsprechenden Flächen auch der weitere Aufbau von Know-how in Verbindung mit einer weitreichenden Vernetzung.

## Quellen

D’Aveni (2015), „3-D-Druck vor dem Durchbruch“, in: Harvard Business Manger, Juli 2015.

DVZ (2015), „Eine komplett neue Geschäftswelt“, 17. Juli 2015, S. 8.

Knabel (2015), „Kosten und Zeit sparen dank 3D Druck in der Schifffahrt“, [www.3druck.com](http://www.3druck.com).

Krämer (2016), „Südkorea investiert in 3D-Druck im Schiffbau“, [www.3d-grenzenlos.de](http://www.3d-grenzenlos.de).

Min (2016), „3D Printing in Singapore: the Future of Manufacturing“

Neumeier (2017), „Materialeinsparung durch 3D-Druck“, Vortrag vom 23.2.2017.

Petschow et al. (2014), „Dezentrale Produktion, 3D-Druck und Nachhaltigkeit“.

PWC (2015), „Turning additive manufacturing into business“, Industry white paper, December 2015.

PWC (2016), „s+b Trend Watch“.

Roland Berger (2018), „Advancements in metal 3D printing“.

Ye et al. (2015), „The Impact of 3D Printing on the World Container Transport“, Februar 2015.

## Der Abwrackmarkt für Schiffe – Stand aktueller Entwicklungen

Theresa Fine Schaak, Sönke Reise\*

Hochschule Wismar, Fakultät Ingenieurwissenschaften, Bereich Seefahrt, Richard-Wagner-Str. 31, 18119 Rostock-Warnemünde, Deutschland

### Abstract

Schiffe haben eine übliche Nutzungsdauer von etwa 25 Jahren. Am Ende dieser Zeit können die meisten Bestandteile – vorrangig der Stahl – wiederverwendet werden. Dazu werden sie an Abwrackwerften verkauft, wo die Schiffe dann in Einzelteile zerlegt und aufbereitet werden. Dies geschieht derzeit unter fragwürdigen Umständen auf dem indischen Subkontinent. Der Beitrag analysiert die Hintergründe und den quantitativen Umfang dieser Praxis und nennt Bedingungen für ein zukünftiges umweltverträgliches Schiffsrecycling.

Schlagwörter/Keywords:

Abwracken, Schiffsrecycling, Beaching, Indien, Bangladesh, Pakistan

### 1 Einleitung

Am Ende der Nutzungsdauer werden viele Schiffe abgewrackt. Dies geschieht oftmals auf so genannten Schiffsfriedhöfen, die aus Stränden bestehen, auf denen Schiffe zum Abwracken gestrandet, bzw. „*gebeached*“ werden.

Die Thematik des Abwrackens ist wissenschaftlich nur gering bedacht, steht dafür aber mehr im Fokus des Populärjournalismus. Auch die Schifffahrtsbranche hält sich bei diesem Thema eher bedeckt und gibt keine Auskünfte. Die Ursachen, die verschiedenen Möglichkeiten und der Umfang des Abwrackens und die Analyse der Herkunftsländer der gebeacheden Schiffe sind Gegenstand des vorliegenden Artikels. Für diese Untersuchung wurde die Anzahl, die Herkunftsländer der wirtschaftlichen Schiffseigentümer und die Orte der Abwrackung von verschrotteten Schiffen miteinander verglichen und ausgewertet. Die Analyse bezieht sich auf die weltweit abgewrackten Schiffe in den Jahren 2013-2016.

### 2 Hintergründe und Prozesse des Abwrackens

Wenn die Entscheidung getroffen ist, eine Flotte auf eine geringere Anzahl von Schiffen zu reduzieren, gibt es grundsätzlich die Möglichkeit, entsprechende Schiffe zu verkaufen

oder zu verschrotten.<sup>3</sup> Die Möglichkeit des Verkaufes eines Schiffes hängt u. a. vom Alter und dem Zustand des Schiffes ab. Frachtschiffe sind im Durchschnitt etwa 25-30 Jahre im Dienst, bevor diese auf Grund mehrerer Faktoren für den Eigner oder einen Reeder nicht mehr wirtschaftlich sind. Das Alter eines Schiffes hat einen wesentlichen Einfluss auf die Funktionalität des Schiffes. Durch die Beanspruchung der Dauerschwingfestigkeit<sup>1</sup> des Schiffes, die durch Wellen im Seegang auf ein Schiff wirkt, kommt es mit der Zeit zu einer Materialermüdung im Stahl. Die daraus resultierenden notwendigen Reparaturen summieren sich dementsprechend, weshalb sich die infolge dessen ergebenden Kosten ebenfalls erhöhen und sich eine Instandhaltung und der Weiterbetrieb unter solchen Umständen nicht länger rechnet.<sup>2,3</sup>

Ebenso steigen auch diverse andere Instandhaltungskosten des Schiffes, sowie Reparaturen für evtl. veraltete Maschinen oder für Navigationsgeräte. Zu kalkulieren sind außerdem die Einnahmen, die abhängig von der Fracht- und Charrate sind. Sind diese zu gering und ist das Schiff aufgrund der Kosten in keinem wirtschaftlich effizienten Zu-

<sup>1</sup> Maximal dauerhaft ertragbare Belastung ohne Schäden am Stahl zu erzeugen

<sup>2</sup> Vgl. Gwin, Peter: Schiffe verschrotten in Bangladesch, in NG, Heft 5 / 2014, Seiten 125 bis 144

<sup>3</sup> Vgl. Siegl, Jürgen: Interview

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [soenke.reise@hs-wismar.de](mailto:soenke.reise@hs-wismar.de) (S. Reise)

stand mehr, gilt es, das Schiff mit all seinen Komponenten möglichst gewinnbringend abzuwracken. Die größte Bedeutung hat dabei der im Schiff verbaute Stahl.<sup>3</sup>

In speziellen Abwrackwerften können Schiffe nach und nach in umgekehrter Reihenfolge auseinander gebaut werden, in der sie einst zusammengesetzt wurden. Dafür werden Schiffe zunächst in ihre einzelnen Abteilungen zerlegt. Anschließend werden die einzelnen, zusammengeschweißten Stahlplatten, aus denen die Abteilungen bestehen, voneinander getrennt. Die auf Abwrackwerften geltenden Arbeitssicherheitsbedingungen sind international nicht festgelegt und sind daher von Regelungen des jeweiligen Landes, in dem sich die Abwrackwerft befindet, abhängig.<sup>3</sup>

Der Verkaufserlös bei einer Abwrackung wird in erster Linie an dem aktuellen Schrott-Stahlpreis im Land der Abwrackwerft gemessen. Außerdem muss für die Gewinnberechnung der Werft der Arbeitsaufwand für die Abwrackung berücksichtigt werden. Der Arbeitsaufwand wird üblicherweise in Arbeitsstunden pro Tonne kalkuliert. Die Abwrackung in einer Werft verursacht Arbeitskosten, beansprucht Geräte wie Krane, die für schwere Lasten ausgelegt sein müssen. Einzelne Abteilungen eines Schiffes würden zunächst an einen Kran befestigt und anschließend mit einem Schneidbrenner getrennt werden. Das verhindert ein Hinabfallen dieser Stahlkomplexe.<sup>3,4</sup>

In Ländern mit (sehr) niedrigen Lohnkosten, etwa Indien, Pakistan und Bangladesch, ist die Summe der Arbeitskosten im Vergleich zum Wert des Schiffes im Sinne des Schrotstahlpreises gering und der Schiffseigner, aber auch die Wertbesitzer, profitieren von diesem Geschäft. Aus diesem Grund wird die Mehrzahl aller weltweit abgewrackten Schiffe in Indien und den anderen genannten Ländern abgewrackt.

Im Jahr 2009 wurde erstmals von der IMO ein Schiffsrecycling-Übereinkommen verabschiedet, welches Vorschriften zum sicheren und umweltgerechten Abwracken von Schiffen beinhaltet. Die sogenannte Hong Kong Convention wird allerdings erst zwei Jahre nachdem sie von mindestens 15 Staaten mit mehr als 40 % der Welthandelstonnage ratifiziert worden ist, in Kraft treten. In diesem Übereinkommen ist u. a. festgelegt, dass vor einer Abwrackung eines Schiffes eine jeweilige Inventarliste der an Bord befindlichen Gefahrstoffe vorhanden sein muss. Auf dieser Liste sollen giftige Stoffe aufgelistet sein, wie Asbest, PCB, Ozon abbauende Gase sowie die TBT-haltigen Außenhautanstriche. Des Weiteren muss jede Abwrackwerft entsprechend für die Behandlung dieser Problemstoffe zertifiziert sein. Das soll verhindern, dass Schiffe auf Werften verschrottet werden, bei denen nicht alle Umwelt- und Sicherheitsauflagen eingehalten werden.<sup>5</sup>

Da bisher also keine international geltenden Richtlinien fürs Abwracken von Schiffen vorliegen, kann jedes Land

seine eigenen Vorschriften erstellen. In den Ländern Indien, Pakistan und Bangladesch, in denen sich die weltweit bekanntesten und größten Abwrackzonen befinden, gelten keine Regelungen zur Arbeitssicherheit, wie beispielsweise in Deutschland. Weder Kräne, noch persönliche Arbeitsschutzkleidung helfen den Arbeitern, die Schiffe in ihre Einzelteile zu zerlegen. An den Stränden der genannten Länder werden Schiffe per Hand abgewrackt. In Chittagong, einer Küstenstadt von Bangladesch, kommt es täglich zu (tödlichen) Unfällen, die aufgrund von mangelnder Aufklärung über die Gefahren, die das Abwracken mit sich bringt, passieren. Kräne, die in Werften das Hinabfallen von Stahlkomplexen verhindern, gibt es nicht. Diverse Chemikalien, die sich noch in den Schiffen befinden, verursachen Krankheiten und häufig kommt es zu Gasexplosionen in geschlossenen Kammern. Dort haben sich über längere Zeiträume Gase abgelagert, die durch das Aufschneiden dieser Kammern mit Sauerstoff reagieren.<sup>6,7</sup>

Aus Perspektive wirtschaftlich armer und rohstoffarmer Staaten wie Bangladesch sind die alten Schiffe eine Rohstoffquelle. Die eigentliche Gewinnung des Stahls aus Eisenerz und die anschließende Legierungsarbeit ist bei dem Recycling von altem Schiffsstahl nicht mehr notwendig. Der Stahl wird zerkleinert und anschließend samt Farbe und Rost zu einem Stahlwerk transportiert, in dem es in der Schmelze von allen Rückständen getrennt wird. Reiner Stahl ist das Endprodukt und muss anschließend lediglich noch vergütet werden. Nahezu alles, was in einem Schiff noch vorzufinden ist, wird von den Abwrackunternehmen weiterverkauft. Dazu gehört u. a. der abgepumpte Treibstoff und Schmieröl, Generatoren, Maschinen, Rettungsmittel, die Einrichtungsgegenstände der Unterkünfte und diverse Ausrüstungsgegenstände der Schiffsbrücken. Höhere Einnahmen ergeben sich aus dem Verkauf des Kupfers, das aus den im Schiff verlegten Kabel durch Abbrennen des Gummis gewonnen wird.<sup>2,3,6</sup>

### 3 Analyse des Abwrackmarktes im Zeitraum 2013-2016

Die Anzahl der jährlich abgewrackten Schiffe kann aus veröffentlichten Listen der Jahre 2013-2016 der NGO Ship-breaking Platform entnommen werden. Daraus geht hervor, dass die Anzahl der abgewrackten Schiffe bis 2015 um jährlich rund 200 Schiffe gesunken ist, 2016 aber wieder anstieg. Es ist anzunehmen, dass die Zahlen seit dem Jahr 2009 eine leicht sinkende Tendenz haben, da in dem genannten Jahr, resultierend aus der weltweiten Wirtschaftskrise, sehr viele Schiffe abgewrackt worden sind.

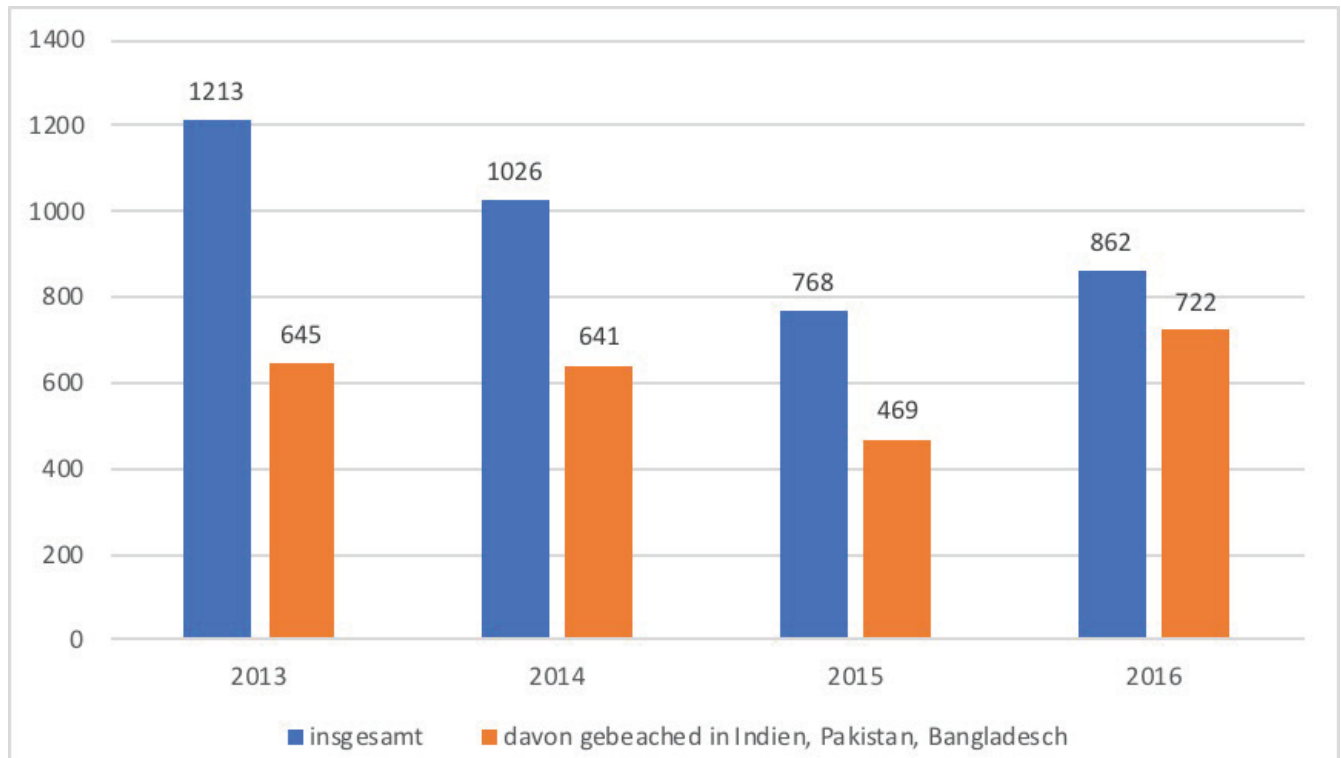
Von den 1.213 abgewrackten Schiffen im Jahr 2013 wurden 645 auf den Stränden von Indien, Bangladesch und Pa-

<sup>4</sup> Vgl. Domen, Caspar: Gestrandet, in SZ

<sup>5</sup> Vgl. Deutsche Flagge: Umweltschutz, Abwracken

<sup>6</sup> Vgl. Brigitte Schmid-Gugler: Großes Geschäft, machtvolle Syndikate, in bangladesch.org

<sup>7</sup> Vgl. Brigitte Schmid-Gugler: Albraum am Meer, in bangladesch.org

**Abbildung 1:** Anzahl der abgewrackten Schiffe zwischen den Jahren 2013-2016

Quelle: Eigene Darstellung aus Daten der NGO Shipbreaking Platform

kistan abgewrackt, was einem Anteil von 53,2 % entspricht. Laut der NGO Shipbreaking Platform sei dies bereits eine Reduktion von 24 % gegenüber dem Vorjahr. Im Jahr 2014 stieg dieser Anteil der in Indien, Bangladesch und Pakistan abgewrackten Schiffe auf 62,5 %. Das entspricht einer Anzahl von 641 Schiffen von insgesamt 1.026 abgewrackten Schiffen. Der Anteil der in Indien, Bangladesch und Pakistan verschrotteten Schiffe blieb 2015 mit 61 % nahezu gleich gegenüber dem im Jahr 2014. Im Jahr 2015 wurden insgesamt 768 Schiffe verschrottet, wovon 469 in den drei Ländern auf den Strand gesetzt wurden.

