

REPORT

ANPASSUNGSSTRATEGIE AN DEN KLIMAWANDEL FÜR DIE ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG DER ÖFFENTLICHEN LÜBECKER HÄFEN

TEIL 1: ZUKUNFTSSZENARIEN UND KLIMARISIKEN

Heiko Wenzel, Niko Treptow

RADOST-Berichtsreihe
Bericht Nr. 20
ISSN: 2192-3140



GEFÖRDERT VOM

Kooperationspartner

	<p>Büro für Umwelt und Küste, Kiel BfUK</p>		<p>Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin IGB</p>
	<p>Geographisches Institut der Christian Albrechts-Universität zu Kiel CAU</p>		<p>Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde IOW</p>
	<p>Coastal Research & Management, Kiel CRM</p>		<p>Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin IÖW</p>
	<p>Ecologic Institut, Berlin (Koordination) Ecologic</p>		<p>Landesbetrieb Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein, Husum LKN</p>
	<p>EUCC – Die Küsten Union Deutschland, Warnemünde EUCC-D</p>		<p>Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein LLUR</p>
	<p>GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH – Niederlassung Rostock GICON</p>		<p>Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg StALU MM</p>
	<p>H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH, Rostock HSW</p>		<p>Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig TI</p>
	<p>Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung HZG</p>		<p>Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Wasserbau TUHH</p>
	<p>Institut für Angewandte Ökosystemforschung, Neu Broderstorf IfAÖ</p>		<p>Universität Rostock, Fachgebiet Küstenwasserbau URCE</p>

REPORT

ANPASSUNGSSTRATEGIE AN DEN KLIMAWANDEL FÜR DIE ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG DER ÖFFENTLICHEN LÜBECKER HÄFEN

Teil 1: Zukunftsszenarien und Klimarisiken

Heiko Wenzel
CPL Competence in Ports and Logistics
Wenzel, Heine & Kollegen

Niko Treptow
CPL Competence in Ports and Logistics
Wenzel, Heine & Kollegen

RADOST-Berichtsreihe
Bericht Nr. 20

ISSN: 2192-3140

Rostock, Juli 2013

Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten KLIMZUG-Projektes Regionale Anpassungsstrategie für die deutsche Ostseeküste „RAdOst“ werden unter der Federführung des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) im Fokusthema „Häfen und maritime Wirtschaft“ Anpassungsstrategien für die deutschen Ostseehäfen formuliert.

Diesem Fokusthema zugeordnet ist das Anwendungsprojekt „Anpassungsstrategie für den Lübecker Hafen“. In Zusammenarbeit mit dem IÖW erarbeitet das Consultingunternehmen Competence in Ports and Logistics (CPL) gemeinsam mit der Lübeck Port Authority (LPA) und der Lübecker Hafengesellschaft mbH (LHG) eine Anpassungsstrategie für die öffentlichen Lübecker Häfen. Sie soll den Risiken und Chancen des Klimawandels vorausschauend Rechnung tragen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen zugleich als praxisnahe Blaupause für die Entwicklung von Anpassungsstrategien in den weiteren deutschen Ostseehäfen dienen.

Der vorliegende Bericht stellt erste Ergebnisse der Arbeiten im obengenannten Anwendungsprojekt vor. Als erster von zwei Teilen fokussiert er auf die Entwicklung der Güter- und Passagierströme in den öffentlichen Lübecker Häfen und auf die potenziellen Klimarisiken für die öffentlichen Lübecker Häfen. Der voraussichtlich Anfang 2014 erscheinende zweite Bericht umfasst die detaillierte Analyse der Anpassungsbedarfe und die darauf aufbauende Anpassungsstrategie.

Wir wünschen Ihnen viele Anregungen bei der Lektüre dieses Berichtes.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Jesko Hirschfeld und André Schröder

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin

Berlin, im Juli 2013

Inhalt

1	Einleitung	7
2	Entwicklung der Güter- und Passagierströme	8
2.1	Bisherige Entwicklung der Gütermengen	8
2.2	Bisherige Entwicklung der Passagierzahlen	12
2.3	Regionalwirtschaftliche Bedeutung	12
2.4	Zukunftsszenarien für die Entwicklung der Güterumschlagsmengen und der Passagierzahlen in den öffentlichen Lübecker Häfen	13
3	Klimarisiken: Havarie- und Hochwassergefahren	19
3.1	Die Folgen des Klimawandels für die Ostseeregion	19
3.2	Veränderungspotentiale verschiedener Klimaparameter	27
3.3	Identifikation des Handlungsbedarfs in den öffentlichen Lübecker Häfen	30
4	Fazit	37
	Literaturverzeichnis	39

1 Einleitung

Der Klimawandel hat einen Anstieg des Meeresspiegels sowie Veränderungen von Seegang und Strömungsverhalten mit der Folge veränderter Sedimenttransporte bereits mit sich gebracht. Zukünftig werden sich die klimabedingten Veränderungen weiter intensivieren. Hieraus können sich für die Seeschifffahrt unter anderem die Havariegefahren erhöhen und höhere Aufwendungen für die Freihaltung der Schifffahrtsrinnen notwendig werden.

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten „KLIMZUG“-Projektes RADOST sollen „Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste“ erarbeitet werden. Die vorliegende Untersuchung über die „Anpassungsstrategie an den Klimawandel für die zukünftige Entwicklung der öffentlichen Lübecker Häfen“ ist eines von 16 Anwendungsprojekten in RADOST und setzt den Fokus auf die Auswirkungen des Klimawandels auf die maritime Wirtschaft.

Im Rahmen dieser Studie ist der notwendige Anpassungsbedarf hinsichtlich der Auslegung der Hafeninfr- und -suprastruktur, des Hochwasserschutzes, der Sicherheitseinrichtungen sowie der Sicherheitspläne für den Lübecker Hafen zu analysieren. In diesem Zusammenhang sind neben sich direkt auf die Schifffahrt und den Hafen auswirkenden Klimaeffekten auch indirekte, gesellschaftlich und gesamtwirtschaftlich vermittelte Effekte, wie beispielsweise eine Veränderung der Tourismusströme, Entwicklung der Kreuzfahrten auf der Nordhalbkugel, veränderte Nutzungsansprüche und Flächennutzungskonkurrenzen entlang des Uferbereichs der Lübecker Bucht, mit einzubeziehen.

Durch den Klimawandel werden sich eventuell auch Güter- und Passagierströme in ihrer Struktur und Menge verändern und Schifffahrtsrouten verlagern. Um dies beurteilen zu können, werden, aufbauend auf aktuell verfügbaren Studien, wie zum Beispiel Seeverkehrsprognose PLANCO 2007 [8], Ermittlung der Kapazitätsreserven der Lübecker Häfen (ISL-BC 2007) [9] und eigenen Berechnungen der CPL sowie übergreifend in enger Zusammenarbeit mit den Partnern des Verbundprojekts RADOST, „Zukunftsszenarien für die Entwicklung der Güterumschlagsmengen und der Passagierzahlen in den öffentlichen Lübecker Häfen“ grob entwickelt.

