

In drei Wochen von Duisburg nach Peking – Ist die Bahn eine Transportalternative für die deutsche Stahlindustrie?

Carola Obermeier-Hartmann

Outokumpu Nirosta GmbH, Oberschlesienstr. 16, 47807 Krefeld,
carola.obermeier-hartmann@outokumpu.com

Prof. Dr. Eric Sucky

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Produktion und Logistik,
Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg,
eric.sucky@uni-bamberg.de

1	Einleitung.....	6
2	Deutschland als Zentrum der europäischen Stahlproduktion.....	8
3	China – Abnehmer der deutschen Stahlindustrie	9
4	Die Route Europa-Asien – logistische Grundlagen	10
5	Bahn oder Schiff – eine vergleichende Analyse	20
6	Die Handlungsalternativen	29
7	Bahn oder Schiff – ein Fazit.....	33
8	Literatur	34

Abstract:

In our times, China is talking about the “New Silk Road”, also called “One Belt, One Road” – from the traffic geographical point of view a centennial project, not only a railway project designed to reactivate old trade overland routes in order to connect the continents Europe and Asia. After some tests in 2008, the railway connection is already established and can be considered an alternative to common ways of transportation. On focus of consideration: steel. The analysis of the connection Duisburg – Peking is targeting as well as the container shipment of steel coils in an intermodal transport environment. Based on the 6R rule, the criteria of process stability, time, capacity, environment and costs are analyzed. Finally, the mutual dependencies are described to derive a general overview of the results.

JEL Classification: L81, R41, R42

Keywords: rail connection, New Silk Road

1 Einleitung

China plant eine „Neue Seidenstraße“, ein Konzept, das auch „One Belt, One Road“ genannt wird – Chinas „Belt and Road Initiative“ (BRI) soll neue Handelsrouten zwischen Asien, Afrika und Europa schaffen und alte wiederbeleben. Im Jahr 2013 gab China bekannt, unter anderem die verkehrstechnische Handelsbeziehung zwischen dem europäischen und dem asiatischen Kontinent stärken zu wollen. Der Fokus auf die Jahrtausende alten Handelswege über Land inklusive dem Ausbau des Straßen- und Schienennetzes (Grieger 2016) wurde bereits 2015 unter dem Schlagwort „Europäischer Landgürtel“ auf dem EU-China-Gipfel beschlossen. Die „Belt and Road Initiative“ (BRI) umfasst nun den Auftrag der chinesischen Regierung, die Infrastruktur zwischen Asien, Europa und Afrika zu entwickeln, d.h. es sollen mehrere Wirtschafts- und Handelskorridore zu Land („Belt“) und zur See („Road“) zwischen China und Europa, Afrika, dem Nahen Osten, Südasien, Zentralasien und Südostasien eingerichtet werden (BIP 2018). Aktuell bieten, nach den ersten Versuchen ab 2008 (Kranz/Zamponi 2008), inzwischen immer mehr Unternehmen diese Verbindungen an (DB Schenker 2016). So existiert seit 2011 eine reguläre, direkte Güterzugverbindung zwischen China und Deutschland mit dem weltweit größten Binnenhafen in Duisburg als Start- und Zielpunkt (BIP 2018).

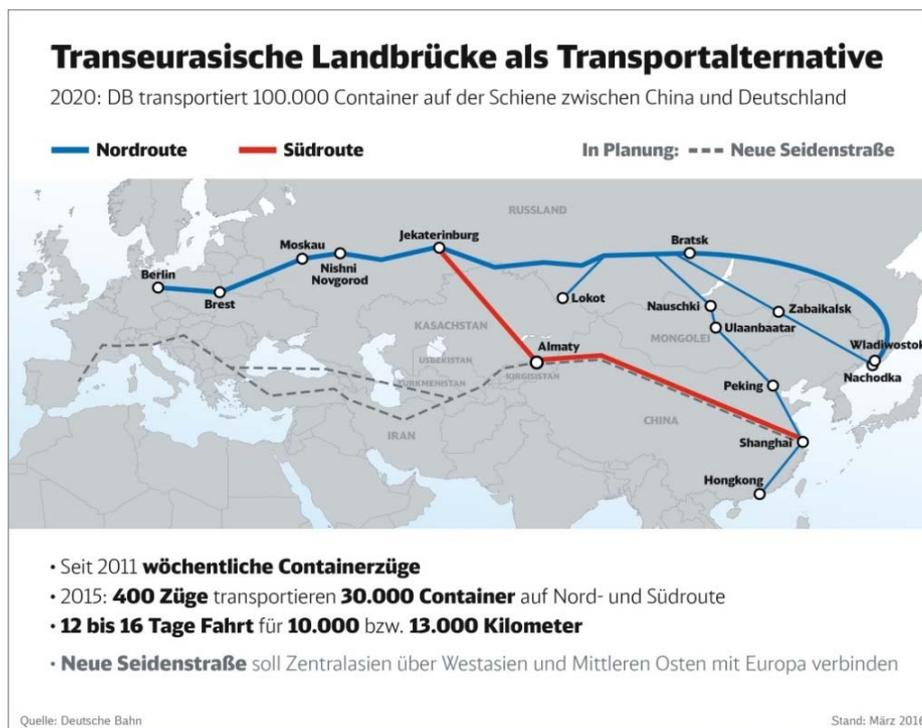


Abbildung 1: Existierende und geplante Verbindungen zwischen China und Europa¹

¹ Quelle: https://www.deutschebahn.com/de/mp_schenker_china_zuege-1205926.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, ob aktuell die Bahn eine Alternative zum Schiff auf der Route von Europa nach Asien sein kann. Während in bisherigen Veröffentlichungen zum einen insbesondere auf die Zeitersparnis auf der Route von China nach Deutschland abgestellt wurde und zum anderen eher allgemeine, produktspezifische Analysen erfolgten, fokussiert der vorliegende Beitrag einerseits konkret auf das Produkt Stahl. Andererseits wird eine multikriterielle Analyse durchgeführt.

Um eine konkrete Analyse durchführen zu können, ist die Fokussierung auf ein Produkt sinnvoll – im Fokus steht hier die Stahlindustrie: auf der einen Seite die chinesische Stahlindustrie, die immer wieder mit massiven Überkapazitäten negative Schlagzeilen macht und auf der anderen Seite die traditionsreiche deutsche Stahlindustrie, die ums Überleben kämpft. Und doch findet ein intensiver Handel statt (FAZ 2017). Die globalen Stahlhandelsströme in Abbildung 2 zeigen die Bedeutung der beiden gewählten Regionen, wobei heute fast 50 % des Rohstahls in China produziert werden.

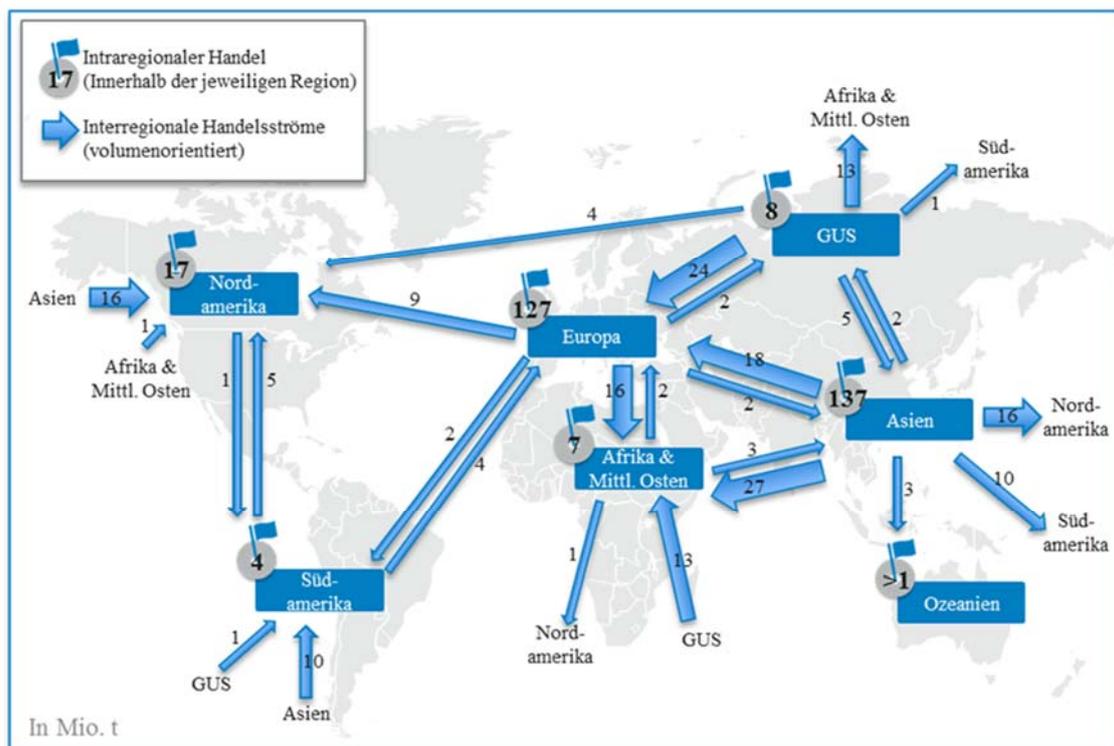


Abbildung 2: Globale Stahlhandelsströme 2016 in Millionen Tonnen

Die vorliegende Untersuchung folgt der erweiterten 6-R-Regel und durchleuchtet neben den richtigen Gütern/Informationen, der richtigen Menge und dem richtigen Ort zielgerichtet die Handlungskriterien hinsichtlich Prozessstabilität, Zeit, Kapazität, Umwelt und Kosten. Final werden die Zielbeziehungen und Abhängigkeiten dargestellt, um daraus eine Gesamtübersicht der Ergebnisse zu formulieren. Mit einer Bewertungsmatrix, unterstützt durch die Spinnennetz-Darstellung, wird die

Frage beantwortet, ob sich die Bahn als Transportalternative für die deutsche Stahlindustrie eignet.

2 Deutschland als Zentrum der europäischen Stahlproduktion

Zentrum der europäischen Stahlindustrie war und ist Deutschland. Trotz der weltweiten Veränderung der Stahlindustrie insgesamt und einem Rückgang der Produktions- und Verbrauchszahlen auf europäischem Boden fertigt Deutschland in den letzten 50 Jahren nahezu konstant mehr als ein Fünftel der gesamteuropäischen Produktion. So wurden 2016 rund 42 Mio. t Stahl in Deutschland produziert, ein Anteil von rund 21 %, 2000 waren es mit 46 Mio. t, 1967 mit 31 Mio. t produziertem Stahl jeweils rund 22 % der europäischen Gesamtmenge. Die Wirtschaftsvereinigung Stahl geht in ihrer Prognose davon aus, dass Deutschland zu den wenigen Staaten gehören werde, die weiterhin eine befriedigende Kapazitätsauslastung (circa 85 %) der Produktionsanlagen erzielen dürfte (WV Stahl 2016a). Daraus den Rückschluss zu ziehen, die deutsche Stahlindustrie befinde sich in einer wirtschaftlich stabilen und soliden Lage, wäre jedoch falsch (WV Stahl 2016a). Allein ein Blick in die Zeitung genügt, um ein „[...] anhaltend schwieriges bzw. strukturell herausforderndes wirtschaftliches Umfeld“ (WV Stahl 2016a, S. 21) zu registrieren. So fallen die Umsatzerlöse der deutschen Stahlindustrie seit 2011 jährlich zwischen 4,1 % und 9,7 %. Von 2011 noch 49,7 Mrd. € Umsatzerlös auf 37,8 Mrd. € Umsatzerlös in 2015 (WV Stahl 2016b).

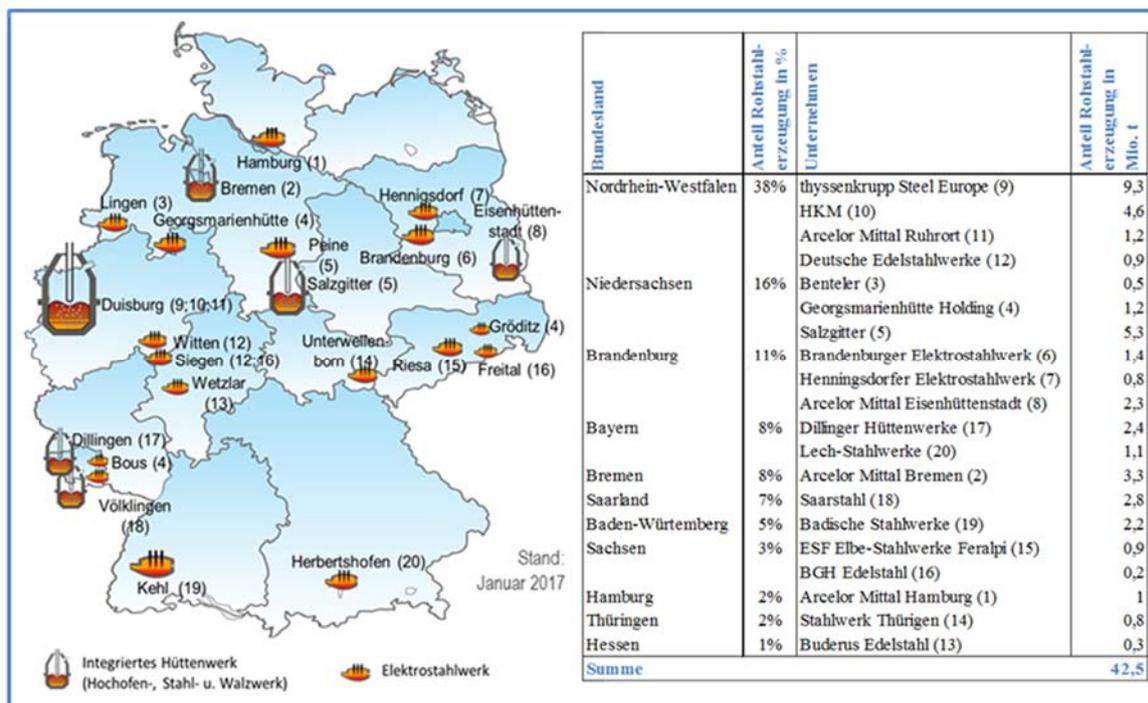


Abbildung 3: Stahlindustrie in Deutschland (in Anlehnung an WV Stahl, 2017)

Abbildung 3 präsentiert Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen als die deutschen Zentren der Stahlindustrie mit einem gemeinsamen Anteil von über 50 % an der

Rohstahlerzeugung. Auch die drei größten Stahlerzeuger in Deutschland sind in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen beheimatet: thyssenkrupp (12,1 Mio. t), ArcelorMittal (7,8 Mio. t) und Salzgitter inkl. HKM (7,0 Mio. t). Globale Player, europäische Champions, nationale Spitzenreiter und leistungsfähige Mittelständler mit Nischenprodukten verdeutlichen die große Bedeutung der deutschen Stahlindustrie. Strategisch gut positioniert spielt Deutschland auch auf der Route Europa-Asien eine besondere Rolle (WV Stahl 2016a).