Eine eindeutige Veränderung in der Verteilung der abgewrackten Schiffe gab es im Jahr 2016. In dem Jahr ist die Anzahl der insgesamt abgewrackten Schiffe um knapp 100 Schiffe gestiegen (ca. 11 % Zuwachs). Besonders auffallend ist, dass in diesem Jahr der Anteil der in Indien, Bangladesch und Pakistan verschrotteten Schiffe auf 84 % gestiegen ist (722 der insgesamt 862 Schiffe). Ein möglicher Hintergrund wäre, dass die Kosten für das Abwracken in gesicherten Werften gestiegen oder in den Ländern Indien, Bangladesch und Pakistan gesunken sind. Um dahingehend weitere Aussagen treffen zu können, fehlen bis dato weitere Veröffentlichungen der abgewrackten Schiffe im Jahr 2017 und 2018.

Aus den Daten von 2013 geht hervor, dass China anteilmäßig am meisten Schiffe abwracken ließ. Überwiegend wurden diese Schiffe jedoch in chinesischen Werften abgewrackt. Griechenland war das führende europäische Land,

das die meisten Schiffe verschrotten ließ. Weitere große Anteile der weltweit abgewrackten Tonnage kamen aus Deutschland, Türkei, Russland, Indien, Singapur und Hong Kong. Von einem weiteren größeren Teil war die Herkunft unklar. Auffällig ist, dass zwei Drittel der aus Europa (ohne Russland) kommenden Schiffe in Indien, Bangladesch oder Pakistan gebeached wurden.

2014 war China erneut das Land, das die meisten Schiffe abwracken ließ, gefolgt von Griechenland. Von den europäischen Ländern Griechenland, Deutschland und der Türkei stammenden Schiffe wurden in Indien, Pakistan oder Bangladesch 70 % abgewrackt.

Im Jahr 2015 gehörte die Türkei nicht mehr zu den Ländern, die relativ viele Schiffe verschrotten ließen. Die übrigen Herkunftsländer blieben überwiegend unverändert. Der Anteil, der aus Europa kommenden Schiffe ist 2015 stark gestiegen. In jenem Jahr sind 83 % der aus Griechenland und Deutschland stammenden Schiffe in Indien, Bangladesch oder Pakistan abgewrackt worden.

Eine deutliche Veränderung ist im Jahr 2016 sichtbar. In diesem Jahr hatte Griechenland einen höheren Anteil an abgewrackten Schiffen als China. Auch Deutschland hatte mit einer Anzahl von knapp 100 Schiffen einen annähernd so großen Anteil wie China. Der Anteil der aus Europa kommenden Schiffe, der in Indien, Bangladesch oder Pakistan verschrottet wurde, ist auf 95 % gestiegen.

#### 4 Fazit

Es zeigt sich, dass die Instandhaltungskosten der Schiffe, die Höhe der Fracht- und Charraten und Schrottstahlpreise einen großen Einfluss auf den Abwrackmarkt haben. Das Abwracken ist mit einem hohen Personalaufwand verbunden, der in Europa hohe Kosten verursacht. Aus ökonomischen Gründen ist es nachvollziehbar, ein Schiff in Niedriglohnländern wie Indien, Bangladesch oder Pakistan abzuwracken, um mit dem alten Schiff einen maximalen Liquidationserlös zu erzielen. Die Analyse der Daten der NGO Shipbreaking Platform bestätigten, dass tendenziell dem Anteil nach immer mehr Schiffe in den Ländern Indien, Bangladesch und Pakistan abgewrackt werden. Besonders auffällig ist der hohe Anteil der Schiffe von Schiffseigentümer aus europäischen Herkunftsländern.

Die problematisch erscheinenden Begleitumstände des Abwrackens in den genannten Niedriglohnländern basieren einerseits darauf, dass diese Art des Abwrackens dort nicht verboten ist und andererseits es bisher keine international gültigen Regelungen bezüglich des Abwrackens von Schiffen gibt.

Die drei Länder sind auf dieses Geschäft angewiesen, da sie auf diese Weise vergleichsweise günstig alten Stahl erwerben, und diesen nach der Aufbereitung als reinen Stahl verwenden oder wiederverkaufen können. Ein günstiger „Stahlimport“ wird so sichergestellt.

Es kann vermutet werden, dass gerade diese Nationen und auch die europäischen Länder, die in diesen Nationen abwracken lassen, kein Interesse an internationalen Regelungen haben. Ein solches Abkommen würde hohe Investitionen für die Abwrackbetriebe verursachen und entsprechende Kosten nach sich ziehen.

Ohne die Hong Kong Convention oder vergleichbare internationale einheitliche Regelungen wird der Abwrackmarkt in seinem derzeitigen Zustand weiterhin auf wenige Länder konzentriert bleiben. Zehn Jahre nach der Verabschiedung ist die Hong Kong Convention immer noch nicht in ausreichendem Maße ratifiziert worden. Eine sichere und umweltgerechte Abwrackung bleibt daher bis auf weiteres nur eine Vision.

#### Literaturverzeichnis

Deutsche Flagge: Umweltschutz/Abwracken verfügbar unter: <https://www.deutsche-flagge.de/de/umweltschutz/wrack> (aufgerufen am 03.10.2018)

Domen, Caspar: Gestrandet, in Süddeutsche Zeitung, verfügbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/report-gestrandet-1.2634263> (aufgerufen am 03.10.2018)

Gwin, Peter: Schiffe verschrotten in Bangladesch, in National Geographic, Heft 5 / 2014, Seiten 125 bis 144, verfügbar unter: <https://www.nationalgeographic.de/umwelt/schiffe-verschrotten-bangladesch> (aufgerufen am 16.10.2018)

NGO Shipbreaking Platform, verfügbar unter: <http://www.shipbreakingplatform.org> (aufgerufen am 03.10.2018)

NGO Shipbreaking Platform: Listen der abgewracken Schiffe 2013-2016, Download verfügbar unter: <http://www.shipbreakingplatform.org/annual-lists-of-scrapped-ships/> (runtergeladen am 03.10.2018)

Schmid-Gugler, Brigitte: Großes Geschäft, machtvolle Syndikate, in bangladesch.org, verfügbar unter: <https://bangladesch.org/bangladesch/wirtschaft-und-armut/schiffsfriedhoefe-eisenfresser/grosses-geschaeft-die-abwrack-industrie-in-bangladesch.html> (aufgerufen am 03.10.2018)

Schmid-Gugler, Brigitte: Albtraum am Meer, in bangladesch.org, verfügbar unter: <https://bangladesch.org/bangladesch/wirtschaft-und-armut/schiffsfriedhoefe-eisenfresser/alptraum-am-meer-in-der-groessten-abwrack-zone-der-welt.html> (aufgerufen am 03.10.2018)

Siegl, Jürgen: Professor für Schiffbau und Schiffstheorie an der Hochschule Wismar, Interview (durchgeführt am 15.10.2018)

## **Blackbox Seehafenhinterlandverkehre – Empirische Erkenntnisse zu Aufkommen und Struktur von Containerverkehren im Hinterland europäischer Seehäfen**

Thorsten Friedrich\*

*Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik, Universitätsallee 11/13, 28359 Bremen, Deutschland*

### Abstract

Logistiker träumen stets von der vollkommenen Transparenz: Wenn alle Informationen offen liegen, sind Optimierungen nur noch einige Rechenoperationen. Was in Teilen der Logistikwelt schon Usus ist, stellt die Akteure des containerisierten Seeverkehrs noch vor Herausforderungen. Seeseitig werden Containerströme zwar genau erfasst, doch die Verteilung im Hafenhinterland ist weniger gut beleuchtet, insbesondere bei zunehmender Regionalisierung der Betrachtung. Datengestützte Modellierungen sind ein Ansatz, dies zu lösen.

#### Schlagwörter/Keywords:

Seefracht, Containerverkehre, Hafenhinterland, Wettbewerb

Die heutige Seeschifffahrt steht vor allem beim Stückgut im Zeichen des normierten ISO-Containers in der 20- oder 40-Fuß-Ausführung. Das Bild des Standardcontainers wird im Zusammenhang mit der Seefracht oft als erstes herangezogen. Bilder von Containerschiffen und Terminalanlagen dienen gemeinhin als unterstützende Visualisierung von Artikeln und Berichten zur Außenhandelsentwicklung. Der containerisierte Seeverkehr hat die Hafenslandschaft verändert. Zwar spielen die Massen- und Schüttgüter sowie der konventionelle Stückgutumschlag nach wie vor eine wichtige Rolle; in der Wahrnehmung dominiert jedoch der Standardcontainer. Dies äußert sich auch in der Betrachtung der entsprechenden Hinterlandverkehre der Häfen.

Der konventionelle Transport von Stückgütern ist zunehmend beschränkt auf Sonder- und Projektladung, die als solche zu groß ist, um entsprechend in Standardcontainern bzw. standardisiertem Spezial-Equipment transportiert zu werden. In Containern befindet sich inzwischen auch Ladung, die klassischerweise noch als Massen- oder Schüttgut umgeschlagen wurde. Dennoch machen der Import und Export von Gütern wie beispielsweise Erzen, Kohle, Getreiden sowie Erdölprodukten weiterhin einen großen Anteil am Seeverkehr aus, insbesondere bezogen auf das Gewicht der gehandelten Güter. Die Transportketten sind dabei vergleichsweise einfach strukturiert. Ein Teil der Produkte wird bereits direkt im Hafen verarbeitet. Massengüter, deren

Quelle bzw. Ziel im Hinterland liegen, verteilen sich nicht großflächig, da es sich um einzelne Großverbraucher oder -erzeuger handelt. Hierzu zählen Kraftwerke, Betriebe der Schwerindustrie und Chemieunternehmen. Neben dem Kreis der potentiell beteiligten Akteure sind auch die Möglichkeiten des Transports zum beziehungsweise vom Hafen begrenzt. Durch die hohen Mengen, die zwischen wenigen Umschlagpunkten ausgetauscht werden, sind das Binnenschiff und die Eisenbahn als Transportmittel prädestiniert. Der Kostendruck auf die Verkehre ist daher enorm und regionale Effekte spielen eine große Rolle. Die Transportketten an sich sind weitgehend statisch und wenig im Wettbewerb. Die Verkehre sind hinsichtlich der Transportkosten optimiert und dementsprechend eingestellt, da bei den zu befördernden Mengen selbst marginale Ersparnisse pro Leistungseinheit zum Tragen kommen. Die Verlagerung von Transporten zu neuen Bezugs- oder Absatzhäfen ist daher selten der Fall und die Verlagerung von Produktionsstätten ist, abgesehen von Betriebsschließungen, nahezu ausgeschlossen. Alle die genannten Aspekte führen dazu, dass sich die Verkehrsströme im Massen- und Schüttgutbereich vergleichsweise gut ermitteln lassen.

Die Gestaltung von Containerverkehren im Hinterland unterscheidet sich grundlegend vom Bereich der Massengüter. Die verschiedenartige Ladung der Container hat, von Aus-

\* E-Mail: [friedrich@isl.org](mailto:friedrich@isl.org) (T. Friedrich)

nahmefällen abgesehen<sup>1</sup>, keine Bedeutung für die standardisierten Prozesse im Handling, sie werden gleichermaßen transportiert und umgeschlagen. Der Markt insgesamt ist kleinteilig, die Akteure vielseitig. Zwar sind auch einige produzierende Unternehmen in der Lage, beachtliche Anteile von regelmäßigen Containerliniendiensten auszufüllen, der überwiegende Teil der Ladung wird jedoch aus vielfältigen Quellen bezogen bzw. an ebenso vielfältige Ziele geliefert. Der containerisierte Hinterlandverkehr zeichnet sich durch eine hohe Komplexität aus. Neben Versendern und Empfängern spielen Frachtführer, Spediteure und Logistikdienstleister verschiedener Art eine Rolle. Zudem kann die Organisation des Vor- bzw. Nachlaufs über drei verschiedene Verkehrsträger erfolgen, wobei auch der Containertransport per Bahn oder Binnenschiff generell der Nutzung des dritten Verkehrsträgers, dem Lkw, bedarf, also eine Kombination darstellt. Zwar sorgen regelmäßige Dienste für eine gewisse Grundauslastung, allerdings ist das Containeraufkommen insgesamt stark konjunkturgetrieben<sup>2</sup>. Die Netz-

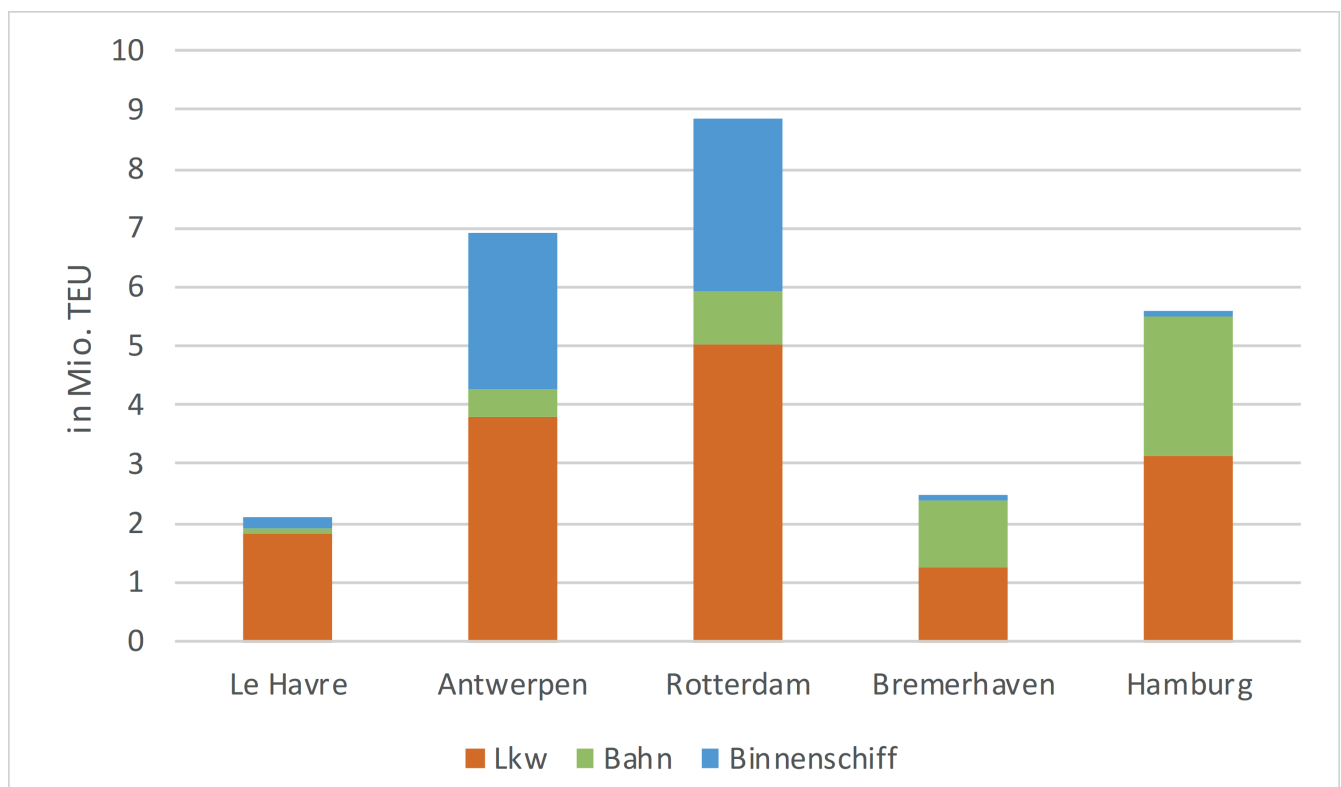
werke, die den Transport von Containern im Hinterland organisieren, sind dynamisch und anpassungsfähig. Kurzfristige Verlagerungen sind möglich und auch sehr gängig. Der Transportzeit kommt durch die höhere Wertdichte der Güter eine viel gewichtigere Rolle zu als im Bereich der Massengüter. Es sollte zudem nicht außer Acht gelassen werden, dass die Kosten für den Vor- und Nachlauf eines Containertransports den Anteil des Seetransports oftmals weit übersteigen.