Nachfolgend werden die technischen und betriebswirtschaftlichen Auswirkungen auf den Schiffs- und Hafenbetrieb betrachtet. Aufbauend auf den im Rahmen des Verbundprojektes RADOST erzielten Modellierungsergebnissen und eigenen Vorarbeiten werden die sich durch den Klimawandel für den Lübecker Hafen ergebenden zusätzlichen Risiken analysiert und daraus abzuleitender Handlungsbedarf im Rahmen eines zu erstellenden Arbeitspapiers „Identifikation des Handlungsbedarfs in den öffentlichen Lübecker Häfen gegenüber zusätzlichen Naturrisiken aufgrund des Klimawandels“ identifiziert und in diesem Bericht beschrieben.

Im dritten Arbeitspaket und einem zweiten Bericht wird, nach umfassender Analyse der in diesem Bericht festgestellten Risiken, auf den Anpassungsbedarf der öffentlichen Lübecker Häfen eingegangen.

2 Entwicklung der Güter- und Passagierströme

2.1 Bisherige Entwicklung der Gütermengen

Der Gesamtgüterumschlag der Lübecker Häfen setzt sich zusammen aus dem Anteil der durch die Lübecker Hafen-Gesellschaft mbh (LHG) betriebenen Terminals (öffentliche Lübecker Häfen) und der Menge der privaten Terminals (übrige Lübecker Häfen). Der Anteil der privat betriebenen Terminals liegt bei weniger als einem Zehntel des Gesamtumschlags und wird durch eine Vielzahl von Unternehmen durchgeführt. Eine Analyse vergangener und zukünftiger Transport- und Wirtschaftsleistungen der privaten Terminals ist kaum möglich und im Hinblick auf das Untersuchungsziel auch nicht sinnvoll, da hier oftmals weder hafenstrukturelle noch gesamtwirtschaftliche Faktoren einen Einfluss auf die Standortwahl für den Umschlag haben, sondern firmenpolitische Entscheidungen im Vordergrund stehen.

Der Umschlag in den öffentlichen Lübecker Häfen setzt sich aus Fähr- und Ro/Ro-Transporten, Forstprodukten, Stückgütern, Containern und Fahrzeugen in Form von Baumaschinen, Neu- und Gebrauchtwagen zusammen. Die Spezialisierung einiger Terminals auf die Lagerung und die Distribution von Forstprodukten aus Nordeuropa in die Wirtschaftszentren des Kontinents macht den Hafen Lübeck zu einem der größten Papierumschlag-Häfen Europas.

Für die öffentlich betriebenen Häfen ist ein stetig wachsender Anteil am Gesamtumschlag zu verzeichnen. Der Stückgutumschlag, wie zum Beispiel von Metallprodukten, bewegt sich auf einem konstanten Niveau, während der Fährverkehr bis auf temporäre Einbrüche kontinuierlich steigende Mengen aufweist.

Mit den nachfolgenden Grafiken soll die Entwicklung der Gütermengen veranschaulicht werden, welche die Ausgangslage für die weiteren Berechnungen bilden.

Tabelle 1: Güterumschlag der Lübecker Häfen (gesamt) nach Terminals**400 Güterumschlag in den Lübecker Häfen 1975 - 2011 in Mio t - incl. Eigengewichte**

Jahr	Ins- ge- samt	davon					Veränderung gegenüber Vorjahr in %
		Skandinavien- Kai	Nordland- Kai	Schlutup- Kai	Seeland- Kai	sonstige Häfen	
1975	8 231 124	4 114 205	667 896	-		3 449 023	
1980	9 962 481	5 765 680	1 375 424			2 821 377	-4,2
1985	14 638 441	9 461 260	2 347 551	-		2 829 630	10,1
1990	18 000 571	11 584 711	3 858 743	-		2 557 117	1,5
1991	16 557 734	10 506 218	3 843 198	-		2 208 318	-8,0
1992	17 932 155	11 161 151	4 366 352	-		2 404 652	8,3
1993	18 577 423	11 798 133	4 742 042	-		2 037 248	3,6
1994	20 329 597	12 841 133	4 769 688	311 978		2 406 798	9,4
1995	20 835 004	12 525 353	5 000 762	752 482		2 556 407	2,5
1996	21 976 578	13 136 070	5 603 731	1 020 400		2 216 377	5,5
1997	24 372 718	14 331 331	6 652 246	1 102 430		2 286 711	10,9
1998	24 925 399	14 418 740	7 185 370	1 040 867		2 280 422	2,3
1999	25 262 869	14 953 789	6 812 212	1 160 816		2 336 052	1,4
2000	25 707 439	15 053 288	7 210 648	1 165 220		2 278 283	1,8
2001	24 523 215	14 893 887	6 267 112	1 088 339		2 273 877	-4,6
2002	24 552 543	16 470 624	4 780 280	1 217 085		2 084 554	0,1
2003	25 845 063	16 867 872	5 293 460	1 172 424		2 511 307	5,3
2004	27 844 862	18 007 921	5 534 763	1 348 633		2 953 545	7,7
2005	27 585 139	17 841 879	5 566 939	1 424 448		2 751 873	-0,9
2006	30 259 963	20 003 071	4 803 325	1 343 308	641 481	3 468 778	9,7
2007	32 341 712	21 881 457	3 983 173	1 774 328	1 494 597	3 208 157	6,9
2008	31 548 623	21 529 323	3 684 539	1 764 731	1 418 757	3 151 273	-2,5
2009	26 360 940	18 416 026	2 731 315	1 624 499	1 339 560	2 249 540	-16,4
2010	26 582 367	17 768 407	2 733 243	1 781 863	1 893 944	2 404 910	0,8
2011	26 476 423	17 411 570	2 573 275	1 675 049	2 209 958	2 606 571	-0,4

Quelle: Hansestadt Lübeck, Bereich Logistik, Statistik und Wahlen

In der Tabelle 1 wird der Gesamtgüterumschlag aller Lübecker Häfen dargestellt. Die öffentlichen, durch die LHG betriebenen Terminals sind jeweils eigenständig aufgelistet, eine Spalte fasst die übrigen Häfen zusammen. Der Anteil der übrigen Häfen nimmt in Relation zum Gesamtumschlag kontinuierlich ab. Für den Gesamtumschlag ist eine steigende Gütermenge ersichtlich. Im Jahr 1991 kam es zu einem Rückgang der beförderten Mengen um 8 % aufgrund von Verkehrsverlagerungen durch den Markteintritt der mecklenburg-vorpommerschen Ostseehäfen und der wirtschaftlichen Öffnung in Polen, dem Baltikum und Russland. Einen weiteren noch deutlicheren Einschnitt erfuhren die Lübecker Häfen im Jahr 2009. In Folge der Wirtschaftskrise 2008 kam es im darauf folgenden Jahr zu einem Rückgang des Güterumschlags um 16,4 %. Der Gesamtumschlag der öffentlichen Lübecker Häfen aus den Jahren 2007 und 2008 mit 29,1 bzw. 28,4 Mio. t konnte bisher nicht wieder erreicht werden. 2011 passierten 23,9 Mio. t Güter die Kaimauern der öffentlichen Terminals.