3 China – Abnehmer der deutschen Stahlindustrie

China hat sich, mit 50 % Marktanteil (808 Mio. produzierte Tonnen 2017), in den letzten 50 Jahren zur führenden Stahlnation der Welt entwickelt. 1967 begonnen mit lediglich 14 Mio. produzierten Tonnen Stahl, hat die rasante Entwicklung des Landes – eine Steigerung von über 1.500 % – mit den ersten marktwirtschaftlich orientierten Reformen ab 1978 begonnen. Die Industrialisierung und Urbanisierung hat durch massive Investitionen in Infrastruktur, im Bausektor und im Maschinen- und Anlagenbau auch in der Stahlindustrie für wirtschaftlichen Aufschwung gesorgt, die Öffnung nach außen führt zu zusätzlicher Nachfrage. So wuchs die Branche in den 1980ern durchschnittlich 7 % jährlich, in den 1990ern schon 10 % und während der 2000er gab es ein jährliches Wachstum von knapp 20 % (Holloway et al. 2010).

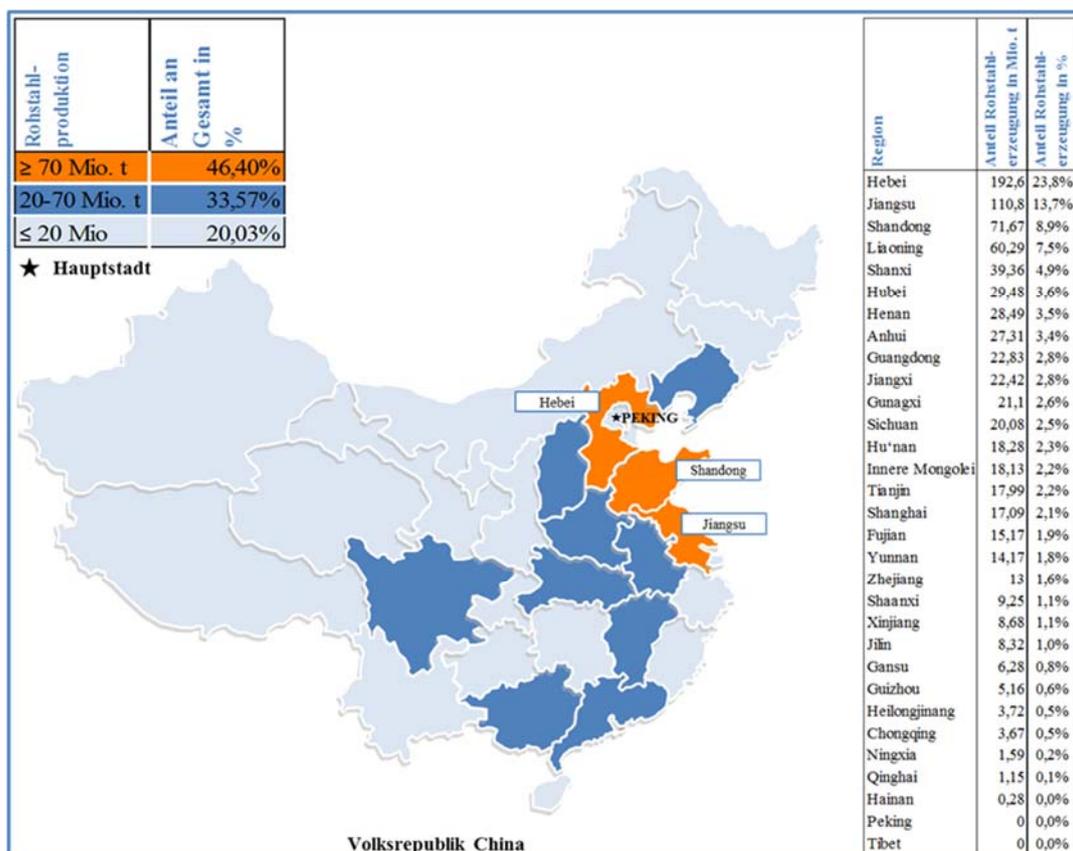


Abbildung 4: Stahlindustrie in China – Absolute und prozentuale, regionale Verteilung der Rohstahlerzeugung (in Anlehnung an worldsteel 2017b)

Auch ein Blick auf die heute positive Außenhandelsbilanz zeigt das Ausmaß der chinesischen Stahlwirtschaft. Weisen die Statistiken der worldsteel für 1968 keinerlei Exporte der Volkswirtschaft China, und lediglich 690.000 t Import und damit eine negative Außenhandelsbilanz aus, wurden 2016 13,6 Mio. t importiert und 108,1 Mio. t Stahl exportiert (IISI 1978 und worldsteel 2017a). Um im Folgenden die möglichen Logistikketten vergleichen zu können, gibt die Abbildung 4 einen Überblick über die geographische Verteilung der Stahlproduktion auf die einzelnen Regionen des Landes.

Fast ein Viertel (192,6 Mio. t) des gesamtchinesischen Stahls wird in der Region Hebei außerhalb der Hauptstadt Peking produziert. Werden die an der Küste entlang nördlich liegenden Regionen Jiangsu und Shandong bis Shanghai hinzugenommen, so sind fast 50 % (375,07 Mio. t) der jährlichen Produktion abgedeckt. Mit 271,36 Mio. t Stahlproduktion jährlich entfällt ein weiteres Drittel auf die Regionen Zentralchinas und der nördlichen Küstenregion, die verbleibenden 20 % sind auf vereinzelte Produktionsstätten im Rest des Landes vernachlässigbar verstreut (worldsteel 2017b). Nicht überraschend ist, dass auch die fünf chinesischen Hersteller aus den aktuellen Top 10 der Stahlproduzenten – (2) China Baowu Group (63,81 Mio. t), (3) HBIS Group (46,18 Mio. t), (6) Shagang Group (33,25 Mio. t), (7) Ansteel Group (33,19 Mio. t), (9) Shougang Group (26,80 Mio. t) – schwerpunktmäßig in den genannten Ballungsräumen aktiv sind (worldsteel 2017a, 2017b).

4 Die Route Europa-Asien – logistische Grundlagen

Die Betrachtung allgemeiner Verkehrs- und Transportkennzahlen zu See- und Luftverkehr als wichtigste Transportmittel zur Überwindung langer Distanzen zeigt zunächst die Bedeutung der beiden Kontinente Europa und Asien (Woitschützke 2016). So liegen neun der zehn größten Seehäfen in der asiatischen Region, sechs davon alleine in China, inklusive der Nummer eins: Shanghai mit einem Durchsatz 2016 von über 37,1 Mio. TEU. Werden die Top 20 betrachtet, so liegen 90 % der weltweit größten Häfen entweder in Asien (15, mit einem summierten Durchsatz von 262,4 Mio. TEU) oder in Europa (3, mit einem summierten Durchsatz von 31,3 Mio. TEU) (UNCTAD 2017). Im Luftfrachtverkehr ist ein ähnlicher, wenn auch nicht ganz so drastischer, Trend erkennbar, 55 % der Top 20 Luftfrachtdrehkreuze liegen entweder in Asien (8) mit einem summierten Durchsatz von 20,6 Mio. t Frachtgut oder in Europa (3) mit einem summierten Durchsatz von 5,9 Mio. t Frachtgut 2016 (ACI 2018). Auch der Blick auf die Schiene ist eindeutig: kein Bahnnetz weltweit ist ausgedehnter als das eurasische Geflecht inklusive der bekannten Transsibirischen Route (Woitschützke 2016). „Das hohe Volumen des Warenaustauschs zwischen den genannten Regionen weist auf erhebliche logistische Aktivitäten im Rahmen dieser Handelsrouten hin [...]“ (Göpfert/Braun, 2013, S. 4), die im weiteren Verlauf dargestellt und analysiert werden.

4.1 Stahl – Besonderheiten beim Transport

„Stahl ist ein logistikintensives Produkt“ (Ameling 2006, S. 20), für dessen Transport spezifische Erfahrung und spezielles Equipment benötigt wird. Dabei sind jedoch unterschiedliche Logistik- bzw. Transportarten zu unterscheiden; im Vorfeld der Produktion werden große Volumina an Rohstoffen transportiert, nach Zusammenschlüssen zu internationalen Konzernen gibt es in vielen Unternehmen intensive Zwischenwerks-Verkehre sowie innerbetriebliche Verkehre in unterschiedlichen Produktionsstadien und am Ende steht die finale Belieferung des Kunden mit dem fertigen Produkt (Ameling 2006).

Im Weiteren werden die Besonderheiten des Coils (im kalten Zustand, Coilachse waagrecht) als Stahlprodukt gezeigt, fokussiert auf Zwischenwerksverkehre oder Kundenbelieferung. Der Coil-Transport zeichnet sich unter anderem durch das ungewöhnlich hohe konzentrierte Gewicht des Produkts aus – damit verbunden ist eine intensive Ladungssicherung, um den Schutz aller Verkehrsbeteiligten garantieren zu können.



Abbildung 5: LKW-Auflieger mit Coilmulde (Quelle: Stahl-Online 2010)

Für den Transport eines Coils ohne Palette kommen nur spezielle Lastkraftfahrzeuge in Frage, die, wie in Abbildung 5 zu erkennen, mit einer sogenannten Coilmulde ausgestattet sind und über zusätzliches Ladungssicherungsequipment verfügen. Die Komplexität der Ladungssicherung zeigt ein Blick in das Merkblatt 114 des Stahl-Informations-Zentrums, welches basierend auf den gültigen DIN-Normen Empfehlungen zur Verladung auf Straßenfahrzeugen ausspricht. Darin heißt es unter anderem, dass ein Abstand von mindestens 20 mm zwischen dem tiefsten Punkt des Coils und des Muldenbodens bestehen und die Auflagefläche einen Neigungswinkel von 35° haben muss. Des Weiteren muss Form- bzw. Kraftschluss, beispielsweise durch Einsetzen von Steckungen, Spezialfahrzeugbauten, Coil-Mulden-Abdeckungen sowie dem zusätzlichen Einsatz von Zurrketten, -gurten, und/oder Drahtseilen, hergestellt werden. Auch der Lastverteilungsplan ist,

ebenso wie der Einsatz von rutschhemmendem Material, zu berücksichtigen – ein Spezialtransport, auf den sich ein kleiner aber sehr erfahrener Teil der Spediteure konzentriert (Stahl-Online 2010).

Auch bei dem Transportträger Bahn sind spezielle Wagons im Einsatz, die im Güterwagenkatalog der Deutschen Bahn sogenannte „Gattung S“: Drehgestellflachwagen für Coil-Transporte (DB 2018). Dabei kommen je nach Empfindlichkeit und Gewicht des Materials unterschiedliche Wagons in Frage, für nässeempfindliche Produkte beispielsweise der Wagen Shimmms 708; oder für besonders schweres, aber nicht witterungsempfindliches Material der Wagen Sahnms 711. Bei Verladung in die Mulde muss ein Mittenversatz von 50 mm berücksichtigt werden – auch hier wird die Komplexität des Stahltransports deutlich (Stahl-Online 2010). Auch bei der Bahn spielt der Lastverteilungsplan eine entscheidende Rolle. Abbildung 6 zeigt beispielhaft das Ladeschema. Deutlich erkennbar sind die differenzierten Belademuster der einzelnen Coilmulden nach Durchmesser und Gewicht.

<u>Ladeschema Sahnms 711</u>							
Mulde	1	2	3	4	5	6	7
Ø min. mm	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Ø min. mm	2.000	2.500	1.700	2.500	1.700	2.500	2.000
Gew. Max. t	22,5	45,0	15,0	40,0	15,0	45,0	22,5

<u>Ladeschema Shimmms 708</u>					
Mulde	1	2	3	4	5
Ø min. mm	1.000	800	1.000	800	1.000
Ø min. mm	2.250	1.700	2.700	1.700	2.250
Gew. Max. t	33	17	45	17	33

Abbildung 6: Ladeschema DB-Wagen (in Anlehnung an DB 2018)

Sowohl für den Binnenschiffverkehr als auch für den Seeverkehr gibt es die Möglichkeit, Coils auch ohne Palette in sogenannte „Bulk-Carrier“, Massengutfrachter, oder auf Leichter, auch Barge genannt, zu laden (Tata Steel 2016). Dabei handelt es sich um antriebslose Schwimmbehälter, die mit Hilfe eines Schubschiffes hauptsächlich im Binnenschiffsverkehr im Einsatz sind, aber auch von Seeschiffen transportiert werden können (Deutsch 2013). Sowohl die Bulk-Carrier als auch die Barge können nach Größe und Ladekapazität differenziert werden. Insgesamt gilt es, mit Fingerspitzengefühl und Erfahrung das Schiff so zu laden, dass weder Material noch Mensch zu Schaden kommen – eine Herausforderung. Besondere Gefahren für das Material entstehen durch den möglichen direkten Kontakt des Materials mit Salz- oder Regenwasser sowie beim Stauen und Löschen des Schiffes.