Die aufgezählten Faktoren führen dazu, dass das Hinterland der Häfen im Containerverkehr ein umkämpftes Gebiet darstellt, was insbesondere für West- und Mitteleuropa gilt. Die Kombination eines aufkommensstarken Marktes mit gut vernetzter Infrastruktur im Hinterland und vielen leistungsstarken Seehäfen auf engem Raum, eingebettet in einen völkerrechtlichen Rahmen, der einen vereinfachten Warenverkehr ermöglicht, bietet gute Voraussetzungen für intensiven Wettbewerb unter den beteiligten Akteuren. Die Seehäfen haben den Konkurrenzkampf angenommen und richten ihre Hafenstrategie entsprechend aus, um ein größtmögliches Containervolumen für sich zu behaupten. Das Hinterland eines Hafens resultiert dabei nicht allein aus der räumlichen Distanz. Das Einzugsgebiet definiert sich durch die Verbindungsqualität und Kostenvorteile, welche sich nicht mit der geografischen Nähe decken müssen. So verschafft der Rhein den Westhäfen Rotterdam und Antwerpen eine kostengünstige Verkehrsanbindung tief in das kontinentaleuro-

<sup>1</sup> Hierzu zählen beispielsweise auch der Transport von Kühl- oder Gefahrgut (teilweise).

<sup>2</sup> Das RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung hat dies in Zusammenarbeit mit dem Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) untersucht und gemeinsam den RWI/ISL-Containerumschlag-Index entwickelt. Der Index bildet den Containerumschlag der wichtigsten Häfen ab und ermöglicht auf Grund der frühzeitigen Verfügbarkeit der Daten schnelle Rückschlüsse auf die Situation des Welthandels.

**Abbildung 1:** Modal Split der fünf größten Nordrange Häfen im Jahr 2017



Quelle: ISL, European Container Traffic Model.



päische Hinterland. Auch wenn die Verantwortlichen in den Strategieabteilungen der Häfen keinen direkten Einfluss auf die Erweiterung der Infrastruktur in Form von Straßen- oder Gleisbau nehmen können, ist es ihnen dennoch möglich die Attraktivität des Hafens durch einzelne Maßnahmen zu steigern. Das Einrichten von zusätzlichen Bahndiensten kann beispielsweise die Reichweite des Einzugsgebiets erhöhen. Zudem erhält das Thema Hinterland-Marketing Einzug in die strategischen Konzepte zur Ausrichtung eines Hafens.

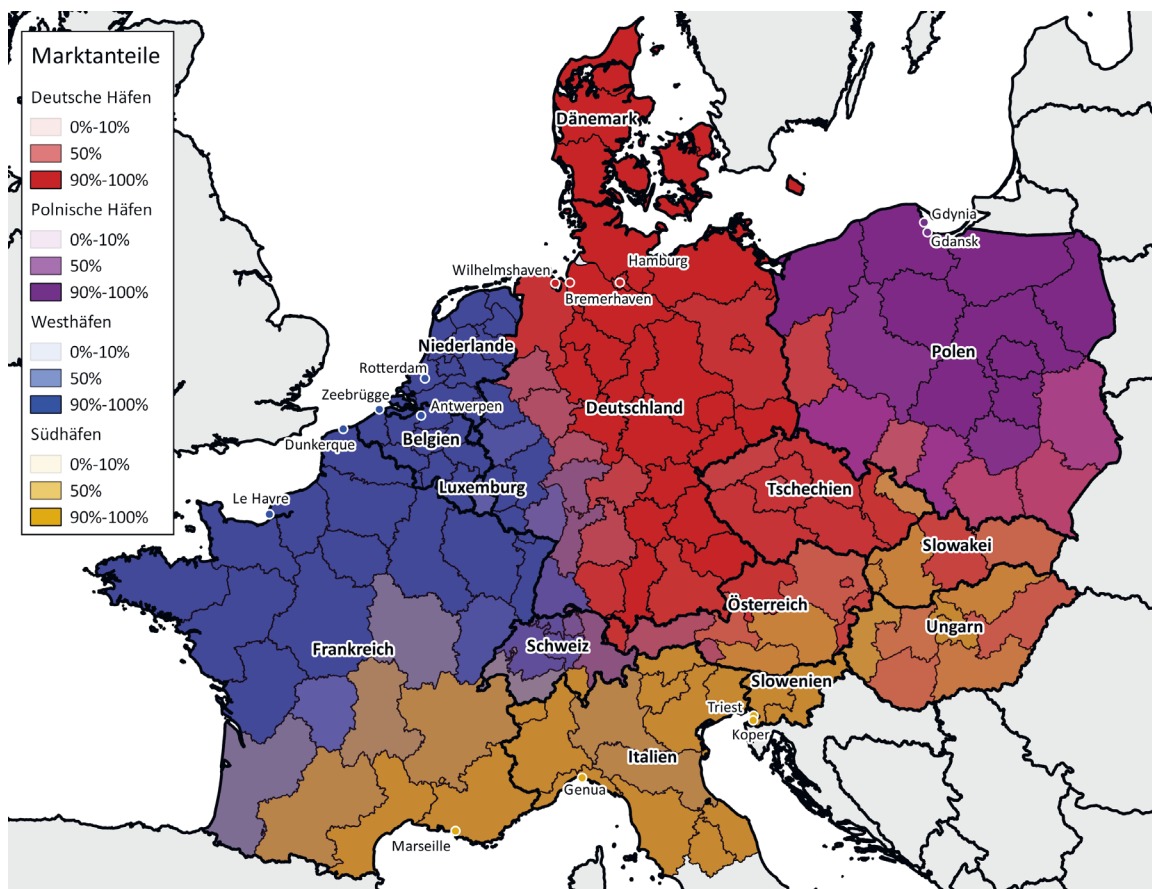
Von zentraler Bedeutung für eine optimale Gestaltung etwaiger Maßnahmen ist das Wissen um das eigene Einzugsgebiet und die genauen Marktanteile im Hinterland. Die Verfügbarkeit solcher Daten ist keine Selbstverständlichkeit, insbesondere, je genauer die Lokalisierung von Quelle bzw. Ziel der Container erfolgen soll. Aus öffentlichen Statistiken lassen sich zwar einige Rückschlüsse auf die per Bahn und Binnenschiff transportierten Containermengen schließen, allerdings gibt es trotz Auskunftspflicht immer wieder Unterdeckungen. Hinzu kommt, dass lediglich die Relation Seehafen-Hinterlandterminal betrachtet wird und keine feinere Aufschlüsselung über Quelle oder Ziel im Vor- und Nachlauf erfolgt. Gänzlich außerhalb einer detaillierten statistischen Erfassung liegen die Container, die den Hafen per Lkw verlassen oder erreichen. Somit sind Aussagen über die

Marktanteile der einzelnen Seehäfen nur schwer möglich, besonders wenn es um die Betrachtung von kleinen regionalen Einheiten geht.

Das ISL hat hierzu ein Modell entwickelt, welches die Hinterlandverkehre der wichtigsten Containerhäfen für West- und Mitteleuropa ganzheitlich und möglichst detailliert abbildet. Dafür wird sowohl auf öffentliche Statistiken als auch auf Transportdaten von Speditionsunternehmen und Reedereien zurückgegriffen. Für jeden Seehafen lassen sich dadurch die für die Hinterlandverteilung relevanten Containermengen (gesamter Containerumschlag abzüglich Transshipment-Anteil) und ihr entsprechender Modal Split im Vor- und Nachlauf ermitteln. Die Klassifizierung der Regionen erfolgt gemäß der Nomenclature des unités territoriales statistiques (NUTS), des EU-weiten Rahmens zur Einteilung räumlicher Einheiten. Dabei kann die Feinverteilung aus Gründen der Datenverfügbarkeit jedoch nicht für jedes Land auf der kleinstmöglichen Hierarchieebene erfolgen. Für Belgien, Deutschland, Frankreich und die Niederlande ist eine Angabe für NUTS-3-Ebene möglich, was in Deutschland der Kreisebene entspricht. Die weiteren relevanten Märkte werden auf NUTS-2-Ebene abgedeckt.

Das Modell ermöglicht Analysen über die Marktanteile der Seehäfen in der Einzelbetrachtung oder für Gruppen.

Abbildung 2: Marktanteile im west- und mitteleuropäischen Container-Hinterlandverkehr nach Hafenclustern



Quelle: ISL, European Container Traffic Model.



So lassen sich für den west- und mitteleuropäischen Markt verschiedene Cluster von Häfen bilden, deren Infrastruktur- anbindung etwa gleichartig ist und damit ein ähnliches Gebiet im Hinterland als Kerngebiet ansehen. Man unterteilt hier zunächst die Nordrange in die Westhäfen (Le Havre, Dunkerque, Zeebrügge, Antwerpen und Rotterdam)<sup>3</sup> und deutschen Seehäfen (Wilhelmshaven, Bremen/Bremerhaven und Hamburg). Für den betrachteten Containermarkt sind außerdem die Häfen Marseille, Genua, Koper und Triest relevant. Durch die Aufnahme von direkten Liniendiensten in den Ostseeraum gewinnen die polnischen Häfen Gdansk und Gdynia zunehmend an Bedeutung. Abbildung 2 visualisiert die Hinterlandregionen der vier Cluster und stellt dar, wo sich diese überlappen. Die entsprechenden Gebiete sind sowohl zwischen den Vertretern eines Clusters als auch den Häfen anderer Ranges hart umkämpft. Dies gilt insbesondere für die aufkommensstarken Märkte in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg, deren Containerverkehre sowohl über deutsche als auch über Westhäfen abgewickelt werden, aber auch die Märkte Österreichs, wo die einstige Vormachtstellung der deutschen Häfen (insbesondere Hamburgs) von den Häfen der Südrange herausgefordert wird.

Die Methodik, die das ISL verwendet, umfasst eine hierarchischen Einordnung und Gewichtung der verschiedenen Datenquellen. Durch den Abgleich mehrerer Statistikquellen mit unterschiedlichen Herangehensweisen und Abdeckungen können die Aussagen verifiziert oder entsprechende Widersprüche aufgedeckt werden. Da die Ergebnisse auf niedrigen regionalen Ebenen betrachtet werden, ist eine Verifizierung von Statistiken zu Binnenschiffs- und Bahnverkehren auch durch manuelle Recherchearbeit möglich. Die größte Herausforderung stellt dabei ausgerechnet der Verkehrsträger Lkw dar, der im Containersegment trotz aller Verlagerungsbemühungen nach wie vor den größten Anteil der Hafenhinterlandverkehre abwickelt. Containertransporte auf der Straße sind statistisch deutlich schwerer zu erfassen. Ein Aspekt ist die Organisation und Struktur der in diesem Bereich tätigen Unternehmen. Eine hohe Anzahl von Speditionen und Frachtführern ist hier aktiv. Zwar gibt es auch in dieser Branche große Unternehmen, die ein entsprechend hohes Containervolumen abwickeln, gemessen am Gesamtmarkt ist der Anteil dennoch gering. Im Bereich der Loco-Verkehre, also der Containerverkehre deren Quelle oder Ziel in der Hafenregion liegt, ist der Markt noch kleinteiliger. Diese Ströme, die insbesondere für die Häfen Antwerpen und Hamburg einen hohen Anteil ausmachen, sind gerade in Bezug auf die regionale Feinverteilung noch schwerer zu erfassen. Zur Kalibrierung der Lkw-Verteilung greift das ISL auf Daten von Speditionen und Reedereien (nur im Carrier's Haulage durchgeführte Transporte) zurück, die die Unternehmen für Auswertungszwecke zur

Verfügung stellen. Ergänzt werden die Daten durch an den Containerterminals der Häfen durchgeführte Fahrerbefragungen, die Ursprungs- oder Verbringungsart der Container erfassen. Die empirisch gesammelten Erkenntnisse werden abgeglichen, bewertet und gewichtet. Das Zurückverfolgen der verschiedenartigen Containerströme legt die zugrundeliegende Struktur offen. Das Gesamtmodell lässt Analysen in unterschiedlichen Dimensionen zu. Die Differenzierung nach Modal Split-Anteilen ist dabei ebenso möglich wie die Betrachtung von Import/Export-Quoten und Leercontainerbewegungen, jeweils auf weitest möglich regionalisiertem Niveau.

Hafenstrategien zur Entwicklung von Seehäfen beschäftigen sich auch immer mit dem Thema Wettbewerb. Einerseits müssen die etablierten Marktteilnehmer ihre jeweiligen Anteile kontinuierlich behaupten und verteidigen, während gleichzeitig neue Konkurrenz entsteht. Beispielhaft sind hier der Bau des Tiefsee-Containerhafens in Wilhelmshaven, die direkte Anbindung der polnischen Häfen Gdansk und Gdynia oder die Bemühungen und Investitionen von Mittelmehrhäfen wie Koper zu nennen. Unter diesen wettbewerblichen Voraussetzungen sind die Wachstumsziele etablierter Häfen nicht mehr durch das reine Marktwachstum zu erreichen. Eine konkurrenzfähige Hinterlandinfrastruktur ist zudem in der Lage, die positive Entwicklung eines Hafens auch in Zeiten abflachenden Wachstums zu gewährleisten. Häfen, die neu auf den Containermarkt drängen, beschäftigen sich mit den Potenzialen bereits vor Inbetriebnahme in Form von Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudien. Der Datenaustausch mit Reedereien hat zudem gezeigt, dass auch für diese das Containeraufkommen auf einer möglichst kleinteiligen Ebene von großer Wichtigkeit ist. Die Ermittlung regionaler Marktanteile hilft den Unternehmen, Potenziale zu eruieren und entsprechende Maßnahmen wie auf bestimmte Regionen zugeschnittene Vertriebsaktivitäten einzuleiten. Beispielhaft sei die Detailtiefe der Auswertung an der Region Ludwigsburg veranschaulicht (siehe Tabelle 1).

Der baden-württembergische Landkreis Ludwigsburg im Norden Stuttgarts ist gemessen an den Containerverkehren der drittgrößte des Bundeslands, welches insgesamt auf ein Volumen von fast einer Million TEU pro Jahr kommt. Die exportorientierte Wirtschaft des Raums Stuttgart spiegelt sich auch in den Zahlen Ludwigsburgs wider: 55,3 % aller Container sind für den Export bestimmt (bezogen auf beladene Verkehre). Die durch das Modell ermittelten Zahlen ermöglichen eine differenzierte Interpretation. Der Anteil der beiden Westhäfen Antwerpen und Rotterdam von 25 % stützt sich auf die gute Binnenschiffsanbindung der Region und wird unterstützt durch regelmäßige Bahndienste. Das Wissen um den auf die Hafentage umgelegten Modal Split ist wichtig, um entsprechende Verlagerungspotenziale abzuschätzen. Gemeinhin ist es für die deutschen Seehäfen schwer, in direkte Konkurrenz zu Containertransporten, deren Vor- oder Nachlauf über den Rhein stattfindet, zu treten, woraus sich in diesen Regionen eine Vormachtstellung

<sup>3</sup> Der Hafen von Le Havre wird hier aus Gründen der Vereinfachung in dieser Darstellung zu den Westhäfen gezählt, auch wenn diese Zuordnung formal nicht korrekt ist.

**Tabelle 1:** Containeraufkommen des Landkreises Ludwigsburg (DE115) im Jahr 2017 in TEU

	deutsche Häfen	Westhäfen	Sonstige	<b>Gesamt</b>
Bahn	35.614	2.703	39	<b>38.357</b>
Binnenschiff	4	10.840		<b>10.844</b>
Lkw	8.375	1.146	9	<b>9.530</b>
<b>Gesamt</b>	<b>43.993</b>	<b>14.689</b>	<b>48</b>	<b>58.731</b>

Quelle: ISL, European Container Traffic Model.\*

\* Die Darstellung enthält Rundungsfehler.

der Westhäfen ergibt. Wo genau dieser Korridor endet ist aus Betrachtungen wie der Abbildung 1 (NUTS-2) schwerlich zu entnehmen. Die Umbrüche der Führungswechsel der Westhäfen und deutschen Häfen in den Marktanteilen sind oftmals erst bei noch kleinteiligerer Sicht (NUTS-3) zu identifizieren.