Der Skandinavienkai hat mit über 70 % des Gesamtumschlags der öffentlichen Lübecker Häfen den größten Anteil an den transportierten Mengen. Der Seelandkai hat seinen Betrieb erst 2006 aufgenommen und die Umschlagzahlen trotz Wirtschaftskrise seitdem nahezu vervierfachen können.

Tabelle 2: Beförderungsleistung nach Anzahl der Transporteinheiten (Lübeck gesamt)**401 Beförderungsleistungen nach Anzahl der Transporteinheiten 1980 - 2011 im Fährverkehr**

Jahr	Lkw	Trailer	Container	Waggons
	Anzahl der Einheiten			
1980	127 520	27 684	13 362	10 734
1985	182 531	37 480	30 227	17 181
1990	201 709	184 577	57 888	37 326
1991	169 196	180 758	47 963	42 731
1992	178 067	191 564	61 544	45 089
1993	192 503	190 689	72 560	47 984
1994	208 189	236 756	75 685	49 298
1995	213 988	252 414	68 615	43 454
1996	247 412	268 001	78 533	36 821
1997	273 834	313 022	77 926	36 236
1998	275 388	340 242	68 287	29 139
1999	302 974	328 504	55 094	26 882
2000	303 131	346 361	63 952	18 929
2001	297 650	334 639	55 211	16 094
2002	307 339	336 056	54 794	12 964
2003	323 962	370 829	71 746	6 503
2004	352 083	401 865	89 258	6 455
2005	355 236	393 475	110 021	6 069
2006	372 360	428 573	158 076	7 678
2007	419 104	449 141	152 834	4 142
2008	429 085	447 816	154 157	- *)
2009	398 098	329 955	105 653	- *)
2010	388 223	325 217	102 538	- *)
2011	403 806	336 981	92 309	- *)

*) seit 2008 werden keine Waggons mehr verladen (bisher auf Railship)

Quelle: Hansestadt Lübeck, Bereich Logistik, Statistik und Wahlen

Die Beförderungsleistungen im Fähr- und Ro/Ro-Verkehr (T 2) spiegeln das Wachstum des gesamten Güterverkehrs hervorragend wieder. Die politischen und wirtschaftlichen Krisen bzw. Veränderungen in den Jahren 1991 und 2008 werden auch hier deutlich sichtbar und zeigen die Abhängigkeit des Gesamtumschlags der öffentlichen Lübecker Häfen von den Transportleistungen im Ro/Ro- und Fährverkehr. Im Jahr 2011 haben 403.806 Lkw und 336.981 Trailer die LHG-Terminals passiert.

Der Containerumschlag verzeichnete im Jahr 2006 mit der Eröffnung des Seelandkais und der damit verbundenen Möglichkeit der Container Be- und Entladung via Containerbrücken einen Zuwachs von über 40 %. Mit der Weltwirtschaftskrise 2008 ging der Umschlag von Containern innerhalb eines Jahres um fast 50.000 TEU zurück und erreichte das Vorkrisenniveau bisher nicht wieder. Dies findet seine Ursache hauptsächlich in der sich nur langsam erholenden Wirtschaftssituation der Ostseeanrainerstaaten und der Stilllegung des Containerterminals Lübeck (CTL) im Jahr 2009. Die Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) nutzte das CTL, um Container mit Güterzügen schnell aus dem Hamburger Hafen zu verbringen und diese in Lübeck auf Feederschiffe umzuschlagen. 2010 wurde das Gelände an die Schifffahrts- und Hafendienstleistungsgruppe Hans Lehmann KG verkauft und fortan nicht mehr für den Containerumschlag genutzt. Im Jahr 2011 wurden nur noch 92.309 TEU in den öffentlichen Lübecker Häfen umgeschlagen.

Die Trajektierung¹ von Waggons mit Fährschiffen wird in Lübeck seit 2008 nicht mehr betrieben. Die vorhandenen Gleisanbindungen mit direktem Schiffszugang werden zunehmend zurückgebaut.

¹ Eisenbahntransport per Schiff

Tabelle 3: Beförderungsleistungen nach ausgewählten Gütergruppen (Lübeck gesamt)

403 Beförderungsleistungen nach ausgewählten Gütergruppen - in t

Güter- gruppe	insge- samt	darunter ...		
		Zellulose	Papier	Autos
insgesamt				
1996	21 976 578	539 074	2 787 878	424 137
2000	25 707 439	499 621	4 246 702	573 426
2005	27 585 139	371 116	3 800 285	767 231
2006	30 259 963	411 885	4 002 455	905 800
2007	31 003 179	433 406	4 466 710	825 112
2008	31 548 623	356 586	4 121 003	844 550
2009	26 360 940	384 567	3 529 305	279 429
2010	26 582 367	326 090	3 878 186	449 938
2011	26 476 423	-	3 617 761	337 302
Empfang				
1996	12 114 672	527 368	2 611 957	148 798
2000	14 836 194	499 157	4 191 113	90 921
2005	15 020 538	369 590	3 799 823	68 094
2006	16 880 313	397 195	4 002 455	80 688
2007	17 623 529	418 716	4 466 710	-
2008	17 186 456	356 586	4 121 003	-
2009	14 984 169	384 567	3 425 755	57 383
2010	15 064 443	326 090	3 786 843	53 679
2011	14 676 049	...	3 507 226	43 625
Versand				
1996	9 861 906	11 706	175 921	275 339
2000	10 871 245	464	55 589	482 505
2005	12 564 601	1 526	462	699 137
2006	13 379 650	14 690	-	825 112
2007	14 717 181	-	-	844 550
2008	14 362 167	-	-	728 557
2009	11 376 771	-	103 550	222 046
2010	11 517 924	-	91 343	396 259
2011	11 800 374	...	110 535	293 677

Quelle: Hansestadt Lübeck, Bereich Logistik, Statistik und Wahlen

Die Tabelle 3 zeigt die neben dem Fähr- und Ro/Ro-Verkehr bedeutendsten Gütergruppen der öffentlichen Lübecker Häfen.

Der Stellenwert des Papierumschlags für den Standort Lübeck wird ersichtlich. Mit der Funktion als Pufferlager und kontinentalem Distributionszentrum sowie einer stetigen Anpassung und Verbesserung der Effizienz der Terminals wurde der Grundstein gelegt, den Warenumschlag nordeuropäischer Papierhersteller in Lübeck zu konzentrieren und zu sichern. Ein wichtiges, aber leicht rückläufiges Umschlagsegment war der Transport von Neu- und Gebrauchtwagen sowie von Baumaschinen.