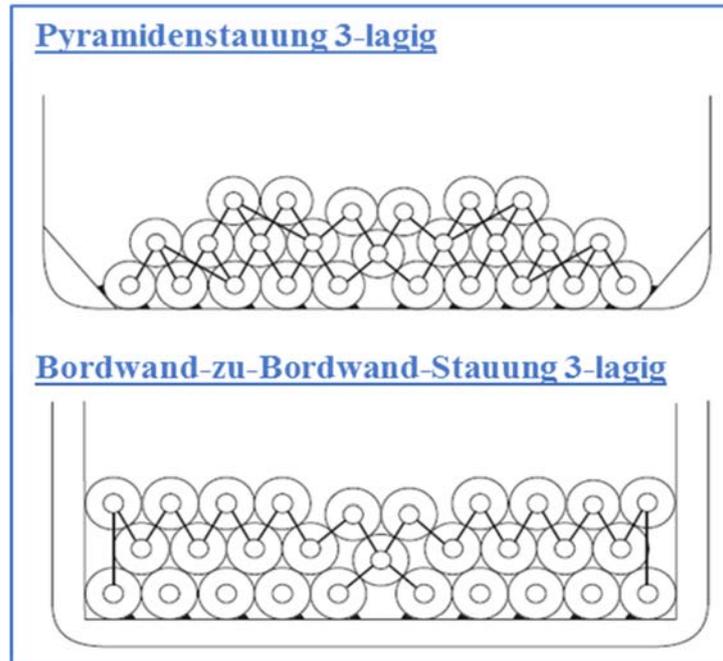


Abbildung 7: Stauung von Coils in den unterschiedlichen Bulk-Schiffstypen (in Anlehnung an Tata-Steel 2016)

Der Blick auf die Details des konventionellen Bahn-, Straßen-, Binnen- und Seeschifftransport zeigt deutlich die Besonderheiten dieses schweren aber hochsensiblen Produkts. Die Verladung in Containern ist eine weitere Herausforderung – die Beförderung des Containers hingegen ist „Standard“. Doch auch hier gilt, die sogenannte Stauung von Coils in den Container bedarf aufgrund der starken Punktbelastung und großen Freiräumen, Spezialequipment und das nötige Fachwissen in den Bereichen Lastverteilung und Ladungssicherung (Containerhandbuch 2018).



Abbildung 8: Coil-Stauung in Container: Konventionell (in Anlehnung an Containerhandbuch 2018 und Coil-Tainer 2018)

Dabei kristallisieren sich, aufgrund des hohen Gewichts des Produkts Stahl, drei komplexe Kernthemen heraus. Bei Coil-Massen von bis zu 49 % der Container-

Nutzlast spielt die Belastung des Containerbodens in Querrichtung eine entscheidende Rolle – dieses Problem wird durch Längsbalken auf Bodenquerträgern gelöst. Bei einer relativen Coil-Masse von über 49 % der Nutzlast darf aufgrund der Längsfestigkeit nur ein Coil auf halber Länge des Containers platziert werden und bei Coils mit über 65 % Coil-Masse der Container-Nutzlast ist der Einsatz von Stahlträgern zur Sicherung gegen Transportbeschleunigung zwingend erforderlich (Containerhandbuch 2018). Auch die Stauung selbst ist eine Herausforderung, da der Stapler in den seltensten Fällen die Möglichkeit hat, direkt in den Container zu laden, sodass Unterkonstruktionen aus Holz vor der offenen Containertür beladen werden und im Anschluss das gesamte Konstrukt in den Container geschoben wird (Containerhandbuch 2018).

4.2 Verkehrsträger in der Stahlindustrie

Allgemein gelten Flugzeug und Seeschiff für den internationalen Warenverkehr und die damit verbundene Überwindung weiter Distanzen im Hauptlauf als die wichtigsten Transportmittel (Woitschütze 2013). Aufgrund des Gewichts des betrachteten Produkts Stahl wird das Flugzeug als Transportmittel auf der Route Europa – Asien ausgeschlossen. Unabhängig vom Verkehrsträger im Hauptlauf werden darauf aufbauend Vor- und Nachlauf des Gesamttransportes mit LKW oder Binnenschiffen auf der Route Europa – Asien, speziell Deutschland – China analysiert.

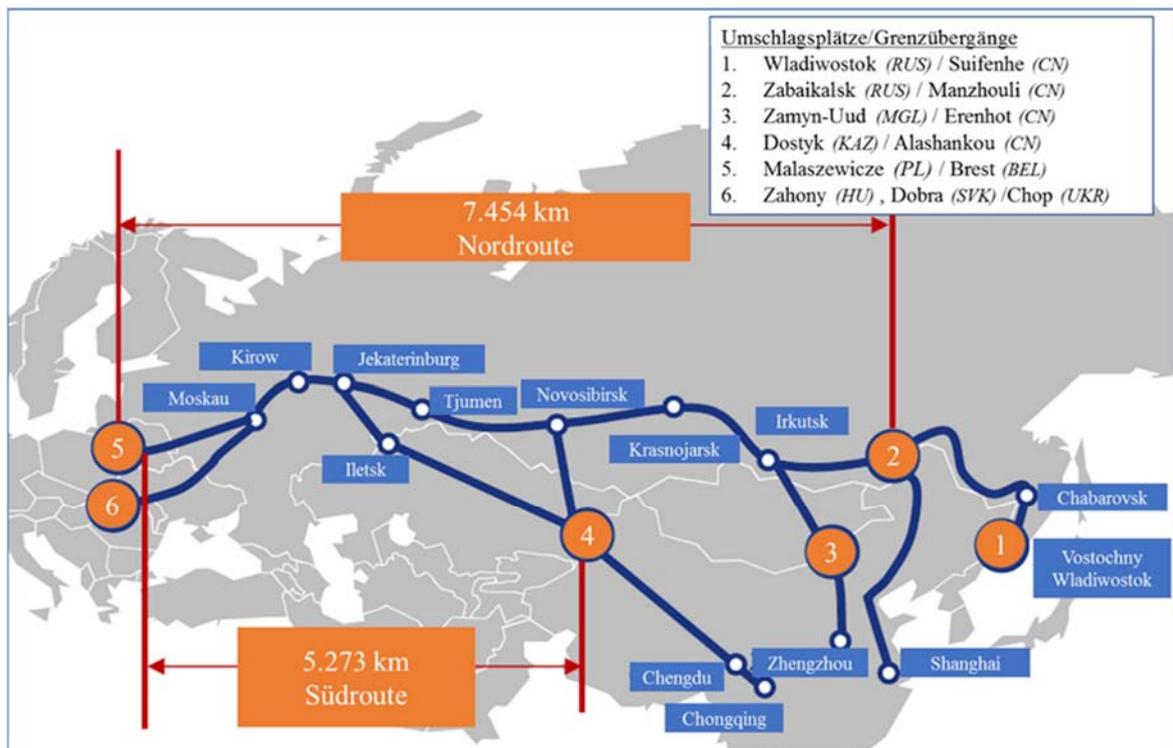


Abbildung 9: Nord- und Südroute im Transit Europa – China inkl. Umschlagsplätze/Grenzübergänge (in Anlehnung an Hellmann 2015a)

Die Bahn im nationalen Güterverkehr ist nichts Neues, in Deutschland werden rund 20 % des jährlichen Güterverkehrsaufkommens über die Schiene transportiert und auch auf transkontinentaler Ebene gibt es seit längerem Bemühungen, wie beispielsweise den gemeinsamen, liberalisierten Schienenverkehrsmarkt Europas (Woitschützke 2013). Interkontinentale Landverkehrswege sind eher selten, die bedeutendste und ausgedehnteste Verbindung ist das euroasiatische Bahnnetz. Mit rund 8.000 km ist die Transsibirische Eisenbahnstrecke der Hauptteil dieser Verbindung (Woitschützke 2013), wobei im Güterverkehr (vgl. Abbildung 9) von den meisten Verkehrsdienstleistern sowohl die Südroute über Kasachstan und Russland (Städte entlang der Route: Iletsk, Dostyk, Alanshankou, Changdu und Chongqing) als auch die Nordroute über Sibirien und nördlich der Mongolei (Städte entlang der Route: Tjumen, Novosibirsk, Krasnojarsk, Irkutsk, Zabaikalsk, Manzhouli, Zhenzhou, Shanghai und Wladiwostock) unterschieden und angeboten werden, mit, je nach Anbieter, geringfügigen Abweichungen in der finalen Streckenführung (DB Schenker 2016, Hellmann 2015a).

Eine entscheidende Rolle spielen die Umschlagsplätze, denn obwohl es sich um die längste Eisenbahnstrecke der Welt handelt, muss zweimal auf andere Spurweiten umgesetzt werden. So hat China dieselbe Normalspurbreite (1435 mm) wie die meisten Länder in Europa, aber in Russland, Weißrussland, der Mongolei und Kasachstan ist das Breitspurnetz (1520 mm) verbaut. So wird auf asiatischer Seite an der mongolisch-chinesischen Grenze in Erenhot/Zamyn-Uud, an der russisch-chinesischen Grenze in Zabaikalsk/Manzhouli oder an der kasachisch-chinesischen Grenze in Dostyk/Alanshankou die Spur gewechselt, auf europäischer Seite ist die polnisch-weißrussische Grenze Brest/Malasewicz Hauptumschlagspunkt (DB Schenker 2016).

Der vorgestellten Eisenbahnverbindung gilt seit geraumer Zeit ein besonderes Interesse, so möchte Russland als Transitkorridor zwischen den beiden Kontinenten fungieren und hat seit 2013 bereits 10.6 Milliarden € in den Aufbau der Infrastruktur sowie die Erneuerung des Schienennetzwerkes investiert. Großes Ziel ist es, die Geschwindigkeitseinschränkungen zu eliminieren; schnelle Zollabwicklung, möglicherweise durch Sonderabkommen, zu ermöglichen und eine stabile Tarifstruktur zu implementieren (Hellmann 2015b). Und auch China hat das Potenzial der Verbindung erkannt und möchte mit dem Projekt „Neue Seidenstraße“ oder auch „One Belt, One Road“ sowohl die See- als auch die Landverkehrsverbindung der Kontinente Europa, Asien und im nachgelagerten Schritt auch Afrika stärken – insgesamt sind sechs Verbundkorridore geplant (Grieger 2016). Damit zeichnet sich ab, dass die Bahn nach langer Zeit der Vernachlässigung als Verkehrsträger im interkontinentalen Transport neben Schiff und Flugzeug, zurück in den Fokus der Möglichkeiten gerät.

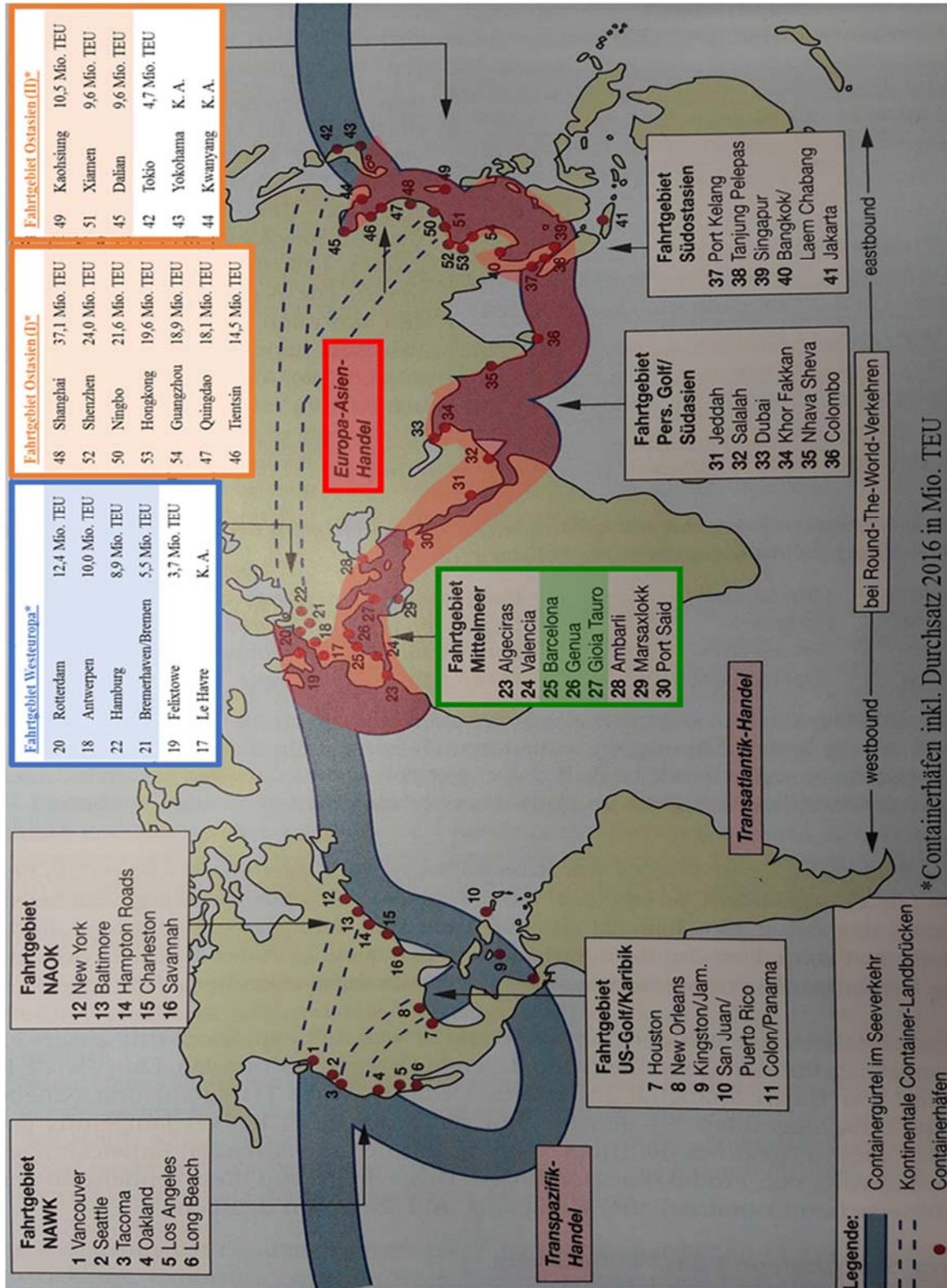


Abbildung 10: Der Containergürtel inkl. bedeutender Containerhäfen mit Fokus auf dem Europa-Asien-Handel (in Anlehnung an Woitschütke 2013 und UNCTAD 2017)

Der Seegüterverkehr, der anteilig circa 70 % des wertmäßigen Welthandels sowie 80 % des weltweiten Handels nach Gewicht ausmacht, basiert auf der größten physisch zusammenhängenden Transportinfrastruktur der Welt. Neben der geographi-

schen Konfiguration des Transportweges können auch die Reihenfolge der Hafenanläufe, die Fahrpläne inkl. der Frequenz sowie der Schiffstyp und die Schiffsgröße zu den entscheidenden Gestaltungsparametern des Seeschiffs im Hauptlauf gehören (Schieck 2008).