Die Relevanz empirisch bezogener Daten zum Containeraufkommen hat sich in der Praxis durch die Verwendung in zahlreichen umfangreichen Analysen und Studien sowie regelmäßigem Hafencontrolling bestätigt. Durch eine stetige Erweiterung der Stichprobe wird die Qualität der Modellierung dabei kontinuierlich verbessert. Somit stellt sich die Frage, inwieweit die Ausweitung des Einsatzes empirisch fundierter Daten möglich ist. Dabei sind Verwendungsmöglichkeiten über die hier dargestellten Bereiche hinaus denkbar. So werden beispielsweise in der regionalen Bedarfsrechnung der Infrastrukturkapazität des Hinterlands im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung neben Befragungen und Rechercheergebnissen in erster Linie Indikatoren wie Bevölkerung, Bevölkerung/Kopf und wirtschaftliche Strukturkennzahlen verwendet und Transportmengen entsprechend abgeleitet. Zwar liefern auch diese Variablen einen Erklärungsgehalt für das regionale Aufkommen maritimer Transporte, jedoch könnten die Daten des ISL durch

ihren konkreten Bezug zum containerisierten Seehandel neue Perspektiven eröffnen. Ein Ansatz, der echte Transportdaten beinhaltet, könnte hier eine zusätzliche Ergänzung der bestehenden Methodik darstellen.

Die Erfassung der Daten insbesondere für den Verkehrsträger Lkw ist zwar oftmals mühselig und kleinteilig, die daraus gewonnenen Erkenntnisse und ihre Verwertungsmöglichkeiten rechtfertigen diese jedoch. Das ISL ist dabei stark auf die Unterstützung staatlicher Statistikstellen und Privatunternehmen des Transportsektors angewiesen. Für jede dieser Kooperationen ist man daher dankbar. Auch die empirische Erhebung von Containerverkehren durch Befragungen an den Gates der Hafenterminals ist nicht zu unterschätzen. Entsprechende Untersuchungen verursachen Kosten, deren Höhe vom getroffenen Aufwand, also wie repräsentativ und detailliert die Befragung durchgeführt wird, abhängen. Nichtsdestotrotz stellen ebendiese umfangreichen Betrachtungen einen enormen Wert für die Erfassung der Containerströme des gesamten west- und mitteleuropäischen Marktes dar. Alle entsprechenden Bemühungen und Kooperationen tragen einen Teil dazu bei, Hinterlandverkehre umfassend zu beleuchten und Licht in diesen Teil der maritimen Transportkette zu bringen.

## Cyber-Security – neue Herausforderung im Hafenmanagement

Andrea Vasterling-Will, Iven Krämer\*

*Der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen, Zweite Schlachtpforte 3, 28195 Bremen, Deutschland*

### Abstract

Schleusentore verweigern ihren Dienst, Kommunikationssysteme werden gestört oder fallen aus, komplexe Terminal-Steuerungssysteme weisen Fehlfunktionen auf, Schiffe, Trucks und Züge können nicht mehr be- und entladen werden. Szenarien wie diese mit ihren negativen Folgen für die intensiv vernetzten maritimen Logistikketten sind real. Cyber-Attacken stellen eine neue, rasant an Bedeutung gewinnende Gefahr für Häfen und Schifffahrt dar. Wie dieser Herausforderung im Hafenmanagement begegnet wird, ist Gegenstand dieser Analyse.

Schlagwörter/Keywords:

Hafensicherheit, Cyber-Security, Kritische Infrastruktur, Hafenmanagement

### Einleitung

Nachdem die Gefahrenabwehr im Hafenmanagement bis zum Jahr 2004 aufgrund fehlender Bedrohungen und Vorgaben nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung hatte bzw. wenn, dann auf das Aufgabenfeld der Arbeitssicherheit fokussiert war, änderte sich diese Situation schlagartig nach den terroristischen Angriffen vom 11. September 2001. In dessen Folge wurden neue Sicherheitsanforderungen an Häfen und Schifffahrt definiert und rechtsverbindlich geregelt. Dies machte im Hafenmanagement neue Strukturen, zusätzliche Aufgaben und Personal erforderlich. Nach fast fünfzehn Jahren Erfahrung zeigt sich, dass dieser Herausforderung in den deutschen Häfen insgesamt gut begegnet werden konnte und die inzwischen etablierten Akteure und Organisationen sämtliche Themen der physischen Hafensicherheit wie Umzäunungen, Zugangskontrollen, Personenvereinzelnungsanlagen, Schranken, Kameraüberwachungen und ähnliches hoch professionell regeln.

Einer neuen, rasant an Bedeutung gewinnenden Gefahr durch Störungen und Manipulationen der IT-Infrastrukturen von Häfen und Unternehmen aber werden diese Strukturen nicht gerecht. Immer mehr Cyber-Angriffe auf Häfen und Schifffahrt mit zum Teil erheblichen logistischen wie finanziellen Schäden zeigen dies eindrücklich. In der Konsequenz müssen sich die Häfen und das Hafenmanagement zügig der

Bedrohungslage stellen und sowohl fachlich wie organisatorisch-strukturell Abwehrstrategien entwickeln. Dieser Beitrag beschreibt dazu den aktuellen Status und die Entwicklungen von Cyber-Security als neuer Herausforderung im Hafenmanagement.

### Gefahrenabwehr – grundlegend neue Aufgabenstellung seit 2004

In der Zeit vor 2004 war es nicht nur für die Hafearbeiter und autorisierte Personen, sondern auch für interessierte Besucherinnen und Besucher ohne größere Schwierigkeiten möglich, in vielen Hafengebieten bis an die Kajen und an die Schiffe zu gelangen und dort den Hafenumschlag und die logistischen Aktivitäten aus nächster Nähe zu betrachten. Zugangsbeschränkte oder gar grundsätzlich abgesperrte Bereiche gab es nur wenige und das Betreten des Hafengebietes erfolgte lediglich auf eigene Gefahr. Dann aber erfolgten die terroristischen Anschläge von New York und Washington am 11. September 2001, die in der Folge zu gravierenden Veränderungen auf dem Gebiet des Gefahrenabwehrrechts geführt haben. Betroffen waren neben dem Luftverkehr insbesondere auch Häfen und die Schifffahrt. Schiffe in der internationalen Fahrt waren dabei sowohl als Bedrohungsobjekte als auch als potenzielle Tatwerkzeuge für terroristische Zwecke

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [iven.kraemer@wah.bremen.de](mailto:iven.kraemer@wah.bremen.de) (I. Krämer)

identifiziert worden, so dass die Schnittstelle Schiff/Hafen in den Focus der Sicherungsmaßnahmen gerückt worden ist.

Ein wesentlicher Schritt dafür erfolgte am 12. Dezember 2002 auf der diplomatischen Konferenz von London, bei der durch die International Maritime Organisation (IMO) eine grundlegende Änderung der *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)* beschlossen wurde. Angefügt wurde ein neues Kapitel XI-2 mit 13 Regeln zur Verbesserung der Gefahrenabwehr in der Schifffahrt und an Hafenanlagen und als Entschließung 2 zu diesem Kapitel wurde der *International Ship and Port Facility Security Code (ISPS-Code)* mit einem verbindlichen Teil A und einem empfehlenden Teil B ergänzt.

In der praktischen Ausgestaltung dessen ist auf europäischer Ebene am 31. März 2004 die Verordnung (EG) Nr. 725/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Erhöhung der Sicherheit auf Schiffen und in Hafenanlagen in Kraft getreten. Diese schreibt in den europäischen Häfen die Geltung des Teils A und gemäß Artikel 13 Abs. 5 der Verordnung auch von Teilen des Abschnittes B des ISPS-Codes verbindlich vor.

Mit der Richtlinie 65/2005/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Oktober 2005 erfolgte eine Ergänzung der nach der Verordnung (EG) Nr. 725/2004 bereits getroffenen Maßnahmen. Die Richtlinie sieht eine räumliche Ausdehnung des landseitig geschützten Gebiets von den Hafenanlagen, als Schnittstellen zwischen Schiff und Küste, auf das gesamte Hafengebiet vor.

#### *Beispiel: Umsetzung des ISPS-Codes in Bremen*

Nach dem Grundgesetz steht dem Bund für den wasserseitigen Schutz die Gesetzgebungskompetenz zu. Für den landseitigen Schutz sind die Länder zuständig. In Bremen ist die erforderliche Umsetzung durch das erste Bremische Hafensicherheitsgesetz (BremHaSiG) vom 06. Juli 2004 erfolgt. Seitdem werden für ca. 60 Hafenanlagen in Bremen und Bremerhaven in regelmäßigen Abständen behördliche Risikobewertungen erarbeitet, auf deren Grundlage die jeweiligen Betreiber der Hafenanlagen einen Gefahrenabwehrplan erstellen. Dieser Gefahrenabwehrplan ist der zuständigen Behörde zur Genehmigung vorzulegen. Die in dem Plan beschriebenen Eigensicherungsmaßnahmen wie z. B. Umzäunungen des Betriebsgeländes, Zugangskontrollen, Personenvereinzelungsanlagen, Schranken oder Kameraüberwachung sind von den Anlagenbetreibern umzusetzen und unterliegen der Kontrolle der zuständigen Behörden. Ein freier Zugang wie in früheren Jahren üblich, ist dementsprechend seit 2004 nicht mehr gestattet. Jede ISPS-zertifizierte Hafenanlage hat einen Beauftragten für die Gefahrenabwehr, den Port Facility Security Officer (PFSO) zu benennen, der bestimmte Bedingungen erfüllen muss und im Unternehmen für die Gefahrenabwehr verantwortlich ist und Behörden gegenüber als Ansprechpartner auftritt.

Die Umsetzung der Richtlinie 65/2005/EG durch den Ausbau des Schutzregimes gegen terroristische Anschläge auf den Gesamthafen ist in Bremen in den §§ 4-7 BremHaSiG ge-

regelt. Die dort umrissenen Aufgaben werden grundsätzlich als Staatsaufgabe verstanden. Die Risikobewertungen und Gefahrenabwehrpläne für den Gesamthafen werden von Behörden erstellt und ausgeführt. Privatpersonen haben lediglich Mitwirkungspflichten (z. B. zur Informationserteilung oder Zutrittsgewährung).

In der praktischen Ausgestaltung des ISPS Codes arbeiten in Bremen alle an dem Sicherungsprozess beteiligten Behörden, wie z. B. der Senator für Inneres, die Wasserschutzpolizei, der Hafenkaptän, das Hansestadt Bremische Hafenamts, die Umschlaggesellschaften, die Hafendienstleistungsunternehmen, Infrastrukturdienstleister sowie der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen eng zusammen. Es besteht einen regelmäßiger Austausch und feste Termine wie jährlich stattfindende Sitzungen des Hafensicherheitsausschuss oder Treffen der Sicherheitsbeauftragten der Unternehmen. Gemeinsam wird das Ziel verfolgt, die Gefahrenabwehr sachgerecht mit den bremischen Interessen an der Entwicklung der Hafenwirtschaft in Übereinstimmung zu bringen. Dabei ist eine sinnvolle Balance zwischen notwendigem Schutz einerseits und der Abwehr von Belastungen für die Wirtschaft sowie die Erhaltung von Freiräumen andererseits zu finden.

#### **Störungen der IT-Infrastruktur – neues Bedrohungspotenzial für Häfen und Schifffahrt**

Neben den physischen Bedrohungen wurden in jüngerer Zeit und mit erheblich steigender Tendenz Hackerangriffe auf diverse Infrastrukturträger und Wirtschaftsunternehmen bekannt, etwa auf Hafenterminals in Rotterdam, Antwerpen und San Diego oder auch auf diverse Reedereibetriebe. Der Weltmarktführer im Containertransport Maersk beispielsweise hat nach eigenen Angaben im Rahmen eines unspezifischen Cyberangriffs zuletzt rund 300 Mio. Euro Verlust erlitten und die Arbeit in vielen Terminals kam ganz oder teilweise zum Erliegen. Große Teile der unternehmenseigenen IT-Infrastruktur mussten innerhalb von wenigen Tagen ausgetauscht werden.

Dementsprechend sehen nicht nur Reedereien und Hafenbetreiber, sondern zunehmend auch die Verlader und Versicherungen in Cyber-Angriffen auf Schiffe und Häfen ein erhebliches Risiko, dessen Gefährdungspotenzial für globale Supply Chains inzwischen deutlich höher bewertet wird als das der internationalen Piraterie. Die verschiedenen Vorfälle haben eindrucksvoll dargestellt, welches Gefahrenpotential die weltweite Vernetzung von Computersystemen birgt und welche neuen Herausforderungen im Bereich der Gefahrenabwehr zu bewältigen sind. Fast täglich berichtet die Presse inzwischen von gravierenden Cyberangriffen. Durch die zunehmende Digitalisierung sind Kommunikations- und Geschäftsprozesse erheblich beschleunigt worden, gleichzeitig bieten sich Cyberangreifern aber auch vielfältige Möglichkeiten der Sabotage und des Datendiebstahls.

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik

(BSI) nimmt mit seinen Einrichtungen und Aktivitäten bereits zahlreiche Aufgaben zur Umsetzung der Cyber-Sicherheit in Deutschland wahr. Hierzu gehört u. a. auch der Schutz Kritischer Infrastrukturen. Nach der Definition des BSI sind Kritische Infrastrukturen (KRITIS) Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden. So sind Betreiber kritischer Infrastrukturen angehalten, IT-Sicherheitsstandards einzuhalten und sicherheitsrelevante Vorfälle zu melden. Häfen sind aufgrund ihrer Komplexität und ihrer vielfältigen Akteurs-Beziehungen bislang nicht per se als kritische Infrastrukturen eingestuft, aber natürlich erfüllen sie ab einer bestimmten Größe und Vernetzung die genannten Kriterien.

### Häfen im Blickfeld der Cyber-Security

In modernen Häfen wird die Abwicklung des Umschlags und der dazugehörigen Lager- und Transportbewegungen längst komplett digital gesteuert. Alle am Hafentransport beteiligten Akteure (wie z. B. Terminalbetreiber, Reeder, Spediteure, Betreiber von Hafen-IT, Bahn, Hafenbehörden und Zoll) sind in einem komplexen Verbund miteinander vernetzt und aufeinander angewiesen, weshalb sie kontinuierlich vielfältige Informationen und große Datenmengen untereinander austauschen.

Sollte es nach Darstellung des Institutes für Seeverkehrswirtschaft und Logistik in Bremen einem Angreifer gelingen, Teilnehmer des Verbundes zu werden – sei es durch einen Angriff auf das IT-System eines Hafentakteurs oder als Innentäter –, kann er manipulierte Nachrichten in das Gesamtsystem (Kommunikationsverbund) einzuspielen versuchen, die auf den ersten Blick korrekt aussehen. Diese Nachrichten erscheinen dann den einzelnen Hafenanwendungen plausibel und werden entsprechend weiterverarbeitet. Selbst wenn die einzelnen Systeme der Hafentakteure nach dem Stand der Technik abgesichert sind, bedeutet das nicht automatisch, dass der gesamte Hafenkommunikationsverbund im Zusammenspiel sicher ist, und das vor dem Hintergrund, dass IT-Angriffe in Zukunft immer raffinierter werden. Deshalb ist ein Schutz in vielerlei Richtungen unerlässlich. Besonders gravierend wäre ein Ausfall der Hafeninfrastruktur durch Sabotage, der zu Versorgungsengpässen bei der Bevölkerung führen könnte. Schließlich werden mehr als 90 Prozent der weltweit gehandelten Güter auf dem Seeweg transportiert.

### Organisatorische Maßnahmen zur Cyber-Abwehr in den Häfen

Angesicht der wachsenden Cyber-Gefährdung ist zu beobachten, dass immer mehr Hafen- und Logistikakteure wie

Reedereien, Terminalbetriebe und Hafenmanagementgesellschaften der neuen Form der Bedrohung mit organisatorischen Anpassungen und zum Teil auch neuen Strukturen begegnen. Der ISPS-Code verlangt zwar bereits, dass bei der Risikobewertung von Hafenanlagen auch die IT-Infrastruktur der Unternehmen betrachtet werden soll. Weitere konkretere Maßnahmen sieht der ISPS-Code bislang jedoch nicht vor. Aktuell werden im internationalen Rahmen wie auf der IMO-Ebene Richtlinien für die maritime Wirtschaft erarbeitet, die sich mit der Cybersicherheit beschäftigen. So hat der Schiffssicherheitsausschuss MSC im Juni 2018 gemeinsam mit dem FAL-Ausschuss Richtlinien betreffend Cybersicherheit erlassen (MSC-FAL.1/circ.3). Diese Vorgaben sind zunächst jedoch nicht verbindlich, sondern haben nur empfehlenden Charakter und die IMO beabsichtigt zunächst, die Umsetzung der empfehlenden Vorgaben abzuwarten.