Ausgehende Verkehre der öffentlichen Lübecker Häfen finden ihre Destination vorwiegend in Schweden, da eine Vielzahl der Güter von dort aus weiter verteilt wird. Finnland, Russland und das Baltikum stellen weitere wichtige Zielregionen der zumeist in Deutschland und anderen westeuropäischen Nationen hergestellten Produkten dar.

Aufgrund der hohen Bedeutung des Papierumschlags in Lübeck haben Transporte aus finnischen und schwedischen Regionen den größten Anteil am Import. Zielgebiet der ankommenden Verkehre sind vorwiegend Deutschland sowie Frankreich, die Benelux-Staaten, Spanien aber auch Ungarn und andere mittel-osteuropäische Staaten.

2.2 Bisherige Entwicklung der Passagierzahlen

Die öffentlichen Lübecker Häfen hatten in Folge der Teilung Deutschlands eine exponierte Stellung im Fährverkehr. Die Verkehre zwischen den zentraleuropäischen Ländern und Skandinavien wurden folglich zahlreich über Lübeck abgewickelt. Dies kam bereits bei den transportierten Gütermengen zur Geltung und zeigt sich auch im Passagiersegment. Mit durchschnittlich zwei Millionen Passagieren je Jahr in den 1970er und 1980er Jahren war der Lübecker Hafen in der Zeit der deutschen Teilung der weitaus bedeutendste deutsche Fährhafen im Ostseeverkehr. Mit der deutschen Einheit 1990 und der Einstellung der Fährverbindung Gedser-Travemünde durch die GT-Link Reederei, sank die Zahl der transportierten Passagiere im Folgejahr um 50 % und fiel auf rund 1,2 Millionen Passagiere im Jahr 1991 zurück. Einen weiteren Einbruch erfuhren die öffentlichen Lübecker Häfen 1994 mit dem Rückzug der EUROWAY Reederei aus Lübeck. In der Konsequenz fielen die Umschlagszahlen im Personenverkehr weiter auf 700.000 Passagiere pro Jahr. In der Folgezeit konnten die öffentlichen Lübecker Häfen die vorangegangenen Ergebnisse nicht wieder erreichen und mussten durch zunehmenden Wettbewerb aus Kiel und Rostock sowie durch alternative Reisemöglichkeiten weitere Einbußen verkraften. Nach dem Tiefpunkt im Jahr 2006, mit nur 291.000 transportierten Passagieren, stiegen die Beförderungszahlen wieder leicht auf 408.000 Personen im Jahr 2011 (Abbildung 1).

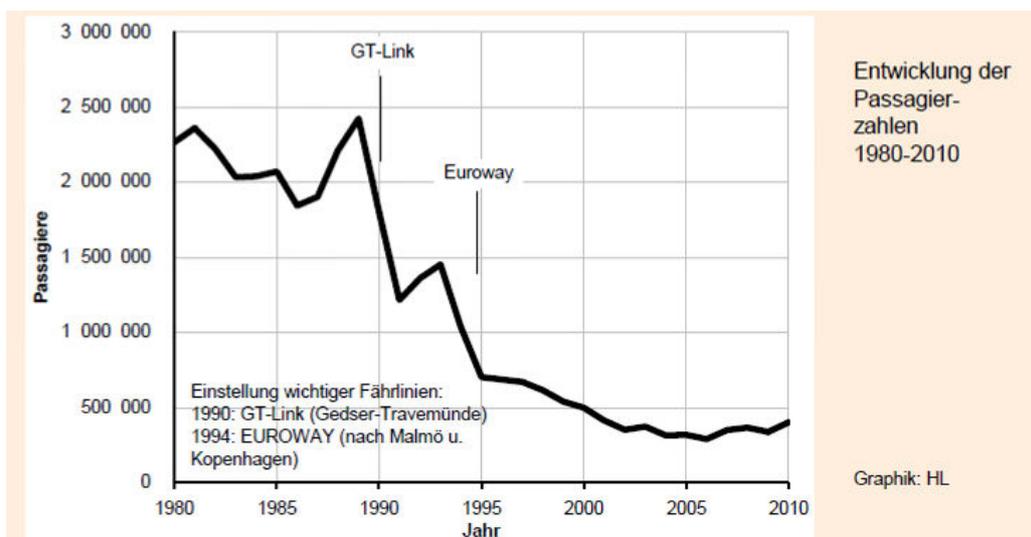


Abbildung 1: Entwicklung der Passagierzahlen von 1980-2010 (Lübeck gesamt)

Quelle: Hansestadt Lübeck, Bereich Logistik, Statistik und Wahlen

2.3 Regionalwirtschaftliche Bedeutung

Der Lübecker Hafen ist von hoher regionalwirtschaftlicher Bedeutung. Durch den direkten Hafenbetrieb stehen mehr als 6.600 Menschen in Arbeit, weitere 10.436 Personen sind im Bauwesen, bei Versicherungen, Reparaturunternehmen und in vielen anderen hafenabhängigen Bereichen beschäftigt. Neben der Schaffung von Arbeitsplätzen hebt der Hafen, zusammen mit den hafenabhängigen Unternehmen in Lübeck und den umliegenden Gemeinden die Wertschöpfung der Region um 700 Millionen Euro an (Tabelle 4). Auf die Stadt Lübeck entfallen davon alleine 542 Millionen Euro, was einem Anteil von 11 % der gesamten Bruttowertschöpfung der Hansestadt entspricht [10] S.85. Ein bedeutender Fakt ist die gute Verknüpfung vom Hafen und hafenaffiner Unternehmen. In Lübeck und dessen Umfeld wurden in den letzten 10 Jahren jährlich 110 Millionen Euro von hafenabhängigen Betrieben investiert. Diese Investitionen zeigen eine langfristige Planung der Unternehmen

auch weiterhin in der Region tätig zu sein, was sowohl der Stadt als auch den Mitarbeitern gewisse Arbeits- und Planungssicherheit gibt. Eine Vielzahl der Arbeitnehmer hat ihren Wohnsitz in die Region um Lübeck verlagert und erhöht zusätzlich die Miet- und Steuereinnahmen. Der Stadt Lübeck kommt zudem eine überregionale Wahrnehmung zu, die dem Tourismus und dem Bekanntheitsgrad der Stadt förderlich ist.

Die Sicherstellung einer intakten und umfangreichen Infrastruktur im Raum Lübeck wird auf nationaler Ebene höher gewichtet um den reibungslosen Zu- und Ablauf zum Hafen und somit zum internationalen Handel sicher zu stellen. Davon profitiert der Umschlag des Lübecker Hafens aber auch die Unternehmen, Bürger und Touristen der Stadt.