Wichtige internationale Fahrtgebiete, wie die hier im Fokus stehende Verbindung von Europa nach Asien, werden im containerisierten Stückgutverkehr via Linienschifffahrt bedient (Schieck 2008), d.h. es besteht ein regelmäßigen Güterseeverkehr zwischen festgelegten Lade- und Löschhäfen bei Einhaltung fixer Fahrpläne. Der durch die festen Routen der Liniendienste entstandene sogenannte Containergürtel (Abbildung 10) verbindet die größten Container-Seehäfen der nördlichen Hemisphäre. Auch die europäisch-asiatische Verbindung, inkl. Deutschland und China, liegt mit der Suez-Indik-Route neben der transatlantischen und der transpazifischen Route an diesem, den Globus umspannenden Band (Woitschützke 2013).

Die Weltseehäfen der Suez-Indik-Route sind auf europäischer Seite Rotterdam, Antwerpen, Hamburg, Bremerhaven/Bremen, Felixtowe und Le Havre, wobei für Transporte aus Deutschland hauptsächlich die deutschen, niederländischen und belgischen Häfen (blau hinterlegt) interessant sind – größter europäischer Hafen ist Rotterdam mit einem Durchsatz 2016 von 12,4 Mio. TEU. Für Fracht aus Süddeutschland können auch die Häfen Barcelona, Genua oder Gioia Tauro (grün hinterlegt) im Fahrgebiet des Mittelmeers in Frage kommen – diese Route wird jedoch vernachlässigt, da Nordrhein-Westfalen der akkumulierte Standort der Stahlindustrie in Deutschland ist.

Für den ostasiatischen Raum sind folgende Welthäfen von besonderem Interesse: Shanghai, Shenzhen, Ningbo, Hongkong und Guangzhou, Qingdao, Tianjin, Kaosung, Xiamen, Dalian, Tokio, Yokohama und Kwanyang, wobei 77 % davon in China liegen (orange hinterlegt) – größter asiatischer und gleichzeitig größter Hafen weltweit ist Shanghai mit 37,1 Mio. TEU. Entscheidend bei der Hafenauswahl ist zusätzlich die Effizienz im Umschlag vor Ort inklusive der Ausstattung an Art, Anzahl und Technik von Umschlagemitteln (Schieck 2008).

Seegüterverkehrsschiffe können auf dieser Strecke maximal die sogenannte Schiffsklasse „Suez-Max“ haben, die mit 18,90 m Tiefgang, maximal 43,89 m und bis 13.000 TEU Tragfähigkeit die Passage des Suezkanals, der mit einer Länge vom 161 km das Mittelmeer mit dem Roten Meer verbindet, noch passieren können (Woitschützke 2013, Schieck 2008). Dies gilt, unabhängig davon, ob es sich um Tankschiffe, Massengutschiffe für trockenes Gut, konventionelle Stückgutschiffe, Roll-on/Roll-off-Schiffe, Spezialschiffe oder die in der vorliegenden Arbeit im Fokus stehenden Containerschiffe handelt (Schieck 2008).

	Entfernung (in nm)	Entfernung (in km)	Abweichung zu SI-Route (in %)
Suez-Indik-Route	11.400	21.100	-/-
Kap-Route	14.660	27.000	+28,6 %
Polar-Route	8.270	15.300	-27,5 %

Tabelle 1: Alternative Transportrouten auf der Strecke: Hamburg – Tianjin

Neben der Suez-Indik-Route, die als Standardroute sowohl von Süd- als auch Nord-europa durch die Straße von Gibraltar, den Suezkanal, entlang der Malakka-Straße bis nach China und ggfs. noch weiter führt, gibt es für die Verbindung noch zwei Alternative: die circa 30 % längere Route um das Kap der Guten Hoffnung, für Schiffe, die aufgrund von Abmessungen und/oder Tiefgängen von der Suez-Indik-Route ausgeschlossen sind und die circa 30 % kürzere Polar-Route (Nordostpassage), die jedoch im heutigen Klima nur zwei bis drei Monate im Jahr eisfrei ist (Woit-schützke 2013). Tabelle 1 macht die Entfernungsunterschiede der alternativen Transportrouten anhand der Strecke Hamburg – Tianjin noch einmal deutlich.

Viele Containerschiffe pendeln heute also als sogenannte Mega-Carrier kontinuierlich mit hoher Produktivität zwischen einigen, wenigen Welthäfen im internationalen Seegüterverkehr (Deep Sea Shipping), die Zubringer- und Verteilerverkehre übernehmen via Kurzstreckensee-, Binnenschiffahrts-, Schienengüter- oder Straßengüterverkehr den ergänzenden Hinterlandverkehr, auf den im folgenden Kapitel näher eingegangen wird (Schieck 2008).

4.3 LKW, Bahn und Binnenschiff im Vor- und Nachlauf

Nachdem im Hauptlauf, unabhängig ob via Seeschiff oder Bahn, der überwiegende Anteil der Strecke überbrückt ist, also hoch frequentierte Umschlagspunkte verbunden wurden, erfolgt im Vorlauf die Abholung beim Absender und im Nachlauf die Verteilung auf die Empfänger. Sowohl Vor- als auch Nachlauf können via LKW, Bahn oder Binnenschiff erfolgen, wobei die Gegebenheiten, die ausschlaggebend für die Wahl des Verkehrsträgers sind, in den beiden im Fokus liegenden Ländern Deutschland und China unterschiedlich sind bzw. sein können.

In beiden Ländern ist der Anteil der Straße an den gesamten zur Verfügung stehenden Kilometern rund 95 %. Auch an der Verkehrsleistung der Straße als Verkehrsträger von 4.338,9 Mrd. tkm in China (2010) und 328,8 Mrd. tkm in Deutschland (2011) lässt sich die große Bedeutung des Straßengüterverkehrs ablesen. Die Anbindung an die Straße, das heißt die Straßendichte ist 2015/2016 jedoch in Deutschland mit 232,5 km/100 km² fast fünfmal höher als in China mit 47,7 km/100 km² (Göpfert/Braun 2013 und Schulte 2013).

Schienen und Binnenschiff spielen auf den ersten Blick eine untergeordnete Rolle, wobei hier der Blick auf die Verkehrsleistung entscheidend ist. So wurden 2010 in China 2.242,8 Mrd. tkm via Binnenschiff abgewickelt und 2016 schon 3.753,6 Mrd. tkm – ein Anstieg um 67 %. Göpfert weist darauf hin, dass sich die Binnenschiffahrt im Boom befindet und vor allem der Dreischluchten-Damm über den Yangzi-Fluss zur Attraktivität dieses Transportmittels in China beiträgt. 2010 ist das deutsche Wasserstraßennetz mit 62,3 Mrd. abgewickelten tkm deutlich kleiner als das chinesische, jedoch ist mit 2 km/100 km² die Dichte der klaren deutschen Süd-Nord-Ausrichtung deutlich größer (Göpfert 2013, NBSC 2016). Mit den Hauptflüssen Rhein, Weser, Elbe und Oder ist die Verbindung zu Nord- und Ostsee und damit zu den großen (auch nichtdeutschen) Seehäfen sichergestellt (Woitschützke 2013).

Die Bahn als Verkehrsträger im Vor- und/oder Nachlauf erreichte in China 2010 eine Verkehrsleistung von 2764,4 Mrd. tkm, jedoch mit rückläufigem Trend (2015: 2375,4 Mrd. tkm); dies kann daran liegen, dass ein Großteil der Seehäfen nicht ans Bahnnetz angeschlossen ist. In Deutschland hingegen ist die Bahn stärker vertreten als das Binnenschiff, 2010 wurden 107,3 Mrd. tkm über die Schiene transportiert (NBSC 2016).

Mit der Wahl des LKW als Transportmittel kann, durch flächendeckende (meist nationale) Infrastruktur, jeder Ort – vorausgesetzt angebunden an den Verkehrsträger Straße, in Ausnahmen sogar ohne – angefahren werden: ein entscheidender Vorteil (Clausen/Geiger 2013). Mit spezialisierten Fahrzeugen ist (fast) jede Transportaufgabe zu bewältigen und durch den Einsatz von für den Containertransport konzipierten Kraftfahrzeugen ist der Umschlag in den nächsten Teil der Transportkette leicht zu realisieren. Zusätzlich kann der LKW vom aktiven Transportmitteln in sogenannten Roll-on/Roll-off- oder Huckepackverkehren als passive Ladeinheit genutzt werden, eine weitere Möglichkeit, räumliche und zeitliche Flexibilität umzusetzen (Schieck 2008).

Um große Mengen und/oder Massen von Gütern, wie beispielsweise in der Stahlindustrie, energieeffizient zu befördern, ist der Schienengüterverkehr, durch den geringen Rollwiderstand zwischen Schiene und Rad, besonders gut geeignet. Kapazitiv eingeschränkt wird dies durch die maximale Anzahl von Zügen pro Zeiteinheit und Mindestzugfolgezeiten auf den jeweiligen Streckenabschnitten und gebunden an das Schienennetz und Fahrpläne. Dabei wird zwischen Ganzzug- und Einzelwagenverkehren unterschieden, wobei Ganzzüge alle Wagen von einer gemeinsamen Quelle zum gleichen Empfangsbahnhof (Senke) transportieren und alternativ einzelne Wagen durch ein- oder mehrmalige Rangiertätigkeiten an Satelliten, Knotenpunkt- oder Rangierbahnhöfen erst zu ausgelasteten Gesamtzügen organisiert werden (Clausen/Geiger 2013, Schieck 2008).

Das Binnenschiff ist ein kostengünstiges, massenleistungsfähiges Transportmittel mit sehr hoher Transportsicherheit, weshalb es im Gefahrgüterbereich vermehrt eingesetzt wird. Die Binnenschiffahrt ist weitestgehend staufrei im Einsatz und ist auch befreit von Einschränkungen bezüglich Sonn- und Feiertagen, allerdings stark gebunden an die (oft) natürlich gegebenen Binnenwasserstraßen des jeweiligen Landes und die eingeschränkte Geschwindigkeit. Zu unterscheiden sind Containerschiffe, Schubverbände (inkl. Leichter) und Roll-on/Roll-off-Schiffe, die stark abhängig von Klima- und Wetterbedingungen, insbesondere durch Wasserstände, die Flüsse, Kanäle, Binnenseen und den küstennahen Seeraum bedienen (Schieck 2008).

Werden drei Transportmittel bezüglich einer zu transportierenden Menge von 4.000 t verglichen, so werden im Durchschnitt ein Güterzug, zwei Binnenschiffe oder 160 LKW für den Transport benötigt (Woitschützke 2013).

5 Bahn oder Schiff – eine vergleichende Analyse

Es folgt die detaillierte Betrachtung der Transportmittelwahl in Bezug auf die Handlungskriterien Prozessstabilität (Wie beständig ist der Prozess gegenüber inneren und äußeren Einflüssen?), Zeit (Wie viele Tage werden benötigt, um die definierte Strecke zurückzulegen?), Kapazität (Welches Fassungsvermögen haben die jeweiligen Transportmittel?), Umwelt/Nachhaltigkeit (Welche ökologischen Auswirkungen sind zu erwarten?) und Kosten (Welchen Wert hat die Dienstleistung Transport und wie wirtschaftlich ist diese?). Im Anschluss werden Zielbeziehungen und Abhängigkeiten dargestellt, um mit einer Gesamtübersicht abzuschließen.

5.1 Maßgebende Ziele der Supply Chain

„Die Logistik soll sicherstellen, dass die richtigen Güter, Informationen und Dienstleistungen, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in der richtigen Menge und in der richtigen Qualität, zu richtigen (möglichst geringen) Kosten zur Verfügung stehen“ (z. B. Arndt 2015). Für die Analyse ist daher festzulegen, „welche Güter und Informationen, in welchen Mengen, an welchen Orten, zu welchen Zeitpunkten in welcher Qualität durch welche Aktionen verfügbar sein müssen“ (Ehrmann 2018, S. 31).