Aus Hafenperspektive ist der inhaltliche Handlungsbedarf zur Cyber-Security seit den o. g. Vorfällen allerdings unumstritten. Der Hafen von Rotterdam beispielsweise hat in diesem Kontext im Hafenmanagement bereits seit 2017 eine zentrale Stelle für Cybersicherheit eingerichtet. Diese wurde beim Hafenamts organisatorisch angebunden und dem Aufgabenbereich des Hafenskapitäns zugeordnet. Ebenso hat der Hafen von Amsterdam in 2018 bekannt gegeben, ein Cyber Security-Programm mit einer Hotline installiert zu haben, um frühzeitig vor digitalen Bedrohungen Kenntnis zu erhalten und Informationen mit den am Netzwerk beteiligten Firmen auszutauschen. Die zuständige Hafenmeisterin wird dabei mit den Worten zitiert: Cyberattacken sind nicht durch physische Grenzen aufzuhalten.

Auch der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen der Freien Hansestadt Bremen als zuständige Behörde für das Thema Hafensicherheit hat sich aktiv mit der Herausforderung Cyber Security befasst und dafür gesorgt, dass ab 2019 die Funktion eines Port Cyber Resilience Officers für die bremischen Häfen bei der städtischen Hafenmanagementgesellschaft bremenports eingerichtet wird. Aufgabe ist es, die Thematik der Cyber-Security inhaltlich zu verfolgen und als zentrale Ansprechstelle für interne und externe Fragen zur Verfügung zu stehen. Zudem soll der Port Cyber Resilience Officer für die Unternehmen im Hafen und im Transportsektor eine koordinierende Funktion zur Thematik übernehmen. Ebenso hat Niedersachsen mit Beginn des Jahres 2019 die Stelle eines Port Cyber Security Officers eingerichtet und in Hamburg werden innerhalb der Hamburg Port Authority ähnliche Aufgaben wahrgenommen.

Die beschriebenen Aktivitäten zeigen trotz der noch fehlenden bzw. nicht abschließenden rechtlichen Vorgaben und Verpflichtungen, dass in den Häfen grundsätzlich vergleichbare Ansatzpunkte zum Umgang mit Cyber-Bedrohungen bestehen. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Ansatzpunkte anhand der Anforderungen weiterentwickeln werden, wobei eine enge Zusammenarbeit und ein gezielter Austausch unter den Port-Cyber-Spezialisten auf nationaler und europäischer Ebene sinnvoll sein wird.



## Cyber-Security in Häfen und Schifffahrt als Forschungsgegenstand

Im Oktober 2018 ist in Bremerhaven das **Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen** des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) eröffnet worden. Vor dem Hintergrund von Energiewende, Digitalisierung, innovativer Mobilität und globaler Vernetzung widmet sich das neue Institut der Aufgabe, die dafür notwendigen Infrastrukturen wie Häfen und Offshore-Windanlagen vor Unfällen, terroristischen oder anderen Angriffen zu schützen. Es ist europaweit das erste Institut seiner Art. Die Einrichtung wird bei seiner Arbeit unter anderem eng mit der Bundespolizei und mit weiteren Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, aber auch mit Nichtregierungsorganisationen wie der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger und der Wirtschaft zusammenarbeiten.

Bremen hat in den zurückliegenden Jahren im Kontext der Digitalisierung im Bereich Forschung und Entwicklung hohe Kompetenz aufbauen können. Dementsprechend verfolgen die Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Land Bremen bereits heute eine Vielzahl von zum Themenbereich der Digitalisierung gehörenden Ideen, Projekten und Maßnahmen (Fördermittelgeber sind verschiedene Bundesministerien und/oder die EU). Mit Bezug zum Thema Hafensicherheit bzw. Sicherung der Lieferkette zählen unter anderem folgende Projekte:

**SecProPort** läuft seit November 2018 für die Dauer von drei Jahren im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur im Rahmen des Förderprogramms IHATEC. Neben der BLG Logistics Group, dem Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) und der Universität Bremen sind noch die dbh Logistics, die Reederei Hapag Lloyd, die Duisburger Hafen AG, das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz und die Firma Datenschutz CERT an dem mit rd. 2,8 Mio. Euro geförderten Projekt beteiligt. Mit den verschiedenen Partnern aus dem gesamten Tätigkeitsfeld der Hafenlogistik soll anhand einer Prozess- und Bedrohungsanalyse eine übergreifende Sicherheitsarchitektur für den Kommunikationsverbund im und um den Hafen entwickelt werden. In besonderem Blickfeld stehen dabei die Datenschnittstellen, die häufig ein Ziel von Hackerangriffen darstellen. Zudem sollen Maßnahmen entwickelt werden, die im Schadensfall die Auswirkungen auf andere Akteure des Verbunds minimieren und das betroffene Netz in kontrollierter Weise wieder in den Normalzustand zurückführen.

**PortSec- IT-Risikomanagement in der Hafentelematik** - Ziel des Verbundprojekts PortSec ist die Erforschung eines systematischen und umfassenden IT-Risikomanagements in der Hafentelematik. Die Heterogenität der Software in den verschiedenen Systemen der beteiligten Unternehmen und Behörden und deren Interaktionen bergen spezifische IT-Sicherheitsrisiken, die es zu identifizieren gilt. Die Verbundkoordination lag beim Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik, Partner waren die dbh Logistics IT AG, daten-

schutz cert GmbH und die Universität Bremen. (01.09.2016 – 01.08.2018, Volumen 1,68 Mio. €, davon 76 % Förderanteil, KMU-innovativ, BMBF).

Im Kontext der Hafensicherheit war Bremen an nationalen und internationalen Forschungsvorhaben, wie beispielsweise **ECSIT, CASSANDRA und CORE** beteiligt. Ziel des EU-Projektes CASSANDRA (Common Assessment and Analysis of Risk in Global Supply Chains) war eine Erhöhung der Sicherheit internationaler Containertransportbewegungen durch Optimierung der Sichtbarkeit vorhandener Informationen. Dazu wurde im Zeitraum Juni 2011 bis Mai 2014 ein Data-Sharing-Konzept entwickelt, das sowohl Wirtschaft als auch Behörden eine erweiterte Bewertung der Risiken erlaubt. Darüber hinaus war Bremen als Partner an dem EU-Projekt CORE (Consistently Optimised Resilient Secure Global Supply Chains) beteiligt, welches über einen Zeitraum von vier Jahren lief und im März 2018 endete. CORE ist eines der bislang größten europäischen Forschungs- und Demonstrationsvorhaben mit rund 70 Partnern. Das Projekt hat gezeigt, wie der Schutz und die Sicherung der globalen Lieferkette sowie eine Verringerung Störungsanfälligkeiten erreicht werden kann. Weiterhin ist das Projekt **MITIGATE** zu nennen, wobei es um die Untersuchung kritischer IT-Schnittstellen geht. Entwickelt wurde eine dynamische, modulare Softwarelösung, die sowohl die Erkennung als auch die Analyse und die Bewertung von möglichen Sicherheitslücken leistet. Bremen war hier aktiv durch die dbh Logistics IT AG vertreten. Zudem unterstützen die zuständigen Stellen der Hafensicherheit diverse Sicherheitsprojekte durch Bereitstellen von Informationen bzw. durch Interviews, wie aktuell beim Sicherheitsprojekt **LOMA**, wo es um die Ermöglichung der Erstellung automatischer Lagebilder geht.

## Fazit

Ausgehend von der Analyse und Beschreibung der Cyber-Security als neuem Handlungsfeld der Hafensicherheit kann eindeutig festgestellt werden, dass die weiter fortschreitende Digitalisierung und Vernetzung zu einer ebenso weiter wachsenden Angreifbarkeit von Häfen und internationalen Transportketten führen wird. Die Bedrohungsszenarien werden sich weiterentwickeln, so dass den neuen Herausforderungen nur in enger Zusammenarbeit und Abstimmung zu begegnen ist. Sowohl auf Länderebene als auch beim Bund und der Europäischen Union sind Kommunikation und Austausch zu stärken, die Kompetenzen im Bereich Cyber-Security zu erhöhen und aufeinander abgestimmte, vielleicht sogar gemeinsame Strategie zu entwickeln. Verbunden sein wird diese Entwicklung mit der Festlegung von Standards und rechtlichen Vorgaben, wozu von Seiten der Häfen bereits jetzt durch die Schaffung erster Strukturen und die Umsetzung organisatorischer Maßnahmen wichtige Vorarbeiten geleistet werden.

## Was hindert Länder im südlichen Afrika an einer weiteren Verbesserung der Supply Chain-Leistung?

Stephan Hofmann\*

HPC Hamburg Port Consulting GmbH, Ballinkai 1, 21129 Hamburg, Deutschland

### Abstract

Die Mehrheit der Länder im südlichen Afrika liegt weit unter ihrem Supply Chain-Potenzial. Zugleich ist die ökonomische Entwicklung in vielen Ländern in der breiten Bevölkerung gering. Ziel dieses Projektes war es, Engpässe von Supply Chain-Leistung zu identifizieren und Maßnahmen zu bewerten, um Supply Chain-Leistung und ökonomische Entwicklung in ausgewählten Ländern im südlichen Afrika steigern zu können. Dabei wurden ökonomische, politische, kulturelle, technische und organisatorische Faktoren berücksichtigt.

Schlagwörter/Keywords:

Engpässe, Logistik-Leistung, Supply Chain-Leistung, Südliches Afrika

### Engpässe von Supply Chain-Leistung im südlichen Afrika

Seehäfen, Straßentransport, Schienentransport und Produktionsstandorte sowie ihre Koordinationsfunktionen (hier zusammengefasst als Supply Chains) im südlichen Afrika sind durch sehr unterschiedliche Leistungsgrade charakterisiert. Vergleiche der Supply Chain-Leistung von Ländern im südlichen Afrika zeigen, dass nur sehr wenige Länder als sogenannte „Supply Chain Performer“ beschrieben werden können. Einige Länder können als „Upper“ oder „Lower Partial Supply Chain Performer“ beschrieben werden. Dann gibt es Länder, die als „Supply Chain Underperformer“ beschrieben werden können (Arvis et al. 2016: 9-10, 38-41; UNIDO & UNCTAD 2011: 43-51; WEF 2017: 326-332). Anders ausgedrückt, die Mehrheit der Länder liegt weit unter ihrem Supply Chain-Potenzial. Dies ist so trotz der Tatsache, dass Supply Chain-Leistung über die gelingende Einbindung einer Volkswirtschaft in internationale Wertschöpfungsnetzwerke entscheidet (Saslavsky & Shepherd 2012). Die Einbindung in internationale Wertschöpfungsnetzwerke hat einen Einfluss auf die Gestaltung von lokalen Wertschöpfungsnetzwerken einer Volkswirtschaft. So kann Supply Chain-Leistung einen wesentlichen Beitrag zu ökonomischem Wachstum und ökonomischer Entwicklung eines Landes leisten. Gleichzeitig ist die ökonomische Entwicklung in vielen Ländern des südlichen Afrikas in der

breiten Bevölkerung verhältnismäßig gering (UNDP 2016: 198-201).

### Supply Chain-Leistung und ökonomische Entwicklung

Viele Berichte verdeutlichen, dass Logistik und Supply Chains einen positiven Beitrag zu ökonomischem Wachstum und zu ökonomischer Entwicklung eines Landes leisten können. So beschreiben die Autoren des Connecting to Compete Berichtes, dass Logistik eine der wesentlichen Beitragenden zur ökonomischen Entwicklung ist (Arvis et al. 2016: 1). Die Autoren des Global Competitiveness Report geben an, dass das Niveau der Produktivität, in anderen Worten die Wettbewerbsfähigkeit, als eine der Haupt-Determinanten von ökonomischer Entwicklung angesehen wird (WEF 2017: 11). Die Autoren des Atlas of Economic Complexity schreiben, dass eine Verbesserung der Produktionskomplexität ein verlässlicher Ansatz zur Erreichung von ökonomischer Entwicklung ist (Hausmann et al. 2013: 66). Das Verhältnis von Supply Chains auf der einen Seite und ökonomischer Entwicklung auf der anderen Seite ist jedoch deutlich komplexer als diese kurzen Aussagen suggerieren. Basierend auf bestehender Literatur hat diese Arbeit vier wesentliche Mechanismen identifiziert, über die Supply Chain-Leistung zu ökonomischer Entwicklung eines Landes beitragen kann:

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [s.hofmann@hpc-hamburg.de](mailto:s.hofmann@hpc-hamburg.de) (S. Hofmann)

Dies sind (1) der Austausch von Gütern, (2) der Austausch von Wissen, (3) lokale Wertschöpfung und Integration in Wertschöpfungsnetzwerke sowie (4) externer Zusatznutzen und ökonomische Agglomeration. Aus einer nationalen Entwicklungsperspektive kann grundsätzlich gesagt werden, dass es wert ist, Supply Chain-Leistung einer Region oder eines Landes zu fördern. Jedoch müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden. Erstens, wie im Fall von Handel, in Abhängigkeit von der konkreten Gestaltung von Supply Chains, kann Supply Chain-Leistung sowohl positive als auch negative Effekte auf ökonomisches Wachstum und ökonomische Entwicklung eines Landes haben. Zweitens, ob ökonomisches Wachstum angemessen in ökonomische Entwicklung übersetzt wird, hängt wesentlich auch von der Gestaltung von Institutionen, im Sinne von Regeln, eines Landes ab (cf. WEF 2017: 7).

### Ziel des Projektes

Die Logistik- und Produktionsleistung von Ländern wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt. Während einige Faktoren eine Ausprägung haben können, die förderlich für Supply Chain-Leistung ist, können andere Faktoren eine Ausprägung haben, die hemmend auf Supply Chain-Leistung wirkt. Trotz positiver Beiträge von förderlichen Faktorausprägungen, können negative Beiträge die Supply Chain-Leistung begrenzen. Es könnte angenommen werden, dass in einem Land mit geringer Supply Chain-Leistung alle diese Faktoren eine geringe Leistung aufweisen und damit alle verbessert werden müssten, um die Supply Chain-Leistung zu steigern. Jedoch leisten verschiedene Faktoren einen unterschiedlichen Beitrag zur Supply Chain-Leistung (cf. Hausmann & Klinger & Wagner 2008: 17). Zudem mag es verlockend sein, alle Faktoren verbessern zu wollen, die die Supply Chain-Leistung bestimmen. Aufgrund der Vielzahl von Faktoren und begrenzten Ressourcen ist es jedoch unwahrscheinlich, dass dieser Ansatz zum Erfolg führt (cf. Hausmann & Rodrik & Velasco 2008: 329; UNIDO & UNCTAD 2011: 34). Vielmehr sollten Maßnahmen der Verbesserung auf Faktoren gerichtet werden, die den effektivsten und effizientesten Einsatz von Ressourcen versprechen (Hall & McCalla & Comtois 2011: 1; Feige 2007: 25).

Ziel dieses Projektes war es, ausschlaggebende Engpässe von Supply Chain-Leistung zu identifizieren und Verbesserungsmaßnahmen zu bewerten, um schließlich Supply Chain-Leistung in ausgewählten Ländern im südlichen Afrika zu steigern. Die zentrale Frage dieser Arbeit war, was hindert Länder im südlichen Afrika an einer weiteren Verbesserung der Supply Chain-Leistung.

Dabei wurden sowohl ökonomische, politische, kulturelle, technische als auch organisatorische Faktoren als mögliche Engpassfaktoren in Betracht gezogen. Es wurden einerseits Maßnahmen von Supply Chain-Akteuren berücksichtigt, die einen unmittelbaren Einfluss auf die Supply Chain-Leis-

tung haben; andererseits wurden Maßnahmen von Supply Chain-Akteuren berücksichtigt, die Maßnahmen von anderen Akteuren hervorrufen könnten. Zu den letzteren zählen insbesondere auch Maßnahmen des öffentlichen Sektors.