Tabelle 4: Regionalökonomische Analyse für den Lübecker Hafen bezogen auf das Jahr 2010

Direkt hafenabhängig Beschäftigte in Lübeck	5.140
Direkt hafenabhängig Beschäftigte im IHK-Bezirk	6.669
Hafenabhängig Erwerbstätige (gesamt) Lübeck	8.196
Hafenabhängig Erwerbstätige (gesamt) im IHK-Bezirk	10.634
Umsatz Unternehmen mit Hafenabhängigkeit in Lübeck	1,50 Mrd. EUR
Umsatz Unternehmen mit Hafenabhängigkeit im IHK-Bezirk	1,95 Mrd. EUR
Bruttowertschöpfung hafenaffine Wirtschaft in Lübeck	542 Mio. EUR
Bruttowertschöpfung hafenaffine Wirtschaft im IHK-Bezirk	704 Mio. EUR

Quelle: UNICONCONSULT, 2012

2.4 Zukunftsszenarien für die Entwicklung der Güterumschlagsmengen und der Passagierzahlen in den öffentlichen Lübecker Häfen

Die öffentlichen Lübecker Häfen haben durch die Wirtschaftskrise und die momentanen finanziellen Unsicherheiten einiger EU-Länder einen Rückstand im Gesamtumschlag gegenüber den einschlägigen Umschlagprognosen. Eine umfassende und treffsichere Analyse der langfristigen Umschlagentwicklung eines Hafens ist aufwendig, setzt relativ absehbare politische und wirtschaftliche Entwicklungen voraus und wird nur in größeren Zeitabständen vom Bundesministerium für Verkehr beauftragt. Diese übergreifende Prognose dient dann als Grundlage für die detaillierteren Betrachtungen vieler Häfen. Die kommende Seeverkehrsprognose des Bundes wird derzeit erarbeitet, jedoch voraussichtlich nicht vor Ende des Jahres 2013 veröffentlicht.

Sowohl die Wirtschaftskrise selbst als auch die sich langsamer als erhofft erholenden Wirtschaftsräume im Einzugsgebiet der Häfen ließen alle langfristigen Prognosen deutlich zu hoch ausfallen und sind heute im Prognosezeitraum nicht mehr realistisch zu erreichen. Die Anzahl an Prognosen, die die aktuelle Situation der Hafenwirtschaft abbildet, ist folglich gering, oftmals in Eigenregie großer Unternehmen entstanden und der Öffentlichkeit zumeist nicht zugänglich.

Für die mögliche Entwicklung der Gütermengen in den öffentlichen Lübecker Häfen wird daher als genereller Trend die von der LHG in Auftrag gegebene Umschlagprognose „Prognose des Seehafenumschlags im Lübecker Hafen bis zum Jahr 2020“ [8] der PLANCO Consulting GmbH aus dem Jahr 2006 herangezogen. Diese wurde durch CPL an die aktuelle Situation angepasst und bis ins Jahr 2025 weitergeführt. Neben einer allgemeinen Einschätzung der zukünftigen Transportvolumina erfolgte eine Wichtung der für den Standort Lübeck spezifischen weichen Einflussfaktoren (Tabelle 5).

Tabelle 5: Bewertung von Einflussfaktoren auf den Warenaustausch mit Handelspartnern

Destinationen	Schweden	Finnland	Russland	Baltikum
Entwicklung des BIP [%]	1,8-2,2	1,8-2,2	2,4-2,8	2,4-2,8
Entwicklung der Güterströme In Abhängigkeit zum BIP [%]	4,5-5,5	4,5-5,5	6,0-7,0	6,0-7,0
Markterholung nach Krise	+	+	o	+
Paarigkeit der Verkehre	o	o	+	+
Verlagerung von Produktionsstandorten	-	-	++	+
Logistikstrategien großer Versender	-	+	o	o
Diskriminierungsfreier Transitverkehr	o	-	-	++
Angleichung Steuerebene Kraftstoffe	o	o	++	+
Einführungsphase SECA	-	o	-	-
Lohnentwicklung Kraftfahrpersonal	+	o	++	+
Ro/Ro-Direktversorgung aus Nordsee-Region	-	-	-	-
Entwicklung Containerisierung	-	-	-	-

Zeichenerklärung: ++ = stark positiv, + = positiv, o = neutral, - = negativ, -- = stark negativ

Quelle: CPL, 2012

Die Tabelle 5 stellt standortspezifische Einflussfaktoren auf die mögliche Entwicklung der Güterströme zwischen den öffentlichen Lübecker Häfen und Schweden, Finnland, Russland sowie dem Baltikum dar.

Generell besteht ein Bezug zwischen der Änderung des Bruttoinlandsproduktes (BIP) und der Änderung des Güteraufkommens des jeweiligen Landes. Ändert sich das BIP, wird von einer Änderung der Güterströme für den deutschen Handel mit den betrachteten Ländern um etwa das ca. 2,5-fache dieses Wertes ausgegangen. Dieser Erfahrungswert hat sich für makroökonomische Betrachtungen in den letzten Jahren als stabil und zuverlässig herausgestellt. Eine standortspezifische Schätzung unterliegt jedoch noch weiteren Einflüssen, die als Sonderfaktoren Berücksichtigung finden. Diese komplettieren die Einschätzung der Entwicklung des Handelsvolumens. Alle positiven, neutralen oder negativen Entwicklungseinschätzungen der Zielländer sind auf den Warenaustausch mit den öffentlichen Lübecker Häfen bezogen.

Die Markterholung nach der Wirtschaftskrise 2008 wird für das Wachstum der Umschlagzahlen nur einen kurzfristigen Effekt (2 - 3 Jahre) haben. Besonders im Handel mit Schweden, Finnland und dem Baltikum kommt es zur Steigerung des Umschlags aufgrund der Markterholung in diesen Ländern.

Die Verbesserung der Paarigkeit von Verkehren ist eine Möglichkeit, Handelsrouten effizienter und gewinnbringender zu gestalten. Ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Export und Import herzustellen, ist jedoch nicht für alle betrachteten Handelspartner zu erwarten. Die Optimierung der vorhandenen Transportverbindungen findet mit zunehmender

Laufzeit statt. Eine zunehmende Paarigkeit ist vor allem für jüngere Routen im Handel mit dem Baltikum und Russland zu erwarten. Diese Zunahme resultiert auch aus dem nächsten Einflussfaktor der Tabelle 5. Die Verlagerung von Produktionsstandorten in Richtung Osteuropa führt zu steigendem Export von Halb- und Fertigerzeugnissen aus Russland und den baltischen Staaten. Die Entwicklung in Schweden und Finnland zeigt eher eine Abwanderung des produzierenden Gewerbes. So investieren finnische Papierhersteller beispielsweise in zentraleuropäische und amerikanische Papiermühlen und exportieren vermehrt nur noch den Rohstoff.

Durch die weitere Abnahme der Fertigungstiefe und Optimierung der Logistikstrategien großer Versender ist im Handel mit Finnland ein Zuwachs zu erwarten, da alle anderen Transportmöglichkeiten außer dem Seeverkehr aus Finnland keine finanziell und logistisch sinnvollen Alternativen darstellen. Schwedische Versender werden dagegen zunehmend auf den Transport über feste Verbindungen ausweichen, was zur Abnahme der Transportleistungen via Schiff führt.