Welche Güter/Informationen? – in der vorliegenden Arbeit steht die Stahlindustrie mit dem Endprodukt Coil im Fokus und eben dieses soll auch Gegenstand des Transports sein. Die benötigten Informationen, in diesem Fall die Einfuhrdokumente, Begleit- und Ausfuhrpapiere, hängen von der Wahl des Transportmittels ab.

In welchen Mengen? – der vorliegenden Arbeit soll, wie bereits erläutert, ein Coil zugrunde liegen, welches sicher in einen Container gestaut ist. Es wird davon aus-

gegangen, dass das Coil der Größe und dem Gewicht entspricht, um lediglich ein Coil im Container verstauen zu können.

An welchen Orten? – in der vorliegenden Arbeit stehen die Länder Deutschland als kumulierter Standort der Stahlindustrie in Europa, und China als Ballungsgebiet der Stahlindustrie in Asien im Fokus. In Deutschland von besonderem Interesse ist Nordrhein-Westfalen als Kerngebiet der deutschen Stahlindustrie und um konkrete Vergleiche zu ermöglichen, wird – soweit notwendig – Duisburg als Quelle (Absenderstadt) des zu transportierenden Coils festgelegt. In China ist die Region Hebei als Kerngebiet der chinesischen Stahlindustrie von besonderem Interesse und – soweit notwendig – wird Peking als Senke (Empfängerstadt) festgelegt.

Zeit, Qualität und Kosten sind aufgrund der Variabilität je nach Wahl des Transportmittels als Handlungskriterien definiert, welche im Folgenden bezüglich ihrer Relevanz für die Stahlindustrie vorgestellt werden. Die entscheidende Kernfrage bleibt: Welches Transportmittel ist das „richtige“ – Bahn oder Schiff?

5.2 Die Auswahl der Analyse Kriterien – Relevanz für die Stahlindustrie

Zeit, Qualität (in diesem Fall Prozessstabilität) und Kosten als Analyse Kriterien ergeben sich aus der 6-R-Regel. Das Thema Umwelt ist unter anderem unter der Überschrift „Grüne Logistik“ und „Nachhaltigkeit“ auch in der Logistikbranche ein aufstrebendes Thema, während die Kapazität von Transportmitteln seit jeher zu den Grundlagen der Transportmittellogistik zählt (Schieck 2008).

Prozessstabilität

Unter Prozessstabilität wird sowohl die Zuverlässigkeit und Regelmäßigkeit als auch das externe Gefahrenpotenzial betrachtet, darunter fallen die Einflussgröße Klima aber auch kriminelle Aktivitäten.

Zeit

Ein wesentlicher Charakterzug der Logistik ist die Zeit als entscheidende Größe im Wettbewerb (Pfohl 2010). „Kurze Lieferzeiten“ sind beispielsweise ein oft gefordertes Kriterium, um aus Kostengründen geringe Lagerbestände zu realisieren und bei Nachfrageänderungen schnell reagieren zu können – dies gilt auch für die Stahlindustrie.

Kapazität

Allgemein gelten aggregierte Transportmengen als Möglichkeit, Kosten einzusparen und den Service zu verbessern. Das entsprechend gewählte Transportmittel muss diese geforderte Kapazität jedoch auch zur Verfügung stellen können, besonders in der Stahlindustrie kann dies, aufgrund des oft hohen Gewichts des Produkts, eine Herausforderung sein (Schulte 2013).

Umwelt

„Die Logistik ist eine der betrieblichen Funktionen, für die ökologische Anforderungen zur Entlastung der natürlichen Umwelt durch Vermeidung, Minderung und Beseitigung von höchster Relevanz sind“ (Pfohl 2010, S. 41). Die Globalisierung und daraus unter anderem resultierend das anwachsende Verkehrsaufkommen und dessen negative Folgen haben ein neues umweltorientiertes Bewusstsein in der Transportmittelwahl – auch in der Stahlindustrie – geschaffen und werden deshalb als separates Kriterium aufgeführt (Pfohl 2010).

Kosten

Zu den Hauptbeurteilungskriterien für außerbetriebliche Transporte zählen die Kosten. Dazu zählen unter anderem Frachtkosten, Transportnebenkosten (z. B. Hafengebühren, Standgelder und Zölle) und Handlingkosten. Hier stehen die Frachtkosten im Mittelpunkt (Ehrmann 2014). Auch in der Stahlindustrie sind aufgrund der hohen Wettbewerbsintensität niedrige Logistikkosten ein wesentlicher Erfolgsfaktor, da schon kleine Kostenvorteile entscheidend sein können (Schulte 2013).

5.3 Analyse der Handlungskriterien

Im Kern geht es um die Frage, ob die Bahn sich als Alternative zum Seeschiff auf der Route Europa – Asien eignet. Dies soll nun abschließend anhand der im Vorfeld definierten Handlungskriterien analysiert werden. Prozessstabilität, Zeit, Kapazität, Umwelt und Kosten werden im Einzelnen immer im Bezug sowohl auf die Bahn als auch auf das Schiff untersucht.

Kriterium 1: Prozessstabilität – Zuverlässigkeit und Gefahrenpotenziale

Im Allgemeinen gelten sowohl die Bahn als auch das Schiff für fast jede Güterart als sichere Transportabwicklung mit hoher Termintreue und -sicherheit durch Fahrplan- bzw. Linienverbindungen. Dabei lässt sich die Zuverlässigkeit gut anhand der Verbindungen analysieren. So zeigt Tabelle 2 die 129² wöchentlichen Verbindungen von Hamburg nach Ostasien. Wenn nun nur die beiden am nächsten zu Peking gelegenen Häfen Dalian und Tianjin betrachtet werden, gibt es immer noch 13 regelmäßige Verbindungen in die Region und das lediglich von Hamburg aus.

Hinzu kommen die weiteren nahe an Nordrhein-Westfalen gelegenen Seehäfen Rotterdam und Antwerpen. Das führt zu einer regelmäßigen Versorgung der Route mit Linienschiffen, deshalb kann in dieser Hinsicht von einer zuverlässigen Transportroute ausgegangen werden.

² Nicht berücksichtigt sind mögliche Doppelnennungen aufgrund von Verbundverkehren.

HAMBURG - Seestrecke (in nm)	Dalian	Tianjin	Shanghai	Ningbo	Xiamen	Shenzhen	Hongkong	Guangzhou
	Reederei Abfahrten/ Woche	Reederei Abfahrten/ Woche	Reederei Abfahrten/ Woche	Reederei Abfahrten/ Woche	Reederei Abfahrten/ Woche	Reederei Abfahrten/ Woche	Reederei Abfahrten/ Woche	Reederei Abfahrten/ Woche
	11.306	11.486	10.863	10.766	10.333	10.143	10.148	10.189
	CMA-CGM 1 COSCO 1 Evergreen 1 Hapag-Lloyd 1 K-Line 1 MOL 1 NYK 1 OOCL 1 UASC 1 Yang Ming 1	1 APL 1 Sarjak 1 SSL Line Lim	1 CMA CGM 1 COSCO 1 Evergreen 2 Hamburg S. 2 Hapag Lloyd 1 HMM 1 Maersk 1 MOL 2 MSC 2 NYK 2 MSC 4 OOCL 1 PIL 2 UASC 2 Yang Ming	5 CMA CGM 5 COSCO 5 Evergreen 2 Hamburg S. 2 Hapag Lloyd 1 HMM 1 K-Line 2 Maersk 2 MOL 2 NYK 2 OOCL 2 NYK 1 OOCL 1 PIL 1 UASC 2 Yang Ming	5 CMA CGM 5 COSCO 5 Evergreen 2 Hapag Lloyd 2 Hapag Lloyd 1 K-Line 2 Maersk 2 MOL 2 NYK 2 OOCL 2 PIL 5 Sarjak 1 SSL Line Lim 2 UASC 2 Yang Ming	1 CMA CGM 1 COSCO 1 SSL Line Lim 1 Evergreen 1 Hapag Lloyd 1 K-Line 1 MOL 1 NYK 1 OOCL 1 PIL 1 UASC 1 Yang Ming	1 CMA CGM 2 COSCO 1 Evergreen 1 Hapag Lloyd 2 K-Line 2 MOL 1 NYK 2 OOCL 2 UASC 2 Yang Ming	1 APL 1 SSL Line Lim 1 APL 1 SSL Line Lim
Summe	10	3	35	40	18	3	17	3

Tabelle 2: Wöchentliche Seeschiff-Verbindungen Hamburg – Ostasien (vgl. Port of Hamburg 2018)

Auch für die Bahn gibt es inzwischen mehrere Anbieter und regelmäßige Verbindungen nach Fahrplan Richtung Asien, wenn auch weitaus weniger als mit dem Schiff. Eine genaue Anzahl zu definieren ist schwierig, da es im Gegensatz zu den Seehäfen keine selbstständig organisierten Start-/Endpunkte gibt, welche die Verbindungen zählen. Auf deutscher Seite zählen Duisburg, Hamburg und Nürnberg zu den großen Umschlagsterminals und auf chinesischer Seite Zhengzhou, Chongqing und Wuhan. Tabelle 3 zeigt beispielhaft den Fahrplan der Transa Spedition GmbH, die im Auftrag für DB Schenker die „China-Züge“ abwickelt. Demnach kommen neun Züge pro Woche aus China und fünf Züge verlassen Deutschland in Richtung China.

	Chongqing - Duisburg	Wuhan - Duisburg/Hamburg	Zhennzhou - Hamburg	Changsha - Duisburg
Westgehend	Sa., Mo., Do.	Mi., Fr.	Mo., Mi., Fr.	Sa
Ostgehend	Sa., Do.	Sa.	Sa., Do	

Tabelle 3: Wöchentliche Bahn-Verbindungen Deutschland - China (vgl. Transa 2016)

Für beide Transportmittel sind die Klimaveränderungen auf der Transportroute ein Gefahrenpotenzial für die Ware. So kann es auf der Schiffsroute (tangierte Klimazonen: 3) je nach Jahreszeit zu Hitze und extremer Feuchtigkeit kommen und auf der Bahnroute (tangierte Klimazone: 1) zu extremer Kälte (Woitschützke 2013). Für die Auswirkungen der Containerschweißbildung spielt es auch eine Rolle, ob von warm nach kalt oder von kalt nach warm transportiert wird. Für das im Fokus stehende Produkt Stahl im Allgemeinen ist die Temperatur nicht entscheidend, weshalb auf eine detaillierte Betrachtung verzichtet wird.

Auch wenn das Klima im Allgemeinen keinen größeren Einfluss auf das Produkt Stahl hat, so ist die Gefahr für ein Containerschiff in einen Sturm zu geraten auf der Route durchaus gegeben. Die Schiffsorganisation „World Shipping Council“ geht aufgrund von Mitgliederbefragung davon aus, dass in den Jahren 2014–2016 im Durchschnitt 612 (exklusive Schiffskatastrophen) Container pro Jahr aufgrund von

schlechten Wetterverhältnissen oder schlechter Ladungssicherung verloren gegangen sind, inkludiert man die Schiffskatastrophen waren es 1.390 pro Jahr. Im Verhältnis zu über 130 Mio. transportierten Containern (2016) ist diese Zahl jedoch verschwindend gering: 0,0011 % (WSC 2017). Gleichzeitig wird auch immer wieder auf die Thematik Piraten hingewiesen, wobei 2017 von den 180 Vorfällen lediglich 23 auf Containerschiffe erfolgten. Hauptsächliches Ziel ist die konventionelle Schifffahrt, wobei die Region Südostasien als besonders gefährlich gilt (ICC 2018).

Für die Verbindung mit der Bahn ist die Darstellung der Gefährdungspotenziale schwierig. So bietet die Bahn zwar eine Echtzeit-Überwachung der Container an, von welchen möglichen Gefährdungen, abgesehen vom Klima, ausgegangen wird, ist jedoch nicht dargestellt (Transa 2016). Auch welche Auswirkungen die Schwankungen der politischen Beziehungen des Westens mit Russland auf die Bahnverbindung haben, ist aus keiner verlässlichen Quelle bekannt. Bisher gab es jedoch auch keine größere Meldung zu einem Vorfall auf der Route, weder zu größeren wetterbedingten Ausfällen, noch von Überfällen oder dergleichen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass aufgrund der höheren Frequenz der Linienverbindungen und der größeren Auswahl das Seeschiff eine höhere Zuverlässigkeit und Regelmäßigkeiten realisieren kann als die Bahn. Nichtsdestotrotz gibt es auch für die Bahn nach China regelmäßige Fahrpläne, so dass grundsätzlich beide Transportmittel auf der Strecke Europa – Asien als zuverlässig eingestuft werden können. Die Transportkette ist nach derzeitigem Wissensstand voraussichtlich ähnlich anfällig für externe Störungen. Es wird darauf hingewiesen, dass politische Auseinandersetzungen mit Handelseinschränkungen aufgrund ihrer mangelnden Vorhersehbarkeit und Konstanz nicht berücksichtigt worden sind. Das Klima spielt hinsichtlich des hier betrachteten Materials eine untergeordnete Rolle.

Kriterium 2: Zeit – die entscheidende Größe im Wettbewerb?!

Der Produktionsprozess eines Coils ist (zeit-)aufwendig, Lieferzeiten von circa 8 Wochen sind keine Seltenheit – ein schneller Transport kann unter Umständen also entscheidend zu pünktlicher Belieferung des Kunden beitragen. Allerdings werden die langen Lieferzeiten bei Stahl als Vormaterial von den weiterverarbeitenden Unternehmen mit einkalkuliert. Aufgrund des hohen Wertes des Materials kann die Kapitalbindung während des Transports auch Einfluss auf die Wahl des Transportmittels haben.