Der Umfang des Projekts wurde in zwei Dimensionen begrenzt; zum einen im geographischen und zum anderen im funktionalen Umfang. Der geographische Umfang wurde zunächst auf Länder auf dem Festland der Southern African Development Community (SADC) begrenzt. In einem Fallauswahlprozess wurden drei Länder als zentrale Fälle ausgewählt. Diese Länder weisen eine Reihe von gemeinsamen Ausprägungen in Faktoren auf, die Supply Chain-Leistung bestimmen; zugleich haben diese Länder große Unterschiede in der Supply Chain-Leistung. Diese Länder umfassen, als „Supply Chain Underperformer“ Angola, als „Partial Supply Chain Performer“ Namibia und als „Supply Chain Performer“ Südafrika. Da die Supply Chain-Leistung von Nachbarländern die Leistung in diesen drei Küstenländern mitbestimmt und teilweise auch rechtfertigt, wurden Nachbarländer als periphere Fälle ergänzend in dieser Arbeit mitberücksichtigt.

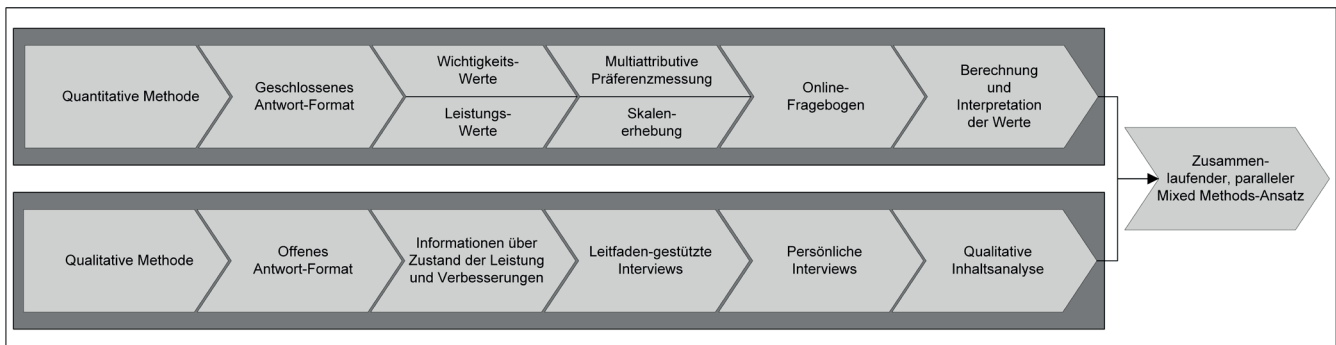
Der funktionale Umfang wurde auf Seehäfen, Straßen-transport, Schienentransport und Produktionsstandorte beschränkt. Lufttransport spielt zwar eine wichtige Rolle in Supply Chains im südlichen Afrika, blieb jedoch weitgehend unberücksichtigt, um sicherzustellen, dass der Fokus dieser Arbeit nicht beeinträchtigt wird. Gleiches gilt für Flüssig-massengüter im Pipelinetransport. Binnenwasserstraßen stellen zwar einen kosten-effizienten Verkehrsträger dar, sind aber selten im südlichen Afrika und damit von geringer Wichtigkeit hier.

### Vorgehen zur Identifizierung von Engpässen

Es besteht bereits eine Vielfalt von Ansätzen und Berichten zum Vergleich von einzelnen Komponenten von Supply Chain-Leistung. Während sich einige Ansätze ausschließlich auf die Effizienz-Komponente von Leistung beschränken, berücksichtigen andere Ansätze – wenngleich in unterschiedlichem Ausmaß – sowohl die Effizienz als auch die Effektivitäts-Komponente von Supply Chain-Leistung. Ansätze, die beide Komponenten berücksichtigen, umfassen unter anderem den World Bank „Connecting to Compete“- und den „Doing Business“-Bericht, den Center for International Development der Harvard University „Atlas of Economic Complexity“, den World Economic Forum „Global Competitiveness Report“ und die World Bank „Worldwide Governance Indicators“. Wenngleich diese fünf Berichte wichtige Start- und Referenzpunkte lieferten, waren sie jedoch nicht in der Lage, die zentrale Frage dieser Arbeit zu beantworten. Daher war es notwendig, ein methodisches Vorgehen zu gestalten, das es ermöglichte, die Engpässe zu identifizieren.

Ein Fallstudien-Forschungsdesign stellte die Grundlage dar. Die Annahme war, dass die ausgewählten Länder eine Reihe von gemeinsamen Ausprägungen in den Faktoren



**Abbildung 1:** Vorgehen und Methoden

Quelle: Eigene Darstellung.

haben, die Supply Chain-Leistung bestimmen, zugleich jedoch starke Unterschiede in der Supply Chain-Leistung aufweisen. Eine quantitative Methode, das heißt ein Online-Fragebogen, und eine qualitative Methode, qualitative Interviews, wurden ausgewählt, um die notwendigen Informationen zu generieren. Mit Hilfe einer Conjoint-Analyse und Likert-Type-Skala ermittelte der Online-Fragebogen Wichtigkeits- und Leistungswerte von Bestandteilen von Supply Chain-Leistung. Basierend auf Leitfaden-gestützten Interviews erfragten die qualitativen Interviews Informationen hinsichtlich des Zustandes der Supply Chain-Leistung (u. a. Stärken, Schwächen, Ursachen) und möglichen Verbesserungen (u. a. Bereiche und Maßnahmen der Verbesserung, erwartete Verantwortlichkeiten, mögliche Hindernisse und Best-Practices). Dies erfolgte jeweils für die Bereiche Seehäfen, Straßentransporte, Schienentransporte und Produktionsstandorte. Beide Informationsstränge wurden schließlich in einer gemeinsamen Analyse zusammengeführt, wie in Abbildung 1 dargestellt.

Im Zeitraum von Mai 2016 bis Dezember 2016 wurden insgesamt 45 Fragebögen ausgefüllt und es wurden – vor allem persönlich vor Ort, aber auch telefonisch – 42 Interviews geführt. Die Daten und Informationen wurden mithilfe von statistischen Analyseanwendungen und der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet.

### Engpässe von Supply Chain-Leistung in ausgewählten Ländern

Die Ergebnisse zeigen die folgende Situation für die Länder Angola, Namibia und Südafrika:

#### Angola

Ein (1) Mangel an öffentlichen und privaten Devisen, (2) Defizite in dem Import-orientierten Transportsystem, (3) Defizite im inländischen Transportsystem, (4) Defizite in der Elektrizitätsversorgung sowie (5) Defizite im Bildungswesen und den Arbeitskräften hemmen die Supply Chain-Leistung in Angola. Das Land muss zunächst ein angemessenes Im-

port-orientiertes und inländisches Transportsystem sowie eine angemessene allgemeine wirtschaftliche Infrastruktur erreichen, bevor es eine Markt-orientierte landwirtschaftliche und industrielle Produktionsindustrie aufbauen kann und damit die Wirtschaft diversifizieren kann.

#### Namibia

Die (1) geringe inländische Marktgröße, (2) Defizite im Schienentransportsystem, (3) Defizite im Bildungswesen und den Arbeitskräften, (4) Defizite in der Wasserversorgung, (5) Defizite in der Elektrizitätsversorgung sowie (6) Defizite in der Investitionspolitik hemmen die Supply Chain-Leistung in Namibia. Das Land muss sein inländisches und grenzüberschreitendes Transit-Transportsystem erhalten und stärken sowie produzierende Unternehmen anziehen, um wiederum höhere Transportvolumina zu erreichen.

#### Südafrika

Die (1) unzureichende Schienentransportleistung, (2) Defizite bei Grenzübergangprozessen, (3) Defizite im Bildungswesen und bei den Arbeitskräften, (4) Defizite in der öffentlichen Arbeitsmarktpolitik sowie eine unzureichende politische und ökonomische Stabilität hemmen die Supply Chain-Leistung von Südafrika. Das Land muss seine relative Supply Chain-Leistung und Relevanz im südlichen Afrika halten und stärken, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Während Angola vor allem aber nicht ausschließlich durch Defizite in Basisfaktoren in der Supply Chain-Leistung gehemmt wird, werden Namibia und insbesondere Südafrika durch Defizite in Fortschrittsfaktoren in der Supply Chain-Leistung beschränkt. Angola steht vor Aufgaben, die Namibia und Südafrika längst bewältigt haben. Es wurde berichtet, dass Angola in einer Reihe von Faktoren auf Namibia und Südafrika schauen sollte, um Supply Chain-Leistung zu verbessern. Obwohl Namibia aufgrund der geringeren Volumina gegenüber Südafrika, in der Übernahme von neuen Technologien, hinter Südafrika bleiben wird, wurde berichtet, dass Namibia von einigen guten Beispielen in Südafrika

lernen kann. Für Südafrika wurde berichtet, dass es zwar einige gute Beispiele auf dem afrikanischen Kontinent gibt, von denen Südafrika lernen könnte, die meisten guten Beispiele für Südafrika sind jedoch außerhalb des Kontinents zu finden.

### Relevanz der Ergebnisse für andere Länder und Regionen

Die Fallstudienforschung zeigte eine Reihe von Erkenntnissen, die zwar in erster Linie für die drei ausgewählten Länder und das südliche Afrika von Relevanz sind, aber auch für andere Länder und Regionen von Wert sein können.

Erstens, wie die Fälle von Angola, Namibia und Südafrika zeigen, haben bisherige Entwicklungspfade das heutige Design von Supply Chain-Systemen im südlichen Afrika geprägt. Trotz Veränderungen im Zeitverlauf erklären historische Ausrichtungen von Supply Chain-Systemen ihre heutige Gestaltung. Auf der einen Seite können vergangene Gestaltungen förderlich für Supply Chain-Leistung sein; auf der anderen Seite erklären vergangene Gestaltungen noch heutige Schwachstellen und sogar wesentliche Engpässe. Aufgrund der Tatsache, dass Supply Chain-Systeme in vielen Ländern auf dem afrikanischen Kontinent gestaltet wurden, um ihre Kolonialmächte mit Rohstoffen zu versorgen und schließlich eine Entwicklung hin zu einer stärker unabhängigen Volkswirtschaft verhinderte, könnte dies auch auf andere Länder zutreffen.

Zweitens, wie der Fall von Angola zeigt, haben und halten nach wie vor Konflikte und Kriege eine Reihe von Ländern von einem Fortschreiten oder einer Aufrechterhaltung ihrer Stufe der Supply Chain-Leistung und ökonomischen Entwicklung ab – während andere Länder die Chance haben, sich vorwärts zu bewegen. Diese Länder litten nicht nur unter verheerenden Kriegen, sondern auch unter einer Vernachlässigung der Entwicklung einer sich selbsttragenden Wirtschaftsstruktur. Aufgrund des Fehlens von einer Vielzahl von Faktoren müssen diese Länder zunächst Basisfaktoren von Supply Chain-Systemen bereitstellen, bevor fortgeschrittene Ziele erreicht werden können. Wie der Fall von Angola zeigt, sind Defizite in der physischen Infrastruktur offensichtlich; Defizite bestehen jedoch gleichermaßen in nicht-physischer Infrastruktur, wie formelle und informelle Institutionen. Obwohl der Krieg vor mehr als 16 Jahren endete, informelle Vorgehensweisen, die während des Krieges entstanden und sich etablierten, existieren heute nach wie vor. Ausbildung und Training ist ein weiterer Bereich, der häufig nicht ausreichend Aufmerksamkeit erhalten hat.

Drittens, wie der Fall von Angola, Namibia und Südafrika zeigte, wenngleich auf unterschiedlichen Niveaus, ist die Schienentransportleistung in allen drei Ländern unzureichend. Entweder sind Schienentransportdienstleistungen nicht verfügbar, die Leistungsniveaus und/oder Kosten sind nicht wettbewerbsfähig oder aber die Leistungsniveaus und/oder Kosten erfüllen nicht die minimal erforderlichen

Leistungsniveaus oder Kosten, um überhaupt einen Schienentransport zu ermöglichen. Dies verhindert zudem eine regionale Integration von Schienentransportsystemen im südlichen Afrika. Hinzu kommen Unterschiede in der Infrastruktur und im Equipment zwischen den Ländern. Wenngleich sich die Anforderungen an die Transporteigenschaften über die letzten Dekaden verändert haben und Schienentransport für viele Geschäftsvorfälle nicht mehr die bevorzugte modale Option darstellt, hat der Schienentransport in heutigen Supply Chain-Systemen nach wie vor eine wichtige Rolle zu spielen, insbesondere im multimodalen Langdistanz-Hinterland- und grenzüberschreitenden Transport. Unzureichender Schienentransport scheint nicht nur in den drei ausgewählten Ländern der Fall zu sein und deren inländische und grenzüberschreitende Transport- sowie Supply Chain-Leistung zu beschränken, sondern in vielen weiteren Ländern auf dem afrikanischen Kontinent ebenso. Wichtig hervorzuheben ist an dieser Stelle, dass eine Wiederbelebung von Schienentransportsystemen nicht lediglich die Rekonstruktion und Entwicklung von Infrastruktur umfasst, sondern die Wiederherstellung und Entwicklung von angemessen funktionierenden Betriebsabläufen gleichermaßen.

Viertens, eine illegale Umgehung von Straßentransportregulationen ist ein Thema in allen drei Ländern. Der starke Wettbewerb in der Straßentransportbranche zusammen mit einer unzureichenden Anwendung des geltenden Rechts, oder unzureichenden Gesetzgebung, schaffen Anreize für eine Umgehung der öffentlichen Regulation. Illegale Umgehung von Transportregulationen erschwert eine nachhaltige Entwicklung des Transportsektors und, demzufolge, eine nachhaltige Entwicklung von Supply Chain-Leistung. Es gibt Anzeichen, dass eine illegale Umgehung von Straßentransport-Regulation ebenso ein Thema in anderen Ländern auf dem afrikanischen Kontinent ist.

Fünftens, wie die Fälle von Angola, Namibia und Südafrika zeigen, werden wesentliche Teile von Supply Chains von politischen Entscheidungsträgern oft als ein Mittel zur Erreichung von nationalen ökonomischen Entwicklungszielen gesehen. Aufgrund des hohen Beteiligungsgrades des öffentlichen Sektors in Supply Chains in Namibia und Südafrika, wie in Häfen und Schienentransportsystemen, und allgemeiner Infrastruktur, wie Elektrizitäts- und Wasserversorgung, wird die Verantwortung oft bei dem öffentlichen Sektor gesehen. Darüber hinaus besteht in diesen beiden Ländern ein hoher Grad des Eingriffs in den privaten Sektor. In beiden Ländern fühlt sich der öffentliche Sektor verantwortlich, Unterschiede aus der Vergangenheit abzumildern beziehungsweise zu beseitigen – einerseits durch die aktive Rolle als Supply Chain-Akteur und andererseits durch öffentliche Regulation. Dennoch gibt es Kontroversen über die angemessene Rolle und den Grad der Beteiligung und Intervention des öffentlichen Sektors in Supply Chains. In Angola ist die Rolle des öffentlichen Sektors als direkter Akteur im Betrieb von Supply Chains geringer als in Namibia und Südafrika. Den-

noch besteht auf der einen Seite ein erheblicher Grad der öffentlichen Intervention und auf der anderen Seite gibt es Defizite in der notwendigen öffentlichen Regulation des privaten Sektors. Wenngleich unter anderen Umständen, infolge von Defiziten in der ökonomischen Entwicklung, könnte dieses Dilemma ebenso auch in anderen Ländern vorzufinden sein.

Sechstens, wie die Fälle von Namibia und Südafrika und ebenso, seit der Rezession, von Angola zeigen, bringt der Mangel an finanziellen Ressourcen eine Rivalität zwischen auf der einen Seite sozio-ökonomischen Faktoren, wie einer allgemeinen Infrastruktur, und auf der anderen Seite Supply Chain-Faktoren. Aufgrund von Defiziten in der ökonomischen Entwicklung müssen diese Regierungen einen Mittelweg finden zwischen Ausgaben und Entwicklung von sozialen und ökonomischen Bereichen. Dies ist wichtig zu betonen, nicht nur aufgrund der Tatsache, dass ökonomische Entwicklung als ein primäres Ziel von Ländern angesehen werden sollte, sondern auch aufgrund der Tatsache, dass das Niveau der ökonomischen Entwicklung einen Einfluss auf die Supply Chain-Leistung eines Landes hat. Dies könnte ebenso auf Länder auf einer niedrigen ökonomischen Entwicklungsebene mit erheblichen Herausforderungen in der Supply Chain-Leistung zutreffen.