Durch eine weitere Harmonisierung und der hieraus resultierenden Annahme diskriminierungsfreier Transitverkehre würde der Warenaustausch der öffentlichen Lübecker Häfen mit dem Baltikum stark profitieren, da hohe Strafzölle Russlands beim Umschlag russischer Waren über die baltischen Länder entfallen würde. Der Transitverkehr durch Finnland würde hingegen mit dem Transport russischer Güter durch das Baltikum abnehmen.

Eine Angleichung des Steuerniveaus der Kraftstoffe hätte für den Gütertransport aus Schweden und Finnland kaum Auswirkungen, da bereits ein hohes Steuerniveau in Schweden vorliegt und im Handel mit Finnland, durch den ohnehin sehr hohen Anteil des Seetransport, kaum Zuwächse zu erwarten sind. Für den Warenaustausch mit Russland und dem Baltikum hätte eine Steuerangleichung positive bis stark positive Folgen. Der Transport von Waren aus den östlichsten Bereichen Europas in die westlichen Teile würde über den Landweg weniger rentabel sein und demnach zugunsten des Seetransports ausfallen. Ähnlich positive Auswirkungen auf den Seeverkehr wie die Angleichung des Steuerniveaus der Kraftstoffe hätte auch die Lohnentwicklung des Kraftfahrpersonals. Die Angleichung der Gehälter osteuropäischer Arbeitnehmer an das Gehaltsniveau Westeuropas würde besonders den Landtransport aus Russland und dem Baltikum verteuern.

Dem entgegen wirkt die Einführung des SECA-Gebiets in der Ostsee. Die Seeschiffe müssen infolgedessen durch modernere ersetzt oder zumindest nachgerüstet werden, um die vorgegebenen Schwefelausstoß-Werte zu erreichen. Die bereits entstandenen und weiterhin entstehenden Kosten für diese Umrüstungen der Seeschiffe oder den Einsatz von schwefelärmeren Kraftstoffen, werden von den Reedern an die Kunden weitergegeben. Der Seetransport wird für die Speditionen und Transportunternehmen teurer und kann zu einer Zunahme von Exporten und Importen über Landverbindungen führen. Die Konsequenz werden sinkende Güterströme für die öffentlichen Lübecker Häfen sein.

Zwei weitere Einflussfaktoren können sich negativ auf den Warenhandel im Lübecker Hafen auswirken. Diese Faktoren sind die Ro/Ro-Direktversorgung aus Nordsee-Regionen und die Entwicklung der Containerisierung. Mit der Direktverbindung von Ro/Ro-Verkehren aus der Nordsee in die Ostsee hinein kann der Standort Lübeck als Bindeglied wegfallen und die rollende Ladung direkt aus der Nordsee zu den Destinationen im Norden und Osten Europas transportiert werden. Der Zulieferverkehr aus Hamburg und anderen an der Nordsee liegenden Häfen bzw. der Weitertransport zu diesen Häfen von Lübeck ausgehend, würde

nicht mehr in dem Maße stattfinden wie es bisher der Fall war. Die Ausweitung dieser Direktverkehre ist abhängig von den Kostenentwicklungen des See- und Landtransports.

Die zunehmende Containerisierung ist zweifellos ein nicht aufzuhaltender Prozess mit ansteigendem Anteil am Gesamtumschlag in der Ostseeregion. Die LHG hat mit dem Bau des Containerterminals Seelandkai die Voraussetzungen geschaffen, Containerumschlag nicht nur in Form von Ro/Ro-Verkehren durchzuführen, sondern auch mit leistungsfähigen Containerbrücken.

Aufgrund des momentan geringen Anteils des Containerumschlags in der Ostsee ist es für internationale Reedereien nicht rentabel, alle Ostseehäfen mit den großen Containerschiffen direkt anzufahren. Derzeit werden Container in den Nordseehäfen wie z.B. Hamburg, Bremerhaven oder Rotterdam angelandet und über den Landweg nach Lübeck transportiert, um von hier wieder mit dem Seeschiff zum Bestimmungsort gebracht zu werden. Sollte sich der Anteil des Containerumschlags in den Empfangsregionen jedoch erhöhen, sind diese gebrochenen Verkehre nicht mehr nötig und reine Containerschiffe bzw. größere Feeder versorgen die Ostseeländer direkt mit den Waren aus aller Welt. Mit der Zunahme von Containertransporten würde folglich der prozentuale Anteil gebrochener Verkehre aus der Nordsee über Lübeck in Richtung Skandinavien, Russland und das Baltikum sinken. Dies bedeutet für den Standort Lübeck jedoch keinen Einbruch der absoluten Umschlagsmengen. Durch die insgesamt stark steigenden Containermengen im Quell- und Zielgebiet wird auch für den gebrochenen Verkehr mit einem Wachstum gerechnet. Dies wird insbesondere höherwertige und eilbedürftige Waren betreffen, für die der Zeitvorteil über Lübeck und das Ro/Ro-System wichtig ist.

In Anbetracht dieser Faktoren wurde die Schätzung einer Gesamtgütermenge für das Jahr 2025 vorgenommen. Während die PLANCO Prognose aus dem Jahr 2006 für das Jahr 2020 von 48 Mio. t Ladung für die Lübecker Häfen ausgeht und bei gleichbleibendem Güterumschlagzuwachs mit bis zu 60 Mio. t für das Jahr 2025 rechnet, geht die momentane Schätzung von CPL bei einem mittleren Wachstumsszenario von 36 Mio. t Güterumschlag für das Jahr 2025 aus (siehe Abbildung 2). In der Schätzung von CPL findet in den Jahren 2011 - 2015 ein Zuwachs von jährlich 5 % des Gesamtgüterumschlags statt. Dieser Zuwachs gründet sich in der Markterholung nach der Wirtschaftskrise. Ab dem Jahr 2016 wird von einem durchschnittlichen Wachstum von 2 % pro Jahr ausgegangen. Für diese Schätzung wurden zunächst die aktuelle Marktlage und die erwartete Konjunktorentwicklung herangezogen und mit den in Tabelle 5 dargestellten standortspezifischen Einflussfaktoren überlagert. Weitere CPL-Szenarien mit durchschnittlichen Güterzuwächsen von 1,5 % bzw. 5 % pro Jahr beschreiben ein sehr verhaltenes bzw. sehr positives Wachstum und gehen von Gesamtgüterumschlägen von 30 bzw. 48 Mio. t im Jahr 2025 aus. Diese Szenarien enthalten Wachstumsraten pro Jahr, die auch in Absprache mit der LHG als minimal bzw. maximal angesehen werden können.