Tabelle 4 zeigt die Transitzeiten Terminal – Terminal von Bahn und Schiff im Vergleich. Ein Vergleich identischer Terminal-Terminal-Verbindungen ist nicht möglich, da für den Schiffs- und Bahnverkehr unterschiedliche Terminals genutzt werden und demnach betrachtet werden müssen.

SEESCHIFF		BAHN	
Hamburg - Dalian	ca. 47 Tage	Hamburg - Zhengzhou (Südroute)	ca. 17 Tage
Hamburg - Tianjin	ca. 47 Tage	Duisburg - Changsha (Nordroute)	ca. 22 Tage

Tabelle 4: Transitzeiten Terminal – Terminal auf der Route Deutschland – China (vgl. Port of Hamburg 2018, Transa 2016)

Deutlich wird jedoch, dass die Transitzeiten der Bahn (circa 17–22 Tage) von Deutschland in die Ballungsgebiete des Stahls in China um fast 50 % von den Transitzeiten des Seeschiffes (circa 47 Tage) abweichen – eine erhebliche Differenz.

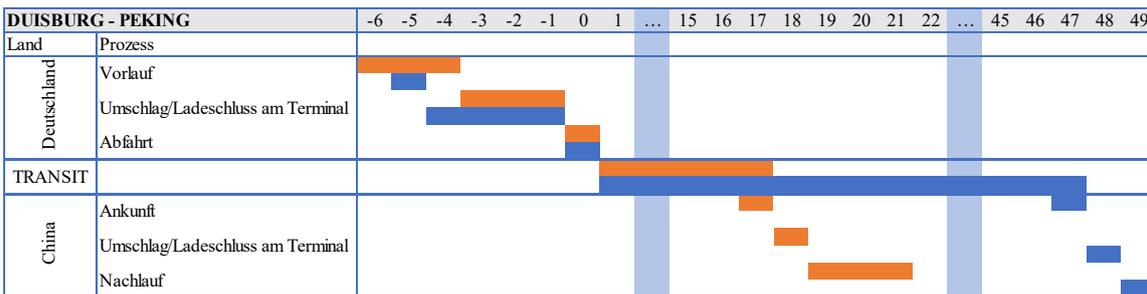


Abbildung 11: Transitzeit Duisburg – Peking: Bahn und Seeschiff im direkten Vergleich (in Anlehnung an Hellmann 2015a, Transa 2016, Searates 2018)

Die Betrachtung des Hauptlaufs allein ist jedoch nicht ausschlaggebend, da Vor- und Nachlauf entscheidend auf die Transitzeit einwirken können. Abbildung 11 zeigt beispielhaft die Transitzeiten zur Lieferung eines Containers von Duisburg nach Peking. Die Abbildung zeigt, dass in diesem Fall Vor- und Nachlauf bei einem Transport via Seeschiff weniger Zeit benötigen als bei einem Transport via Bahn. Dies liegt unter anderem an der Lage der Terminals, so ist der Seehafen Tianjin nur circa 180 km von Peking entfernt während sowohl das Bahnterminal Zhengzhou als auch das Bahnterminal Changsha rund 800 km von Peking entfernt sind. Bei der massiven Differenz der benötigten Zeit im Hauptlauf hat dies jedoch keinen Einfluss auf das Endergebnis – die Bahn bleibt in diesem Fall deutlich schneller als das Schiff. So benötigt die Bahn für die Route Duisburg – Peking inkl. Vor- und Nachlauf circa 27 Tage, das Seeschiff im Hauptlauf auf derselben Strecke circa 49 Tage – eine Differenz von 22 Tagen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass auf der analysierten Strecke die Bahn im Hauptlauf circa 50 % schneller ist als das Seeschiff, werden Vor- und Nachlauf inkludiert, ist die Bahn circa 45 % schneller. Real betrachtet kann das Material den Kunden 3 Wochen eher erreichen, ganz abgesehen von der geringeren Kapitalbindung.

Kriterium 3: Kapazität – Grundlage des Transportmittels

Die Kapazität ist Grundlage eines jeden Transportmittels und kann in der Tragfähigkeit in Tonnen als auch in TEU, der nominellen Anzahl an 20-Fuß-Containerstellplätzen, gemessen werden. Auf der vorliegenden im Fokus liegenden

Route können aufgrund der Passage durch den Suezkanal maximal Schiffe mit einer Kapazität von bis zu 13.000 TEU eingesetzt werden, Schiffe ab 10.000 TEU werden bis heute jedoch noch relativ selten eingesetzt. Das durchschnittliche Containerschiff hat bei einer Länge von circa 300–350 Metern ein Fassungsvermögen von circa 8.500 TEU und damit eine Tragfähigkeit von circa 101.500 t (Schönknecht 2009, Selzer 2014). Die Kapazitäten des Seeschiffes auf der Route Deutschland – China sind somit abhängig von der gewählten Schiffsgröße. Im vorliegenden Fall wird ein durchschnittliches Containerschiff mit einer Kapazität von 8.100 TEU vorausgesetzt.

Die Kapazität der Bahn wird von den Anbietern Kühne + Nagel mit 41 bis 52 x 40-Fuß-Containern per Zug, das entspricht 82-104 TEU und von GVT Intermodal mit 84 TEU angegeben (vgl. GVT Intermodal 2018, Kühne + Nagel 2018). Im vorliegenden Fall wird, um einen Vergleich zu ermöglichen, eine Kapazität von 90 TEU pro Zug angenommen.

Für beide Transportmittel gilt, dass die Lastverteilung berücksichtigt werden muss. Diese ist für das Produkt Stahl aufgrund des hohen Gewichts von besonderer Relevanz. Das heißt, für das Containerschiff ist neben der TEU-Kapazität auch die Tragfähigkeit und die Stauung (sehr schwere Container können nur in begrenzter Anzahl transportiert werden) entscheidend. Für die Bahn ist das maximal zulässige Gesamtgewicht des Zuges die entscheidende Restriktion. So kann ein „Ganzzug Stahl“ durchaus weniger Wagons haben, als ein durchschnittlich beladener Zug.

Im vorliegende Fall gilt damit der Vergleich eines Containerschiffs von 8.100 TEU Kapazität gegenüber der Bahn mit einer Kapazität von 90 TEU pro Zug – es wären 90 Züge notwendig, um die gleiche Menge an Containern transportieren zu können wie mit einem einzigen Seeschiff. Abschließend lässt sich festhalten, dass das Seeschiff der Bahn mit 8.100 zu 90 TEU pro Weg kapazitiv weit überlegen ist.

Kriterium 4: Umwelt – ein Blick auf die CO₂-Bilanz

Die Transportmittelwahl kann entscheidend dazu beitragen, verkehrsbedingte Emissionen zu reduzieren, allerdings ist in der Praxis die Messung des ökologischen Fußabdrucks schwierig (Selzer 2014).

Das Umweltbundesamt hat 2018 einen Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr veröffentlicht (Bezugsjahr 2016), in dem LKW, Bahn und Binnenschiff einander gegenübergestellt werden.

Es lässt sich festhalten, dass die Betrachtung der Umwelt als Kriterium kein eindeutiges Ergebnis erzielt. In der Gesamtbetrachtung lässt sich die Bahn als Transportmittel mit insgesamt weniger negativem Umwelteinfluss als das Seeschiff bezeichnen.

Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr – Bezugsjahr 2016

		Lkw	Güterbahn	Binnenschiff
Treibhausgase	g/tkm	104	20	32
Kohlenmonoxid	g/tkm	0,091	0,014	0,075
Flüchtige Kohlenwasserstoffe	g/tkm	0,035	0,003	0,028
Stickoxide	g/tkm	0,256	0,040	0,430
Feinstaub	g/tkm	0,003	0,001	0,010

Tabelle 5: Durchschnittliche Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr (in Anlehnung an Umweltbundesamt 2018)

Kriterium 5: Kosten – Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Ein möglicher Ansatz zur Wertsteigerung eines Unternehmens ist die Kostenminimierung. Hier kann die Logistik als Teil der Prozesskosten ein wesentlicher Hebel sein (Pfohl 2016). Das Kriterium (Transport-)Kosten muss differenziert werden, so treten neben Frachtkosten, Transportnebenkosten (z. B. Straßenbenutzungsgebühren, Hafengebühren, Standgelder, und Zölle) auch Handlingkosten und sonstige Logistikkosten in Erscheinung. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Frachtkosten.

Viele der Zug-Anbieter werben damit, circa 50 % günstiger als das Flugzeug zu sein (vgl. z. B. tbngroup 2018), Vergleiche mit dem Seeschiff hingegen sind selten. Abbildung 12 zeigt den Transportkostenvergleich dreier Anbieter.

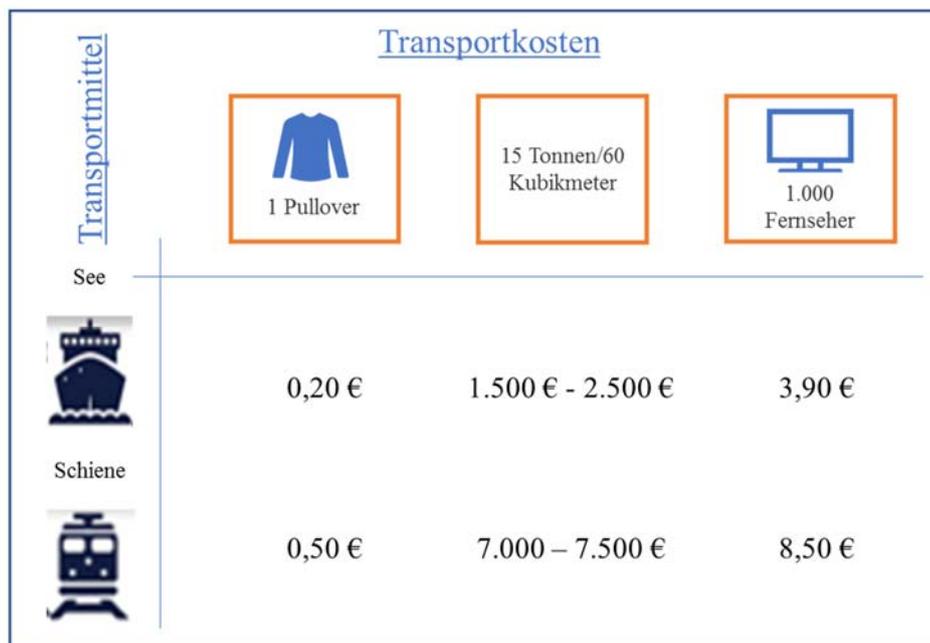


Abbildung 12: Transportkostenvergleich Seeschiff vs. Bahn (Hellmann 2015a, JetRail 2018, Kühne+Nagel 2018)

Zwar gehen die drei Anbieter von unterschiedlichen Start- und Endpunkten aus, alle Preise beziehen sich jedoch auf eine sogenannte „End-2-End“- , also eine Haus-zu-Haus- Belieferung Deutschland/Schweiz – China. Bei dem Transport der Pullover wird eine Preisveränderung von circa 60 %, deutlich, bei dem Transport von 15 Tonnen – am ehesten vergleichbar mit einem Coil – eine Preisveränderung von 72 % (2.000 € zu 7.250 €) und bei den Fernsehern eine Preisveränderung von 54 %. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Bahn zwischen 50–75 % teurer als das Seeschiff ist. Für den weiteren Verlauf wird angenommen, dass für den Transport mit der Bahn auf den Seetransportpreis 62,5 % aufgeschlagen werden müssen.

Containerraten via Seeschiff lassen sich heute über diverse Onlineportale anfragen, so liegen die Angebote für einen regulären 20-Fuß-Container auf der Route Hamburg – Tianjin derzeit zwischen 500 € und 600 € (Icontainers 2018, Searates 2018). Für die Strecke Duisburg – Peking kommen noch die Kosten für Vor- und Nachlauf inkl. Umschlag hinzu, auch diese Raten können angefragt werden. Für den Vorlauf (inkl. Umschlag) in Deutschland ist mit Kosten zwischen 550 € und 800 €, für den Nachlauf in China mit Kosten zwischen 350 € und 550 € zu rechnen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der Transportpreis via Seeschiff auf der Route Duisburg – Peking ungefähr zwischen 1.400 € und 1.950 € liegt. Abbildung 14 gibt einen Gesamtüberblick der Kosten. Bei der Betrachtung dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine grobe Orientierung handelt, unter anderem aufgrund der Besonderheiten des Produktes Stahl sind Preisveränderungen bei tatsächlichem Abschluss eines Transportvertrages nicht auszuschließen.

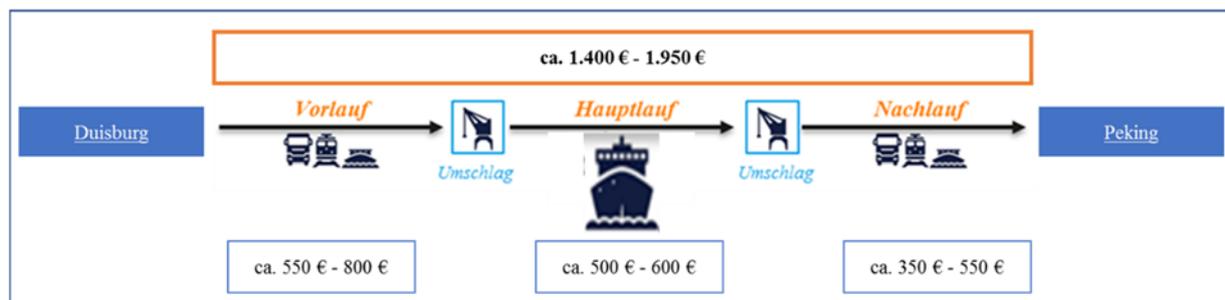


Abbildung 13: Transportkosten Seeschiff auf der Route Duisburg – Peking (Icontainers 2018, Searates 2018)

Wenn, wie oben dargestellt, angenommen werden kann, dass die Bahn ungefähr 62,5 % teurer ist als das Seeschiff, ergibt sich für die Route Duisburg – Peking für einen Standardcontainer mit Coil eine grobe Kostenübersicht wie in Abbildung 13 dargestellt: Kosten zwischen 1.400 € – 1.950 € für den Transport via Seeschiff, alternativ für den Transport mit der Bahn Kosten von ungefähr 2.275 € – 3.170 €.