Siebtens, wie die zentralen und angrenzenden Fälle dieser Fallstudienarbeit zeigen, ist die ökonomische Integration deutlich unter ihrem Potenzial und alle drei Länder könnten von einem höheren Grad der ökonomischen Integration einen Nutzen ziehen. Jedoch hemmt eine Reihe von Faktoren eine höhere Integration und damit weitere Entwicklung des regionalen Supply Chain-Systems im südlichen Afrika. So stellen Umsätze vom Handel nach wie vor eine wichtige Quelle von öffentlichen Einnahmen in einigen Ländern dar. Eine Freihandelszone gibt es nach wie vor nicht im südlichen Afrika. Als Folge daraus müssen Transporte an Grenzübergängen für Grenzkontrollen stoppen. Wenngleich eine Abschaffung von Grenzkontrollen, zum jetzigen Zeitpunkt, nicht angemessen wäre, besteht ein erhebliches Verbesserungspotenzial hinsichtlich der Infrastruktur, der Prozesse, der Gesetzgebung und Einhaltung von Gesetzen an Grenzübergängen. Darüber hinaus erfordern Unterschiede in der Gesetzgebung und Standardisierung über Länder zusätzliche Vorgehensweisen zur Einhaltung der Gesetze. Eine Harmonisierung und Standardisierung ist noch am Anfang im südlichen Afrika. So sollten zum Beispiel Zolldokumente, Bruttogewichtsbeschränkungen und Anforderungen an die technische Qualität von Fahrzeugen über die Länder harmonisiert werden. Unterschiede in den Spurweiten und Antriebsarten von Schienentransport erfordern ein Wechsel von Fahrzeugen und Besatzung und erschweren damit einen grenzüberschreitenden Schienentransport. Schließlich berichteten Interviewpartner, dass es Gespräche über die Einführung einer gemeinsamen Währung in der SADC gäbe. Jedoch muss dabei berücksichtigt werden, dass diese Länder noch unterschiedlicher sind als die Länder der

Euro-Zone. Aus diesem Grund scheint eine einzige, gemeinsame Währung in der SADC wenig Aussicht auf Erfolg zu versprechen.

Schließlich, wie die Fälle von Namibia und Südafrika offenlegen, im grenzüberschreitenden Transport treffen eine große Zahl von Akteuren, das heißt Menschen und Organisationen aus unterschiedlichen Ländern, mit unterschiedlichem kulturellem Hintergrund sowie unterschiedlichem Ausbildungshintergrund zusammen. Dies führt dazu, dass die Menschen sich unterschiedlich verhalten. Aufgrund der Notwendigkeit für gemeinsame Standards in Supply Chains kann dies jedoch zu einem Aufeinandertreffen von unterschiedlichen Denk-, Vorgehens- und Verhaltensweisen führen. Diese Probleme liegen zumindest kurzfristig außerhalb der Kontrolle einzelner Akteure, Organisationen und Ländern und kann die Supply Chain-Leistung beschränken. Wie der Fall von Angola offenlegt, wurden diese Verhaltensfaktoren sukzessiv über einen langen Zeitraum entwickelt und können nicht über Nacht verändert werden. Entschlossene und langfristige Maßnahmen scheinen notwendig, um notwendige Verbesserungen hervorzurufen. Das heißt, dass Veränderungen in der Supply Chain-Leistung in einem Land nicht ausschließlich auf Maßnahmen innerhalb eines Landes beruhen, sondern ebenso Maßnahmen außerhalb des Landes erfordern. Verbesserungen in der Supply Chain-Leistung in einem Land erfordern ebenso Verbesserungen der Leistung in anderen Ländern.

### **Beitrag des Projektes und Anknüpfungspunkte**

Es war die Erwartung, mit dieser Arbeit einen Beitrag zur laufenden Forschung von Engpässen von Supply Chain-Leistung in den drei ausgewählten Ländern aber darüber hinaus auch mit Blick auf andere Länder und Regionen zu leisten. Diese Arbeit hat wesentliche Grundlagen gelegt, erfordert aber weitere Forschung insbesondere zu den folgenden drei Aspekten:

Erstens, diese Arbeit hat Engpässe von Supply Chain-Leistung identifiziert und empfohlene Maßnahmen zur Verbesserung, mögliche Hindernisse sowie Verantwortlichkeiten ermittelt. Dennoch, Engpässe, Maßnahmen, Verantwortlichkeiten und Hindernisse können von Region zu Region in einem Land variieren. Um eine detailliertere Ebene zu erreichen, ist mehr lokales und spezialisiertes Wissen und Input notwendig.

Zweitens, die Datengrundlage sowie die Schlussfolgerungen beziehen sich auf den Zeitpunkt der Datenerhebung und -analyse. Faktoren, die Engpässe in der Vergangenheit darstellten, könnten keine Engpässe in der Zukunft mehr sein. Ebenso könnte es sein, dass Maßnahmen zur Verbesserung nicht mehr geeignet sind, um Engpässe in der Zukunft abzumildern oder zu beseitigen. Das bedeutet, dass die Ergebnisse dieser Arbeit nicht mehr und nicht weniger als eine Momentaufnahme darstellen und Folgeaktivitäten erfordern.

Drittens, während die Methode eine Verbesserung gegenüber methodischen Ansätzen darstellt, die sich ausschließlich auf Leistungswerte beziehen, bringt die Messung von Wichtigkeitswerten und die Kombination von Wichtigkeits- und Leistungswerten ebenso Herausforderungen mit sich. So stellte die Messung der jeweiligen Wichtigkeits- und Leistungswerte hohe Anforderungen an die Anzahl der Umfrageantworten. Basierend auf der Beschreibung des methodischen Vorgehens, der Darstellung der Ergebnisse dieser Arbeit sowie den Einschränkungen könnte weitere Forschung der Verbesserung und Anwendung des methodischen Instrumentes gewidmet werden. Wichtig zu erwähnen ist, dass die Interviewpartner die persönlichen Interviews als einen wertvollen aber bisher zu gering eingesetzten Ansatz in der Forschung zu Logistik und Supply Chains im südlichen Afrika halten.

Die Dissertation steht unter der folgenden URL zum Download bereit: <https://www.zhb-flensburg.de/dissert/hofmann/>

## Literatur

- Arvis, Jean-François; Saslavsky, Daniel; Ojala, Lauri; Shepherd, Ben; Busch, Christina; Raj, Anasuya; Naula, Tapio (2016): *Connecting to Compete 2016. Trade Logistics in the Global Economy*. The World Bank. Washington, DC.
- Feige, Irene (2007): *Transport, Trade and Economic Growth - Coupled or Decoupled? An Inquiry into Relationships between Transport, Trade and Economic Growth and into User Preferences Concerning Growth-oriented Transport Policy*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hall, Peter; McCalla, Robert J.; Comtois, Claude; Slack, Brian (2011): Introduction. In Peter Hall, Robert J. McCalla, Claude Comtois, Brian Slack (Eds.): *Integrating Seaports and Trade Corridors*. Farnham, Surrey; Burlington, VT: Ashgate, pp. 1–10.
- Hausmann, Ricardo; Hidalgo, César A.; Bustos, Sebastián; Coscia, Michele; Simoes, Alexander; Yildirim, Muhammed A. (2013): *The Atlas of Economic Complexity. Mapping paths to prosperity*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hausmann, Ricardo; Klinger, Bailey; Wagner, Rodrigo (2008): *Doing Growth Diagnostics in Practice: A ‚Mindbook‘*. CID Working Paper No. 177. Center for International Development at Harvard University.
- Hausmann, Ricardo; Rodrik, Dani; Velasco, Andrés (2008): *Growth Diagnostics*. In Narcís Serra, Joseph E. Stiglitz (Eds.): *The Washington Consensus Reconsidered. Towards a New Global Governance*. Oxford: Oxford University Press, pp.324–355.
- Saslavsky, Daniel; Shepherd, Ben (2012): *Facilitating International Production Networks. The Role of Trade Logistics*. Policy Research Working Paper No. 6224. The World Bank.
- UNDP (United Nations Development Programme) (2016): *Human Development Report 2016*. New York.
- UNIDO (United Nations Industrial Development Organization); UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development): *Economic Development in Africa Report 2011 (2011). Fostering Industrial Development in Africa in the New Global Environment*. The United Nations. New York and Geneva.
- WEF (World Economic Forum) (2017): *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. Geneva.

## JadeWeserPort – Stand und Perspektiven des Containerumschlags in Wilhelmshaven

Klaus Harald Holocher\*

Jade Hochschule, Fachbereich Seefahrt und Logistik, Weserstraße 52, 26931 Elsfleth, Deutschland

### Abstract

Der Containerterminal auf dem JadeWeserPort in Wilhelmshaven schlug 2018 mit 8 Containerbrücken 656.000 TEU um. Werden weitere 8 Brücken installiert, erreicht seine Kapazität gut 3 Mio. TEU. Auf Basis einer Umschlagprognose wird untersucht, wann der Terminal in der aktuellen Geräteausstattung bzw. in der Endausbaustufe seine Kapazitätsgrenze erreichen wird. Nach den Analysen müssten zusätzliche Containerbrücken etwa in 2022 bereitstehen. Die Umschlagkapazität in der Endausbaustufe dürfte bis 2030 ausreichen. Vorbereitungen für einen zweiten Containerterminal müssten allerdings früher beginnen.

Schlagwörter/Keywords:

JadeWeserPort, Containerumschlag, Containerterminal Wilhelmshaven, Containerumschlagskapazität

### 1. Einführung

Der JadeWeserPort (JWP) ist ein neu erbauter Hafenteil in Wilhelmshaven, dessen wasserseitiger Teil dem Umschlag von Containern dient. Die Planfeststellung und der Bau der Hafeninfrastruktur verzögerten sich immer wieder, so dass der Containerumschlag dann erst im September 2012 begann. Das Vorhaben und seine Realisierung werden im Folgenden kurz erläutert sowie die Umschlagkapazität und die bisherige Umschlagsentwicklung dargestellt. Die Situation des Terminals zum Jahresbeginn 2019 wird analysiert und unter Berücksichtigung der Seeverkehrsprognose, die für die Bundesverkehrswegeplanung erstellt wurde, die künftige Umschlagentwicklung eingeschätzt. Dies führt zu einer Einschätzung, wann die Kapazitätsgrenze des Containerterminals Wilhelmshaven in seiner jetzigen Ausstattung bzw. in der Endausbaustufe erreicht wird und ggf. Erweiterungs- oder Neubaumaßnahmen ergriffen werden sollten.

### 2. Konzept, Planfeststellung und Bau des JadeWeserPort

Der Containerterminal auf dem Areal des JadeWeserPort wurde im September 2012 in Betrieb genommen und erreichte in dem Jahr einen Umschlag von 23.888 TEU.

Die Umschlagkapazität des JadeWeserPort wurde vom

Vorhabensträger bei einer Kajelänge von 1.725 m mit 2,7 Mio. TEU pro Jahr (1.565 TEU pro Kajemeter) berechnet<sup>1</sup> und mit 18 Containerbrücken geplant.

Gegenstand des Planfeststellungsbeschlusses war die Herstellung einer neuen Hafenfläche durch Aufspülung nördlich der Niedersachsenbrücke von ca. 356 ha. Wichtigste Bestandteile sollten der Terminal mit Kaje und einer Flächentiefe von 650 m (ca. 119,4 ha) sowie der westlich anschließende Hafengroden mit ca. 172 ha (später als Logistikzone oder GVZ bezeichnet) sein.

Der JadeWeserPort wurde zu Beginn der 90er Jahre von der Wilhelmshavener Hafenwirtschafts-Vereinigung e. V. angestoßen, Meilensteine des Projektes waren:

- 1998 Potentialanalyse
- 1999 Machbarkeitsstudie<sup>2</sup>
- 2001 JadeWeserPort-Entwicklungsgesellschaft, gegründet durch Niedersachsen, Bremen und Wilhelmshaven
- 2003 abgelöst durch die JadeWeserPort-Realisierungsgesellschaft (JWP-R): Niedersachsen: 50,1 %, Bremen 49,9 %

<sup>1</sup> Vgl. Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nordwest: Planfeststellungsbeschluss für den Ausbau der Bundeswasserstraße Jade im Bereich von km 7 bis km 15 durch die Errichtung eines Tiefwasserhafens für Containerschiffe (Jade Weser Port), o.O. (Aurich) 15.03.2007, S. 122:

<sup>2</sup> IBP, ISL, PTC: Machbarkeitsstudie für einen Container- und Mehrzweckhafen in Wilhelmshaven, Dezember 1999. Die dreibändige Studie gibt einen detaillierten Einblick in die damaligen Planungen.

\* Korrespondierender Autor.

E-Mail: [holocher@jade-hs.de](mailto:holocher@jade-hs.de) (K. H. Holocher)

- 2003 JWP-R beantragt Planfeststellungsverfahren, Beschluss erfolgt 2007
- 2006 Betreiberkonzession an Eurogate Container Terminal Wilhelmshaven
- 2008 Baubeginn nach gerichtlichem Ausschluss einer Bietergemeinschaft
- 2012 ab April Probebetrieb, feierliche Eröffnung am 21.09.2012

Während anfangs von einem privat finanzierten Projekt die Rede war, wurde der JadeWeserPort letztlich als Landlord-Port verwirklicht und rein öffentlich finanziert, und zwar größtenteils vom Land Niedersachsen und zu einem kleinen Teil von der Freien Hansestadt Bremen.<sup>3</sup>

Niedersachsen hatte bereits Ende 2012 beschlossen, eine Machbarkeitsstudie für einen zweiten Tiefwassercontainerhafen (JWP II) auszuschreiben. Eine Präsentation der „Machbarkeitsstudie neuer Tiefwasserhafen in Wilhelmshaven“ wurde inzwischen veröffentlicht, sie geht für den bestehenden Terminal von einer Umschlagkapazität von 1.950 TEU/Kajemeter und entsprechend von einer Jahreskapazität von 3,3 Mio. TEU aus.

### 3. Die beteiligten Gesellschaften und ihre Beziehungen untereinander

Für die Realisierung der Hafeninfr- und Suprastruktur sowie für den Betrieb waren insbesondere drei Gesellschaften von Bedeutung, die nachfolgend vorgestellt werden:

- JadeWeserPort Realisierungs GmbH & Co KG, kurz JWP-R
- Container Terminal Wilhelmshaven JadeWeserPort-Marketing GmbH & Co KG; kurz JWP-M
- EUROGATE Containerterminal Wilhelmshaven GmbH & Co KG; kurz Eurogate CTW

Die JadeWeserPort Realisierungs GmbH & Co KG (JWP-R) wurde im Januar 2003 in Wilhelmshaven gegründet. Kommanditisten sind das Land Niedersachsen mit 50,1 % und die Freie Hansestadt Bremen mit 49,9 %, diese sind zu denselben Anteilen auch Eigentümer der Komplementärin. Die Gesellschaft war von den Eigentümern beauftragt, die Maßnahmen zum Bau der terminalnahen Infrastruktur des Containerterminals durchzuführen, die Bauwerke dann zu unterhalten und die Finanzierung sicherzustellen. Die fertiggestellte terminalnahe Infrastruktur wird von der JWP-R 99 Jahre lang in Erbpacht genutzt. Darüber hinaus wurde die Gesellschaft von Niedersachsen beauftragt, Maßnahmen zum Bau der Basisinfrastruktur (insb. Hafengroden) und Projektfolgemassnahmen durchzuführen. Die Terminalflächen wurden an Eurogate CTW verpachtet, während die Kaje selbst genutzt und gegen Entgelt den Containerreedern zur

<sup>3</sup> Vgl. Holoher, K.H.: Hafeninvestitionen als finanzielle Herausforderung, in Internationales Verkehrswesen 11/2006, S. 539-541.