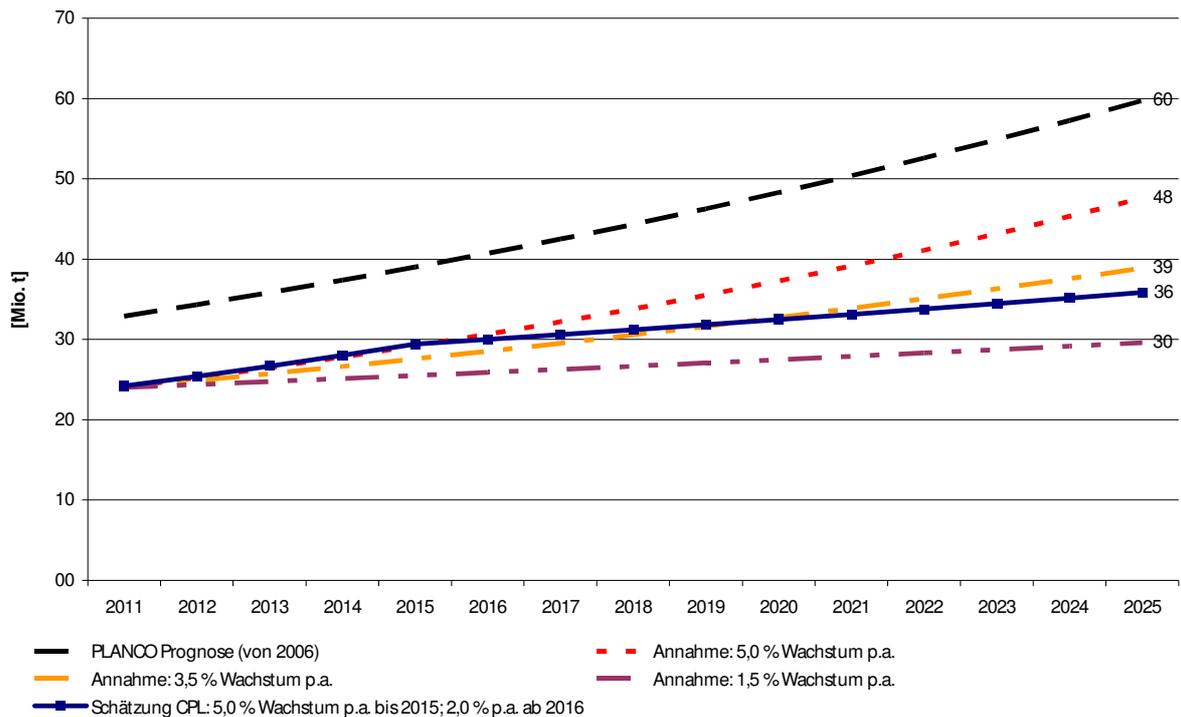


Abbildung 2: Geschätzte Entwicklung des Güterumschlags der öffentlichen Lübecker Häfen bis zum Jahr 2025

Quelle: CPL, 2012

Die Entwicklung des Passagiersegments unterliegt neben den bisher für den Güterverkehr erläuterten Parametern weiteren speziellen Einflussfaktoren. So werden z.B. auf den Routen nach Russland und dem Baltikum nur Schiffe eingesetzt, bei denen die maximal erlaubte Passagieranzahl auf 12 Personen begrenzt ist. Somit kann die Passagieranzahl auf diesen Verbindungen nur steigen, wenn sich die Häufigkeit der Abfahrten ändert oder neue Schiffe zum Einsatz kommen. Ein Austausch der frachtorientierten Tonnage gegen solche mit erhöhter Passagierkapazität ist jedoch in den nächsten Jahren nicht zu erwarten. Das liegt vornehmlich daran, dass für den Transport von mehr als 12 Reisenden laut der SOLAS-Bestimmungen deutlich schärfere Richtlinien bezüglich des Brandschutzes und der Rettungsmittel an Bord vorgegeben sind. Eine Umrüstung bzw. der Einsatz von passagierorientierten Fähren wäre somit erst rentabel, wenn ein deutlich erhöhter Anteil an Passagieren die Route nutzen würde.

Ein kontinuierliches Wachstum des Passagiersegments ist somit nur auf den Routen zu erwarten, auf denen bereits jetzt ein hohes Aufkommen vorhanden ist und der eingesetzte Schiffsraum die Reglementierungen schon erfüllt. Dies betrifft insbesondere den Bereich Schweden und Finnland und damit die Verbindung in bereits etablierte Volkswirtschaften.

Das Volumen der Kreuzfahrtbranche bewegt sich in Lübeck seit Jahren auf sehr geringem Niveau. Eine deutliche Steigerung ist hier erst zu erwarten, wenn die Voraussetzungen für die Abfertigung deutlich größerer Schiffe geschaffen werden.

Für die Fortschreibung der Passagierzahlen rechnen wir infolge dessen mit einem Basiswachstum von 1,5 % pro Jahr, was wiederum in Anlehnung an das allgemeine Wirtschaftswachstum einen bestätigten Erfahrungswert der letzten Jahre darstellt (Abbildung 3).

Unterstellt man zusätzlich zum Basiswert aus dem gesamtwirtschaftlichen Wachstum, dass sich der skandinavische Raum zunehmend als interessante touristische Alternative zu

südlicheren Destinationen herauskristallisiert, so kann ein überdurchschnittlicher Anstieg beim Urlaubsreiseverkehr angenommen werden. Dem entgegen steht eine weitere Abnahme der Zahl von Geschäftsreisen, die überwiegend auf den Flugverkehr abwandern werden. Verschiebungen europäischer Bevölkerungsstrukturen sowie extreme Klimaänderungen, die massiven Einfluss auf die Passierzahlen haben können, werden in der Schätzung bis zum Jahr 2025 noch nicht berücksichtigt, da diese voraussichtlich erst gegen Ende des Jahrhunderts eintreten.

In Auswertung der o.g. zusätzlichen Einflussfaktoren gehen wir davon aus, dass nach einer gewissen Erholungsphase ab etwa dem Jahr 2016 mit einem jährlichen Wachstum von bis zu 2,3 % zu rechnen ist.

Dies würde für das Jahr 2025 eine Passagieranzahl zwischen 492.000 (Basiswachstum) und 532.000 (mit erhöhtem Urlauberanteil) bedeuten.

Passagiere sind durch ihre hohe Mobilität deutlich weniger ortsgebunden als Güterverkehrsströme und können problemlos Verbindungen konkurrierender Häfen nutzen, was zu einer gesteigerten Unschärfe von prognostizierten Langzeitentwicklungen im Passagiersegment führt. So kommt es häufig zu temporären Verlagerungen durch neue Marketingkonzepte, den Wechsel von Reedereien zwischen Häfen oder dem Markteintritt von Schiffen, deren Passagierkapazität über der momentanen Nachfrage liegt. Aus diesem Grund sind für eine verlässliche Aussage generell die benachbarten Häfen einzubeziehen. Weitere Motive für eventuelle Passagierverlagerungen können auch aus nicht maritimen Bereichen erfolgen. Die Verflechtung des Hafens mit dem Hinterland sowie die verkehrliche Anbindung des Zielhafens können starken Einfluss nehmen auf die Routenwahl der Passagiere. Die hier vorgenommene Schätzung ist aus diesen Gründen als unsicher zu bezeichnen.