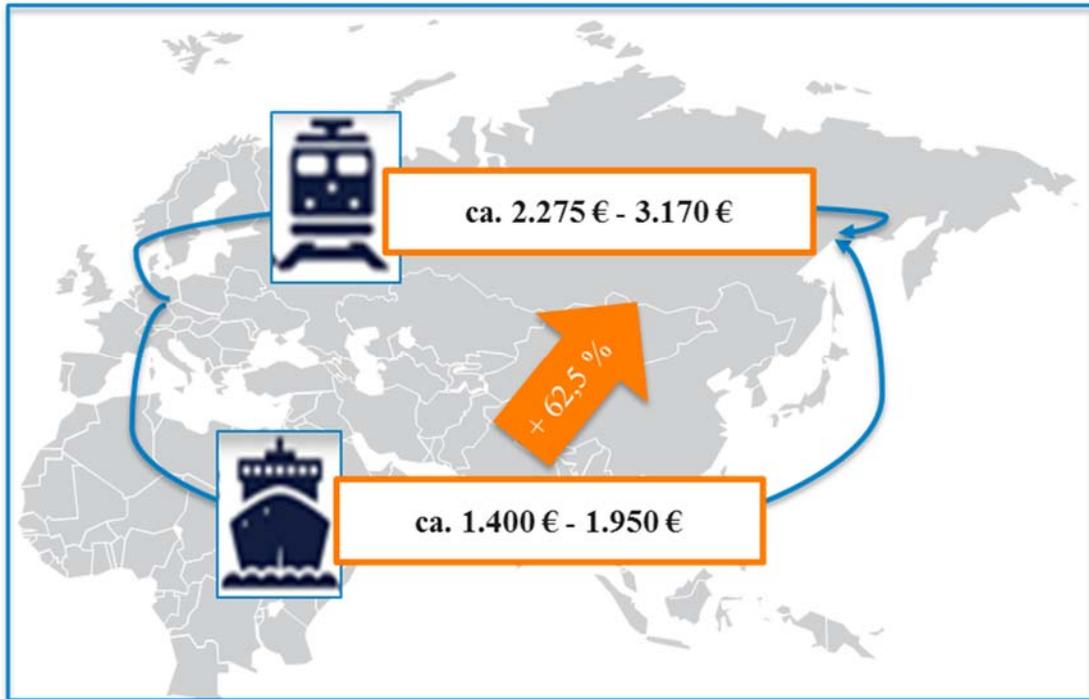


Abbildung 14: Transportkosten Bahn vs. Seeschiff auf der Route Duisburg – Peking

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Bahn als Transportmittel im Hauptlauf für einen Standardtransport zwischen 50 % und 75 % teurer ist als das Transportmittel Seeschiff im Hauptlauf, jedoch eine detaillierte Betrachtung notwendig ist, um die exakten Kosten zu kalkulieren. Überschlägig kann davon ausgegangen werden, dass der Transport via Seeschiff zurzeit unter 2.000 € liegt, der Transport via Bahn zurzeit bei ungefähr 3.000 €.

6 Die Handlungsalternativen

Im folgenden Kapitel werden die Beziehungen der im Vorfeld analysierten Handlungskriterien zueinander untersucht. Dabei gilt es sowohl komplementäre, konkurrierende als auch indifferente Beziehungen und Abhängigkeiten darzustellen. Komplementäre Ziele beeinflussen sich gegenseitig positiv, konkurrierende Ziele beeinflussen sich gegenseitig negativ und indifferente Ziele sind unabhängig voneinander. Im weiteren Verlauf wird mit Hilfe eines Spinnennetzes eine Gesamtübersicht der Erkenntnisse gegeben.

Prozessstabilität und Zeit

Die Prozessstabilität wurde hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Regelmäßigkeit aufgrund der Fahrpläne im Bahnbereich und der Liniendienste im Schiffsbereich als ähnlich eingestuft, lediglich die nutzbaren Frequenzen des Schiffs als Transportmittel sind deutlich höher. Auf die tatsächliche Transportzeit hat dieser Aspekt der Prozessstabilität also keinen Einfluss. Jedoch kann angenommen werden, dass aufgrund der Häufigkeit der regelmäßigen Verbindungen, das Schiff als Transportmit-

tel hinsichtlich kurzfristig benötigter Verbindungen einen Vorteil bietet und damit auch einen positiven Einfluss auf die Zeit hat, zusammengefasst jedoch eine indifferente Beziehung besteht.

Bezüglich des Gefahrenpotenzials sind die beiden Transportmittel ähnlich, im Grunde genommen als sicher, einzustufen. Im Falle eines Ereignisses allerdings kann der zeitliche Einfluss enorm sein, bis hin zu Verlusten der Ware. Beispielhaft sind hier Piratenüberfälle auf See oder Instabilitäten an den Landübergängen zu nennen. Aber auch schon wetterbedingte Störungen können zu Verzögerungen führen. Eine Verbesserung der Prozessstabilität hat somit einen positiven Einfluss auf die Zeit.

Prozessstabilität und Kapazität

Die Betrachtung der Zuverlässigkeit und Regelmäßigkeit einer Verbindung sowie das Gefahrenpotenzial haben keinen Einfluss auf die Kapazität. Die Kapazität eines Transportmittels ist mit der Wahl nach Verkehrsträger und Größe zunächst fixiert. Mittel- bis langfristig ist die nutzbare Kapazität jedoch von der Prozessstabilität abhängig.

Prozessstabilität und Kapazität

Die CO₂-Effizienz eines Transportmittels, also das Kriterium Umwelt, hat auf den ersten Blick keinen Einfluss auf die Prozessstabilität. Zukunftsorientiert kann vermutet werden, dass die Betrachtung des Umweltaspekts in den nächsten Jahren an Bedeutung gewinnt und dann auch, im Rahmen neuer möglicher Regularien, Einfluss auf die Prozessstabilität hinsichtlich Zuverlässigkeit und Regelmäßigkeit nehmen könnte.

Prozessstabilität und Kosten

Die hochfrequentierte Seeschiffverbindung Europa – Asien hat sich aufgrund des hohen Angebots in den letzten Jahren preislich sehr gut entwickelt. Das heißt, je besser die Prozessstabilität in Bezug auf Zuverlässigkeit und Regelmäßigkeit, desto niedriger die Kosten. Diese komplementäre Beziehung ist auch bei der Bahn zu erkennen, die Verbindung ist mit der erhöhten Frequenz auch günstiger geworden.

Zeit und Kapazität

Die direkte Transportzeit ist unabhängig von der Kapazität des gewählten Transportmittels. Jedoch könnte ein Transportmittel mit mehr Kapazität im Zweifel zu einer Zeitersparnis führen, wenn alternativ aufgrund mangelnder Kapazität ein zweiter Transport arrangiert werden müsste. Kann jedoch die Zeit verkürzt werden, z. B. aufgrund verbesserter Abläufe im Umschlag, können in gleicher Zeit mehr Transporte stattfinden, wodurch sich die Kapazität insgesamt erhöht.

Zeit und Umwelt

Die Beziehung des Handlungskriteriums Zeit zum Handlungskriterium Umwelt ist nach Wahl des Transportmittels differenziert zu betrachten. So kann mit Hilfe des sogenannten „Slow Steaming“, einer generell gedrosselten Dienstgeschwindigkeit, bis zu 50 % des Brennstoffs von Seeschiffen eingespart werden, mit der Konsequenz der zeitlichen Verzögerung (Selzer 2014). Ob es ähnliche Möglichkeiten im Bereich des Bahntransports gibt ist nicht bekannt. Auch wenn der Fokus des vorliegenden Papiers auf dem Hauptlauf liegt, gibt es auch im Bereich Vor- und Nachlauf im Bereich Seeverkehr noch Umweltschutzpotenzial, beispielsweise durch die Nutzung der Binnenschifffahrt im Zulauf als Ersatz für den LKW.

Zeit und Kosten

Das Handlungskriterium Zeit steht in direkter Konkurrenz zu dem Handlungskriterium Kosten. So sind die Transitzeiten der Bahn auf der Route Duisburg – Peking fast 50 % geringer als die des Seeschiffs. Im Gegenzug ist jedoch das Seeschiff 50 %–75 % günstiger – eine erhebliche sowohl zeitliche als auch monetäre Differenz. Hier kann nur in Abhängigkeit von der Priorität entschieden werden.

Kapazität und Umwelt

Es können Rückschlüsse gezogen werden, dass eine höhere Kapazität dem Handlungskriterium Umwelt zugutekommt, weil damit weitere Transporte nicht mehr notwendig sind. Allerdings muss detailliert betrachtet werden, wann eine negative Beziehung entsteht; wenn beispielsweise Kanäle in stark in die Umwelt eingreifender Form erweitert werden, um Schiffe mit erhöhter Kapazität passieren lassen zu können. In Bezug auf die Bahn gilt dies bezüglich neuer Strecken.

Kapazität und Kosten

Die allgemeinen Kosten des Transports (z. B. Hafengebühren, Personal, etc.) werden, neben Berücksichtigung vieler weiterer Faktoren, auf die transportierten TEU umgeschlagen, damit handelt es sich bei der Beziehung des Handlungskriterium Kapazität um eine komplementäre Verbindung zum Handlungskriterium Kosten. Das heißt: je mehr Kapazität das Transportmittel, desto geringer die Kosten für den einzelnen Container (Stückkostendegression).

Umwelt und Kosten

Oft ist es so, dass das Handlungskriterium Umwelt konkurrierend zum Handlungskriterium Kosten betrachtet wird. Häufig sind Investitionen notwendig, um beispielsweise den Ausstoß von CO₂ zu verringern oder auch die Energierückgewinnung durch Bremskoppelung zu realisieren. Im weiteren Sinne kann auch eine ergänzende Beziehung entstehen. Wenn zum Beispiel im Vorlauf zum Seehafen von

LKW auf Binnenschiff umgestellt wird, ergibt sich eine Kostenersparnis und Verminderung des CO₂-Ausstoßes.

Gesamtübersicht

Um eine Gesamtübersicht möglich zu machen und auch eine Entscheidungsgrundlage zu bieten, wird auf Basis der Analyse und der dargestellten Zielbeziehungen eine Bewertung entwickelt. Tabelle 6 zeigt diese Bewertung der einzelnen Handlungskriterien auf Basis der Analyseergebnisse.

	Prozessstabilität	Zeit	Kapazität	Umwelt	Kosten
BAHN	3	4	2	3	2
SCHIFF	4	2	5	3	4
	<i>1 = instabil</i>	<i>1 = langsam</i>	<i>1 = niedrige Kapazität</i>	<i>1 = hohe Belastung</i>	<i>1 = hohe Kosten</i>
	<i>5 = stabil</i>	<i>5 = schnell</i>	<i>5 = hohe Kapazität</i>	<i>5 = niedrige Belastung</i>	<i>5 = niedrige Kosten</i>

Tabelle 6: Bewertungsmatrix

So können beide Alternativen als stabile Prozesse bezeichnet werden, jedoch erhält das Seeschiff einen Punkt mehr, da eine höhere Frequenz des Linienverkehrs vorliegt. Fünf Punkte können nicht erreicht werden, da das Gefahrenpotenzial für beide Transportmittel bezüglich externer Störungen bestehen bleibt. Zeitlich betrachtet ist die Bahn ca. 50 % schneller, wobei durch den Einsatz moderner Technik sowohl bei der Bahn als auch beim Schiff Optimierungspotenzial zu erwarten ist. Kapazitätiv kann ein durchschnittliches Containerschiff 90 x mehr TEU laden als ein Zug – eine eindeutige Bewertung. Beide Verkehrsträger sind im Vergleich zu Flugzeug und LKW ökologischere Möglichkeiten des Gütertransports. Allerdings lassen die Ungenauigkeiten in der Bestimmung von ökologischen und nicht-ökologischen Transportmitteln keine eindeutige Zuordnung zu. Um die Frage zu klären, ob die Bahn oder das Schiff ökologischer ist, würde eine Detailanalyse notwendig werden. Eindeutig bewertet ist auch das konkurrierende Handlungskriterium der Zeit im Vergleich zu den Kosten: die Bahn ist heute noch 50 %–75 % teurer als das Schiff. Aus dieser Bewertungsmatrix ergibt sich folgendes Spinnennetz Schaubild (Abbildung 15). Da die das Spinnennetz ausfüllende Fläche der Bewertungsmatrix des Schiffes größer ist als die der Bahn, müsste aus neutraler Sicht gesagt werden, dass das Schiff der Bahn vorzuziehen ist.

Abschließend lässt sich festhalten, dass das Seeschiff den Transportweg von Europa nach Asien dominiert. Die Analyse lässt aber erkennen, dass die Bahn je nach Priorisierung eines bestimmten Ziels durchaus eine mögliche Alternative sein kann.