Verfügung gestellt wird. Die JWP-R konnte ihren Jahresfehlbetrag in 2017 auf gut 1 Mio. € reduzieren.<sup>4</sup>

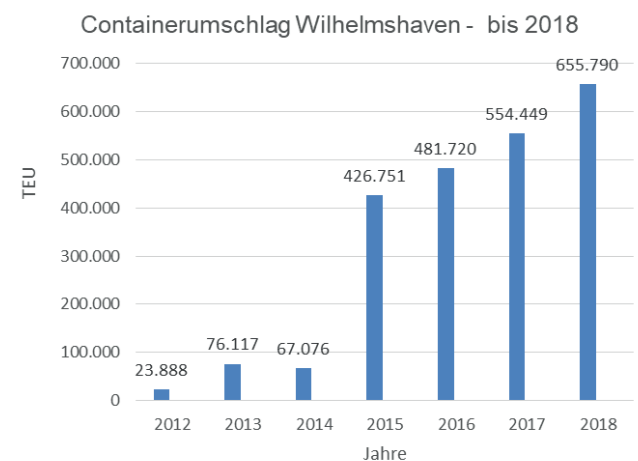
Die Container Terminal Wilhelmshaven JadeWeserPort-Marketing GmbH & Co KG (JWP-M) gehört allein dem Land Niedersachsen. Ihr Unternehmensgegenstand ist die Entwicklung, Erschließung, Verwaltung und Vermarktung der Grundstücke im Hafengroden zum Zwecke der Ansiedlung von Unternehmen. Weiterhin ist sie für die Basisinfrastruktur des JadeWeserPort zuständig, hat jedoch die Terminalflächen in Erbpacht langfristig an JWP-R vergeben. Kernkompetenz und -aufgabe der Gesellschaft JWP-M ist die Vermarktung und Verpachtung der Grundstücke des Hafens, während die übrigen Aufgaben auf Grundlage eines Geschäftsbesorgungsvertrages von JWP-R übernommen werden.

Die Verpachtung der Grundstücke des Hafengrodens für weitere Ansiedlungen kommt nur schleppend voran. Der Tiefkühllogistiker Nordfrost hat mit 32 ha das weitaus größte Grundstück gepachtet. Ab Frühjahr 2019 soll auf einem 100.000 qm großen Grundstück ein Verpackungszentrum von Imperial Logistics für die Volkswagen-Gruppe betrieben werden. Von dort sollen jährlich mehr als 12.000 40-Fuß Container mit Autoteilen in 15 Übersee-Länder transportiert werden. Damit werden vor Ort am JadeWeserPort zum ersten Mal Umschlaggüter in größerem Umfang generiert (sog. Loco-Ladung).

Der Containerterminal Wilhelmshaven wird von der EUROGATE Containerterminal Wilhelmshaven GmbH & Co KG (Eurogate CTW) betrieben. Diese Gesellschaft gehört zu 30 % der APM Terminals Wilhelmshaven GmbH (Mærsk-Gruppe) und zu 70 % der Eurogate-Gruppe. Eurogate wiederum ist ein Joint Venture, das je zur Hälfte der BLG Lo-

<sup>4</sup> JWP-R: Jahresabschluss zum Geschäftsjahr 01.01.2017 bis zum 31.12.2017, Wilhelmshaven 2018

**Abbildung 1:** Umschlagmengen des CT Wilhelmshaven seit der Eröffnung im Jahr 2012



Quelle: eigene Darstellung auf Basis der Zahlen von Seaports.



gistics Group AG & Co. KG (Stadt Bremen) und der Eurokai GmbH & Co KGaA (private Eigner) gehört.

Eurogate CTW hat die für den Betrieb des Containerterminals erforderliche Flächeninfrastruktur für 40 Jahre von der JWP-R in einem Unter-Erbbaurecht gepachtet und ab Betriebsbeginn (21.09.2012) einen Betreibervertrag über 40 Jahre für die Containerumschlagsaktivitäten geschlossen.

#### 4. Der Containerterminal Wilhelmshaven – Anlagen und Umschlaganalyse

Eurogate CTW hat 1,3 Mio. qm Terminalfläche langfristig gepachtet, um einen Containerterminal zu betreiben. Hierzu werden momentan 8 Containerbrücken eingesetzt, ihre Anzahl soll in der Endausbaustufe auf 16 ansteigen. Der Horizontaltransport, die Lagerbedienung und die LKW-Be- und Entladung werden von Straddlecarriern (Portalhubwagen) durchgeführt. Im August 2017 hatte das Unternehmen mitgeteilt, die Anzahl der Mitarbeiter von 400 auf 600 erhöhen zu wollen.

Die Umschlagzahlen der neun wichtigsten niedersächsischen Seehäfen werden von der Hafenmarketinggesellschaft Seaports of Niedersachsen GmbH (kurz Seaports) auf Jahrespressekonferenzen veröffentlicht. Für den Containerumschlag in Wilhelmshaven wurden bisher folgende Mengen genannt (siehe Abbildung 1).

Der Containerumschlag kam nur langsam in Gang, anfangs wurde er durch unfallbedingte Verlegung von Schiffen aus Bremerhaven geprägt. Seit 2015 steigt der Umschlag kontinuierlich an, allerdings nicht mit dem prognostizierten Wachstumstempo. Für den Umschlag des Jahres 2018 zeigt Abbildung 2 eine detaillierte Analyse.

Beim Containerumschlag in Wilhelmshaven halten sich Empfang und Versand – gemessen in TEU – fast die Waage. Betrachtet man das Gewicht der Container, hat der Versand mit 54 % allerdings einen höheren Anteil. Dies ergibt sich aus dem deutlich höheren Durchschnittsgewicht der Versandcontainer mit 11,2 t zu 9,8 t. Das Durchschnittsgewicht der Container berechtigt zu der Vermutung, dass der Anteil der umgeschlagenen Leercontainer ähnlich liegt wie in anderen deutschen Häfen. Über den Anteil der Container, die sowohl per Schiff empfangen als auch versandt werden (Transshipment) im Vergleich zu denen, die per LKW oder

Bahn ins oder aus dem Hinterland transportiert werden, liegen keine konkreten Informationen vor. Dieser Transshipmentanteil dürfte vergleichsweise hoch liegen.

#### 5. Prognosen des Containerumschlags in Wilhelmshaven

Die künftige Entwicklung des Containerumschlags ist nicht nur bedeutsam für die regionalwirtschaftlichen und Beschäftigungswirkungen des JadeWeserPorts, sondern auch für dessen weiteren Ausbau. Eine Umschlagprognose kann zu Antworten auf zwei wichtige Fragen beitragen:

1. Ab wann soll die Anzahl der Containerbrücken erhöht werden, die von heute 8 bis zur Endausbaustufe des Containerterminals auf 16 ansteigen soll, um die Plankapazität des Terminals zu erreichen?
2. Wann hat der Containerterminal seine Kapazität ausgeschöpft, so dass für weitere Umschlagzuwächse ein JadeWeserPort II betriebsbereit sein sollte?

Der Containerumschlag in Wilhelmshaven begann später als ursprünglich angenommen und wuchs nicht so schnell wie prognostiziert. Eurogate ging im Betreiberkonzept für den Containerterminal bei Betriebsbeginn im Jahr 2010 von 1,2 Mio. TEU Umschlag und bei Vollausbau im Jahr 2016 von einer Jahreskapazität von 3,0 Mio. TEU aus<sup>5</sup>. Die für das Jahr des Betriebsbeginns geplante Umschlagmenge wurde in der Realität nach sechs vollen Betriebsjahren gerade einmal gut zur Hälfte erreicht. Ursache dafür war nicht zuletzt die Wirtschaftskrise, die zu einem weltweiten Einbruch des Containerumschlags führte.

Um die weitere Entwicklung des Containerumschlags in Wilhelmshaven einzuschätzen, soll auf die aktuelle Seeverkehrsprognose zurückgegriffen werden. Die Seezufahrten und Hinterlandanbindungen der deutschen Seehäfen sind in der Regel Bundesverkehrswege, deren Unterhaltung, Aus- und Neubau auf Basis der Bundesverkehrswegeplanung erfolgt. Dem im August 2016 vom Bundeskabinett beschlossenen aktuellen Bundesverkehrswegeplan 2030 liegt u. a. eine Seeverkehrsprognose zugrunde, in der die Umschlagmen-

<sup>5</sup> Vgl. Eurogate: Darstellung des Betreiberkonzepts des EUROGATE Containerterminals Wilhelmshaven, Präsentation bei der Pressekonferenz im Oceanis, 25. April 2006 Wilhelmshaven, Folie 17:

Abbildung 2: Detaillierte Umschlaganalyse für 2018

	2018			Zuwachs 2017/2018		
	Empfang	Versand	Gesamt	Gesamt	Empfang	Versand
in TEU	321.659	337.056	658.715	18,7%	14,8%	22,8%
in t	3.162.962	3.742.610	6.905.572	18,3%	14,0%	22,2%
Durchschnittsgewicht	9,8	11,1	10,5	-0,4%	-0,7%	-0,5%

Quelle: eigene Berechnung auf Basis der Zahlen von Seaports.

gen der Häfen prognostiziert werden. In der Seeverkehrsprognose wird für Wilhelmshaven ein Containerumschlag in Höhe von 3,408 Mio. TEU im Jahr 2030 erwartet.<sup>6</sup>

Die Seeverkehrsprognose ist eine Punktprognose für das Jahr 2030 – basierend auf dem Ausgangsjahr 2010. Für die Jahre zwischen 2010 und 2030 werden keine Mengen angegeben. Bei dieser Ausgangslage ist es angebracht, ausgehend vom Umschlag des Jahres 2018 eine lineare Entwicklung bis zum Zielwert im Jahr 2030 anzunehmen. Die entsprechende Vorhersage der Containerumschlagsentwicklung in Wilhelmshaven wird in der Abbildung 3 verdeutlicht.

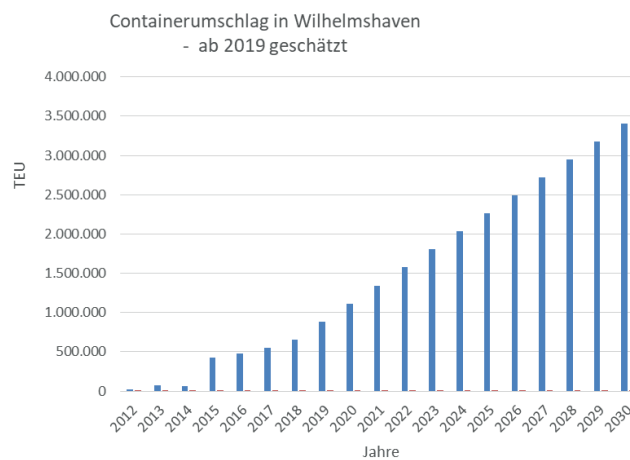
Ob die prognostizierte Menge auch umgeschlagen werden kann, hängt von der Kapazität eines Containerterminals ab. Diese kann durch verschiedene Faktoren begrenzt werden, dies sind v. a. die Länge der Kaje, die Anzahl der Umschlaggeräte – v. a. Containerbrücken – aber auch die zur Verfügung stehende Fläche oder die Anbindung an das Hinterland auf Straße, Schiene oder Wasserstraße. Am häufigsten wird die Kapazität von Containerterminals auf Basis der Kajelänge bzw. der pro Meter Kaje umgeschlagenen Anzahl von TEU berechnet. Dieser Faktor wurde auch bei der Kapazitätsberechnung des JadeWeserPort angewandt. Aufgrund von technischen und organisatorischen Verbesserungen stieg diese Maßgröße und damit die berechnete Umschlagkapazität immer weiter an. Bereits im Betreiberkonzept von 2006 ging Eurogate von einer Jahreskapazität des Terminals von 2.984.000 TEU bei Vollausbau aus.

Nimmt man eine Umschlagmenge von 3 Mio. TEU als Kapazität des Terminals an, so wird er auf Basis der Prognose im Jahr 2028 seine Kapazitätsgrenze erreicht haben. Die Umschlagkapazität von 3 Mio. TEU setzt den Einsatz von 16 Containerbrücken voraus. Da die wasserseitige Umschlagskapazität der insgesamt kapazitätsbegrenzende Faktor ist, wird bei der aktuellen Ausstattung mit 8 Containerbrücken eine Kapazitätsgrenze von 1,5 Mio. TEU angenommen.

Für die oben genannte Frage 1 bedeutet dies, dass der Containerterminal Wilhelmshaven mit einer Ausstattung von 8 Containerbrücken seine Kapazitätsgrenze von 1,5 Mio. TEU im Jahre 2022 erreichen wird. Um den erwarteten weiteren Umschlaganstieg bewältigen zu können, müssten daher im Jahr 2022 zwei bis drei weitere Containerbrücken betriebsbereit sein. Die Vorlaufzeit der Beschaffung dürfte bei einem großen Containerumschlagunternehmen wie Eurogate mit 12 Terminal-Standorten und der regelmäßigen Beschaffung von Containerbrücken bei geschätzten 1,5 Jahren liegen. Daher müsste im Laufe des Jahres 2020 die Beschaffung weiterer Containerbrücken für Wilhelmshaven eingeleitet werden.

Die Frage 2 kann dahingehend beantwortet werden, dass der Containerterminal Wilhelmshaven auf Basis der Prognose und der angenommenen Kapazitäten seine Vollauslas-

**Abbildung 3:** Prognose der Umschlagmengen des CT Wilhelmshaven in TEU bis 2030



Quelle: eigene Schätzung auf Basis der Seeverkehrsprognose 2030.

tung und damit die Kapazitätsgrenze im Jahr 2028 erreicht haben wird. Die Planungsdauer für den JadeWeserPort hat von der Einreichung des Antrags auf Planfeststellung bis zur Inbetriebnahme 9 Jahre gedauert. Würde man diese Planungsdauer auch für den neuen Containerterminal zugrunde legen und das Erreichen des Prognosewertes der Seeverkehrsprognose annehmen, müsste im laufenden Jahr der neue Planfeststellungsantrag eingereicht werden.

Allerdings dürften Lerneffekte und ein Hafenplanungsbeschleunigungsgesetz die künftige Planungs- und Errichtungszeiträume verkürzen. Darüber hinaus liegt die bisherige Entwicklung des Containerumschlages in deutschen Häfen signifikant unter dem Entwicklungspfad der Seeverkehrsprognose. Des Weiteren dürfte die Kapazität des Containerterminals in der Endausbaustufe so weit gesteigert werden, dass auch die Prognosemenge von 3,408 Mio. TEU bewältigt werden kann. Insgesamt führen diese Effekte dazu, dass eine Entscheidung für die Errichtung eines JadeWeserPort II noch etwas Zeit hat.

<sup>6</sup> Vgl. MWP, IHS, Uniconsult, Fraunhofer CML: Seeverkehrsprognose 2030, Hamburg, 9. Mai 2014, S. 14



## Über die DVWG

Die Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e. V. (DVWG) ist eine unabhängige und föderal strukturierte, gemeinnützige Vereinigung von Verkehrsfachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung. Seit über 100 Jahren verfolgt die DVWG das Ziel, aktuelle und perspektivische Fragestellungen im Verkehr aufzugreifen, zu diskutieren und zu publizieren. Dabei befasst sie sich als neutrale Plattform Verkehrsträger übergreifend mit allen Belangen des Verkehrs und orientiert sich an einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung.

Die DVWG wirkt im besonderen Maße für die Förderung des Nachwuchses über das Junge Forum und verleiht verkehrswissenschaftliche Nachwuchspreise. Auf europäischer Ebene widmet sie sich der Zusammenführung von Verkehrsfachleuten aus allen europäischen Staaten unter dem Dach einer Europäischen Plattform der Verkehrswissenschaften (EPTS).

Mitglieder der DVWG sind Studierende und junge Akademiker, Berufstätige und Senioren, aber auch Ingenieurbüros, Verkehrsverbände, Klein- und Mittelstandsunternehmen der Transport- und Verkehrswirtschaft, Kommunen sowie Verwaltungs-, Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Den Mitgliedern der DVWG bieten sich hervorragende Möglichkeiten für einen fachspezifischen Informations- und Wissensgewinn, für berufliche Qualifizierung und Weiterbildung und nicht zuletzt auch für den Auf- und Ausbau von Karriere-, Berufs- und Partnernetzwerken.

## Impressum

Herausgeberin:  
Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V.  
Hauptgeschäftsstelle  
Weißener Str. 16  
13595 Berlin

Tel.: 030/ 293606-0  
Fax : 030/ 293606-29  
E-Mail: [hgs@dvwg.de](mailto:hgs@dvwg.de)  
Internet: [www.dvwg.de](http://www.dvwg.de)

Präsident:  
Prof. Dr. Jan Ninnemann

Vereinsregister Amtsgericht Berlin-Charlottenburg VR 23784 B  
USt.-IdNr.: DE 227525122

Kontakt Redaktion:  
E-Mail: [journal@dvwg.de](mailto:journal@dvwg.de)