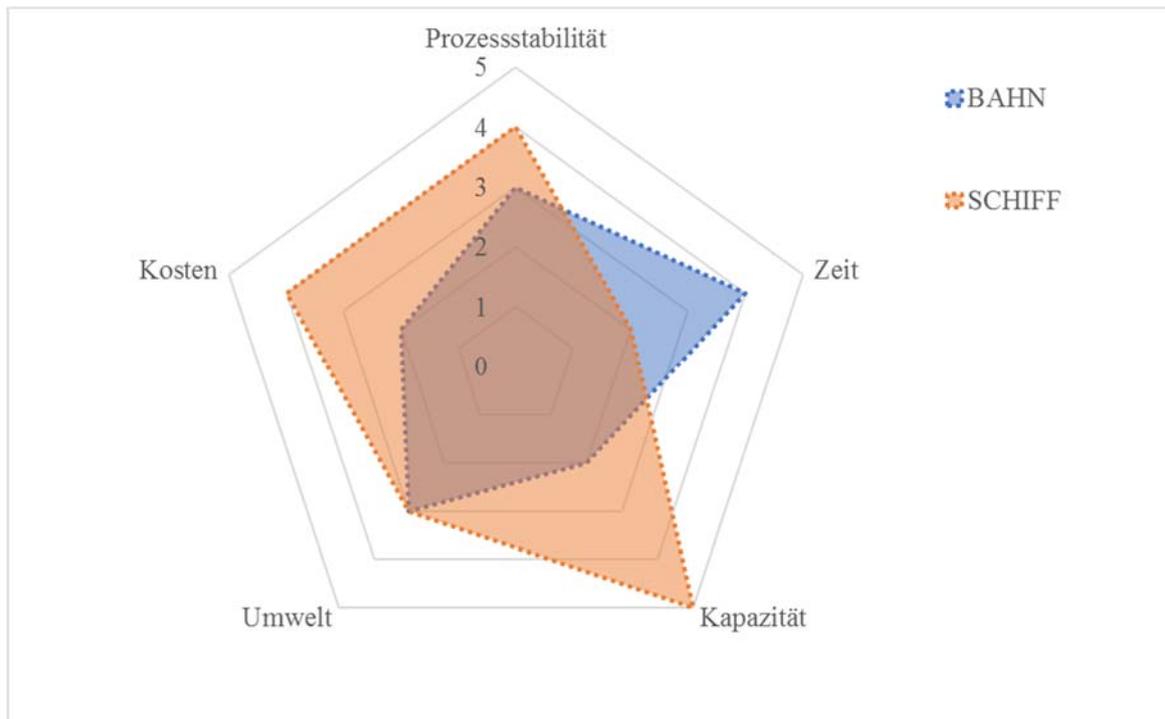


Abbildung 15: Spinnennetz – Bahn vs. Schiff

7 Bahn oder Schiff – ein Fazit

Bahn oder Schiff – mit beiden Verkehrsträgern kann inzwischen Stahl auf der Route Europa – Asien, hier im speziellen auf der Route Duisburg – Peking transportiert werden.

Die Analyse hat gezeigt, dass bezüglich der Handlungskriterien Prozessstabilität und Umwelt das Resultat von Bahn und Schiff ähnlich ist. Bei der tatsächlichen Beantwortung der Frage, ob die Bahn eine Alternative zum Schiff ist, spielen diese also erst einmal eine untergeordnete Rolle. So kann angenommen werden, dass beide Transportmittel einen stabilen Prozess etabliert haben. Bezüglich des Einflusses auf die Umwelt konnte nicht abschließend geklärt werden, ob eines der betrachteten Verkehrsmittel ökologischer transportiert. Sowohl Bahn als auch Schiff haben in dieser Hinsicht Stärken und Schwächen, gelten aber beide als die ökologischen Möglichkeiten, Güter von A nach B zu befördern. Kern der Betrachtung sind also die Handlungskriterien Zeit, Kapazität und Kosten und damit verbunden eine Frage der individuellen Priorisierung, da Zeit und Kosten in direktem Interessenkonflikt zueinanderstehen. Monetär betrachtet ist die Bahn ungefähr 50 %–75 % teurer als die Beförderung via Seeschiff, gleichzeitig ist sie annähernd 50 % schneller. Der Sender muss also definieren, ob eine schnelle Lieferung zu höheren Kosten oder niedrige Kosten bei zeitlicher Verzögerung im Fokus der Betrachtung stehen. In dieser Hinsicht lässt sich also die Ausgangsfrage nicht allgemein gültig beantworten. Als Alternative zum Flugzeug gilt die Bahn in der Stahlindustrie auf jeden Fall.

Abhängig von der zu transportierenden Menge ist die Kapazität ein entscheidendes Merkmal. Geht es um einzelne Containertransporte, ist dieses analysierte Handlungskriterium zu vernachlässigen, sobald jedoch die Menge die Transportmöglichkeiten eines Ganzzuges von 80–100 TEU überschreitet, kann die Kapazität des Transportmittels Bahn restriktiv wirken.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Bahn bei kleinen Mengen und bei untergeordneter Rolle der Kosten definitiv eine Alternative zum Schiff ist. Für den kosteneffizienten Transport ist sie hingegen nicht geeignet. Beobachtet man die Entstehung der „Neuen Seidenstraße“ und die Entwicklung der vergangenen Jahre, kann vermutet werden, dass der Bahnverkehr zukünftig weiter ausgebaut wird und gegebenenfalls dadurch auch die Kosten gesenkt werden könnten. Sollten sich die Preise der Bahn den Preisen im Schiffsverkehr annähern, würde die Bahn für Kleinmengen wohl an Attraktivität gewinnen. Große Mengen werden wohl auch zukünftig via Schiff transportiert werden.

8 Literatur

- ACI (2018): Cargo Traffic 2016 FINAL (Annual). Abgerufen unter: <http://www.aci.aero/Data-Centre/Annual-Traffic-Data/Cargo/2016-final-summary>.
- Ameling, D. (2006): Globalisierung als Motor für die internationale Logistik – Das Beispiel der Stahlindustrie, in: Europäischer Schienengüterverkehr – Ein Markt der Zukunft, Köln, S. 17–31.
- Arndt, H. (2015): Logistikmanagement, Wiesbaden.
- BIP – Best in Procurement (2018): Staatsprojekt Neue Seidenstraße, abgerufen unter: <https://www.bme.de/infocenter/publikationen/bip-best-in-procurement/>.
- Clausen, U./Geiger, C. (2013): Verkehrs- und Transportlogistik, Berlin.
- Coil-Tainer (2018): Traditional Way vs. Coil-Tainer Way. Abgerufen unter: <http://www.coil-tainer.com/traditional-way-coil-tainer-way.php>.
- Containerhandbuch online (2018): Containerhandbuch – Fachinformationen der deutschen Transportversichere. Abgerufen unter: <https://www.containerhandbuch.de/chb/kaps/index.html>.
- Deutsch, A. (2013): Verlagerungseffekte im containerbasierten Hinterlandverkehr – Analyse, Bewertung, Strategieentwicklung, Bamberg.
- DB Schenker (2016): DB Schenker entwickelt transeurasische Landbrücke als alternative Transportroute zwischen China und Europa, abgerufen unter https://www.deutschebahn.com/resource/blob/1172548/83116fc3ec42c804f082296b34cfc9df/TD-MoU_CR_dt-data.pdf.

- DB (2018): Güterwagenkatalog – Gattung S: Drehgestellflachwagen für Coiltransporte, abgerufen unter:
<https://gueterwagenkatalog.dbcargo.com/en/gueterwagenkatalog/wagengattungen/gattung-s-drehgestellflachwagen-fuer-coiltransporte/>.
- Ehrmann, H. (2014): Logistik. 8. Aufl., Herne.
- FAZ (2017): Chinas Stahl-Überkapazitäten sind sogar noch gestiegen, abgerufen unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/agenda/chinas-stahl-ueberkapazitaeten-sind-sogar-noch-gestiegen-14875237.html>.
- Göpfert, I./Braun, D. (2013): Internationale Logistik in und zwischen den Weltregionen. 2. Aufl., Wiesbaden.
- Grieger, G. (2016): One Belt, One Road (OBOR): China's regional integration initiative, abgerufen unter: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/586608/EPRS_BRI\(2016\)586608_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/586608/EPRS_BRI(2016)586608_EN.pdf).
- GVT Intermodal (2018): Within 15 days from Chengdu to Tilburg by rail, abgerufen unter: <http://www.gvtintermodal.com/en/connection/chengdu-tilburg-rotterdam>.
- Hellmann (2015a): Hellmann Rail Eurasia, abgerufen unter:
<http://www.hellmann.net/mitarbeiter/raileurasia/assets/hellmannraileurasia.pdf>
- Hellmann (2015b): Info-Veranstaltung Rail Eurasia Zugservice Entwicklung China / Russland, abgerufen unter:
<http://www.hellmann.net/mitarbeiter/raileurasia/assets/eroeffnung.pdf>.
- Holloway, J./Roberts, I./Rush, A. (2010): China's Steel Industry, abgerufen unter:
<https://www.rba.gov.au/publications/bulletin/2010/dec/pdf/bu-1210-3.pdf>.
- ICC (2018): IMB Piracy Reporting Centre, abgerufen unter: <https://www.icc-ccs.org/index.php/piracy-reporting-centre>.
- Icontainers (2018):
<https://www.icontainers.com/de/angebote/FCL/DEBRE/PORT/DE/CNTSN/PORT/CN/?dv20=1&dv40=0&hc40=0>.
- IIISI (1978): A Handbook of World Steel Statistics, Brüssel.
- Jetrail (2018): <http://www.jet-rail.ch/de/StueckgutContainer-per-Bahn-von-und-nach-China.1.html>.
- Kranz, B./Zamponi, R. (2008): In 15 Tagen von China nach Europa, in: Hamburger Abendblatt, abgerufen unter:
<https://www.abendblatt.de/wirtschaft/article107367587/In-15-Tagen-von-China-nach-Europa.html>.

- Kühne+Nagel (2018): Schneller als über den Seeweg, günstiger als mit dem Flugzeug, abgerufen unter: https://de.kuehne-nagel.com/fileadmin/country_page_structure/WE/Germany/03_Seefracht/02_Dokumente/2015_Flyer_Bahnverkehre_Europa_Asien.pdf.
- NBSC (2016): China Statistical Yearbook 2016, abgerufen unter: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexeh.htm>.
- Pfohl, H.-C. (2010): Logistiksysteme – Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 8. Aufl., Berlin.
- Port of Hamburg (2018): abgerufen unter <https://www.hafen-hamburg.de/de/linerservices>.
- Schieck, A. (2008): Internationale Logistik – Objekte, Prozesse und Infrastrukturen grenzüberschreitender Güterströme, München.
- Schönknecht, A. (2009): Maritime Containerlogistik – Leistungsvergleich von Containerschiffen in intermodalen Transportketten, Berlin.
- Schulte, Christof (2013): Logistik – Wege zur Optimierung der Supply Chain. 6., überarbeitete und erweiterte Aufl., München.
- Searates (2018): abgerufen unter <https://www.searates.com/de/reference/portdistance/>.
- Selzer, Günter (2014): Globale Seeschifffahrt – Waren- und Dienstleistungslogistik im weltweiten Seeverkehr, Aachen.
- Stahl-Online (2010): Merkblatt 114 – Verpackung, Lagerung und Transport von unbeschichtetem und beschichtetem Band und Blech. Stahl-Informations-Zentrum im Stahl-Zentrum, Düsseldorf.
- Tata SteelTA STEEL (2016): Stowage and securing on seagoing vessels, abgerufen unter: https://www.tatasteeleurope.com/static_files/Downloads/Corporate/Products%20and%20services/Shipping/Stowing%20and%20securing%20on%20seagoing%20vessels.pdf.
- tbngroup (2018): Ihre Containerzug-Fracht von China nach Europa in \approx 13 Tagen!, abgerufen unter: <http://tbngroup.de/internationale-spedition/containerzug/>.
- Transa (2016): Bringen Sie Ihr Geschäft ins Rollen mit innovativen schienenbasierten Logistiklösungen zwischen China und Europa, abgerufen unter: <https://www.transa.dbschenker.de/resource/blob/360568/adb04f14bcdd562ddff2044c4e34daac/chinazug-data.pdf>.

- Umweltbundesamt (2018): Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr – Bezugsjahr 2016, abgerufen unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#textpart-4>.
- UNCTAD (2017): Review of Maritime Transport 2017, abgerufen unter: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2017_en.pdf.
- WSC (2017): Containers Lost At Sea – 2017 Update, abgerufen unter: http://www.worldshipping.org/industry-issues/safety/Containers_Lost_at_Sea_-_2017_Update_FINAL_July_10.pdf.
- WV Stahl (2016a): Stahlprognose 2017. Hohe Unsicherheit in der Weltwirtschaft und im Stahlaußenhandel – Informationen für Mitgliedsunternehmen 19. Dezember 2016. Im Stahl-Zentrum, Wirtschaftsvereinigung Stahl, Düsseldorf.
- WV Stahl (2016b): Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland 2016. Wirtschaftsvereinigung Stahl, Düsseldorf, abgerufen unter: http://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2013/12/Fakten_Stahlindustrie_2016_V2.pdf.
- WV Stahl (2017): Die bedeutendsten Standorte der Stahlerzeugung in Deutschland, abgerufen unter <http://www.stahl-online.de/index.php/statistiken/2/>.
- Woitschützke, C. (2013): Verkehrsgeographie, Köln.
- Worldsteel (2017a): World Steel in Figures 2017, abgerufen unter: <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:0474d208-9108-4927-ace8-4ac5445c5df8/World+Steel+in+Figures+2017.pdf>.
- Worldsteel (2017b): Chinese Mainland Steel Plants 2017, abgerufen unter: <https://www.worldsteel.org/publications/bookshop/product-details.~Map-of-China-steel-mills-2017--PDF-format~PRODUCT~Map~.html>