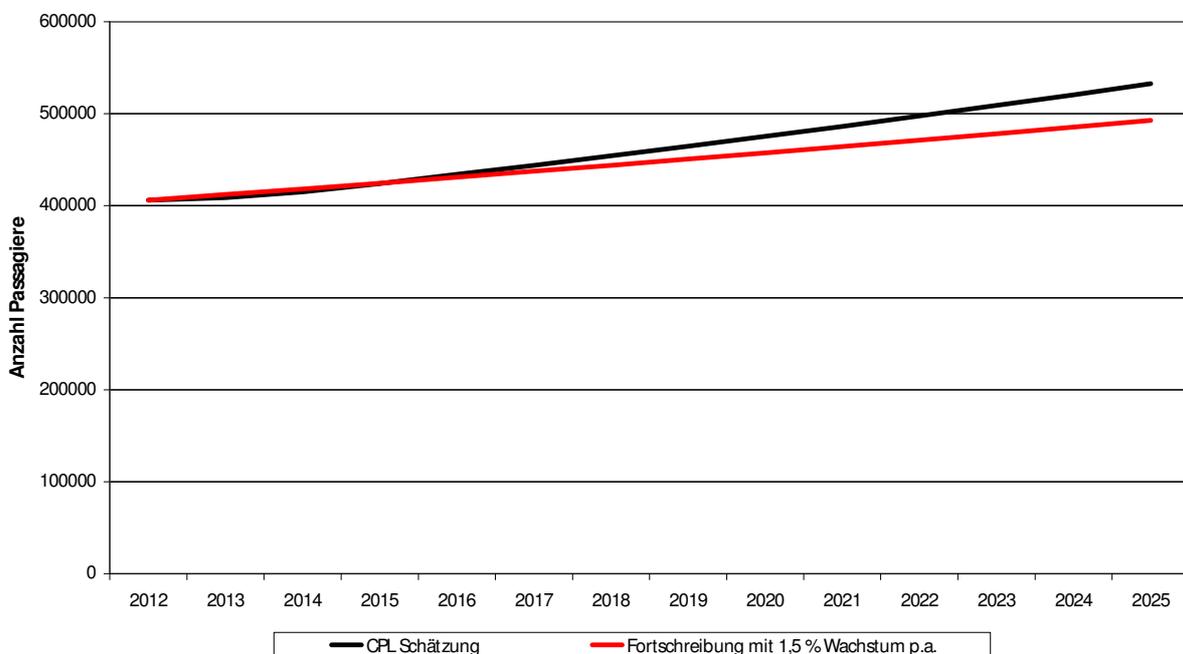


Abbildung 3: Geschätzte Entwicklung der Passagierzahlen der öffentlichen Lübecker Häfen bis zum Jahr 2025

Quelle: CPL, 2012

3 Klimarisiken: Havarie- und Hochwassergefahren

3.1 Die Folgen des Klimawandels für die Ostseeregion

Die Ostsee befindet sich aufgrund ihrer geografischen Lage im Bereich des Jahreszeitenklimas. Klimaänderungen können nur dann sinnvoll dargestellt werden, wenn auf die Besonderheiten der jeweiligen Jahreszeiten und die daraus resultierenden, unterschiedlichen jahreszeitlichen Ausprägungen eingegangen wird.

Klimaszenarien basieren auf Annahmen hinsichtlich der von vielen politischen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen Faktoren abhängigen Entwicklung der Treibhausgasemissionen. Klimaprozesse sind sehr komplex und sensitiv. Viele dieser Prozesse können bislang noch nicht erfasst, verstanden oder in die Modelle einbaut werden, sodass die Modellergebnisse entsprechend unscharf sind. An der Erforschung und dem Verständnis der Prozesse arbeitet die Wissenschaft. Die Unsicherheiten durch die unvorhersehbare Entwicklung der Treibhausgase werden aber bestehen bleiben.

Alle im Rahmen dieser Studie herangezogenen zukünftigen Klimaentwicklungen haben gewisse, teilweise erhebliche, Spannweiten. Wird ein bestimmter Wert genannt, ist dieser als Erwartungswert analog des Emissionsszenarios A1B zu sehen. Dieser Wert ist dennoch nicht wahrscheinlicher als alle anderen Werte des Erwartungsbereichs, da die Naturwissenschaft derzeit keine gesicherten Erkenntnisse für eine bestimmte Entwicklung des Klimas zur Verfügung hat und diese auch zukünftig nicht zur Verfügung haben wird (s.o.)

Für das A1B Emissionsszenario der führenden wissenschaftlichen Organisation Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wird ein schnelles Wachstum der Weltbevölkerung bis Mitte des 21. Jahrhunderts angenommen, sowie ein rasantes Einführen neuer, effizienter Technologien. Des Weiteren wird von der Annäherung der Regionen und zunehmender kultureller und sozialer Interaktion ausgegangen. Bei der Ausrichtung des Energieverbrauchs wird auf eine ausgewogene Mischung zwischen der Verbrennung fossiler Brennstoffe und der Nutzung und Weiterentwicklung neuer, alternativer Energien gesetzt. Das IPCC veröffentlicht ca. alle fünf Jahre einen aktuellen Bericht zur Einschätzung des Klimawandels, welcher auch die verschiedenen Emissionsszenarien enthält. Die fünf weiteren Szenarien stellen die Entwicklung der Gesellschaften und die Art der Energiequellennutzung anders dar. [3] S. 9

Die SRES-Szenarien des aktuellen Berichts des IPCC aus dem Jahr 2007 liegen bereits jetzt hinter den heutigen, tatsächlichen Emissionswerten zurück und sollen mit dem 5. Bericht des IPCC durch die RCP-Szenarien abgelöst werden. Dies wird voraussichtlich eine Intensivierung der im nachfolgenden Text beschriebenen Klimaänderungen bedeuten. Für das dritte Arbeitspaket des Projektes werden die aktualisierten Erwartungswerte der Klimaveränderungen eingebunden.

In den weiteren Betrachtungen wird auf die bisherigen Klimaänderungen und die tendenziellen Entwicklungen der Zukunft eingegangen. Neben der Temperaturveränderung, die als Basis vieler weiterer Klimaveränderungen gesehen werden muss, wird ein besonderer Fokus auf diejenigen Klimaparameter gelegt, die von großer Bedeutung für die maritime Wirtschaft sind.

Die Abbildung 4 ist einer Befragung von weltweit 93 Seehäfen entnommen, welche durch die Stanford University zu den Anpassungsmaßnahmen von Seehäfen an den Klimawandel

Ostseeküste: Mögliche Änderung der durchschnittlichen Temperatur im Jahresmittel bis Mitte des 21. Jahrhunderts (2021-2050) im Vergleich zu heute (1961-1990)

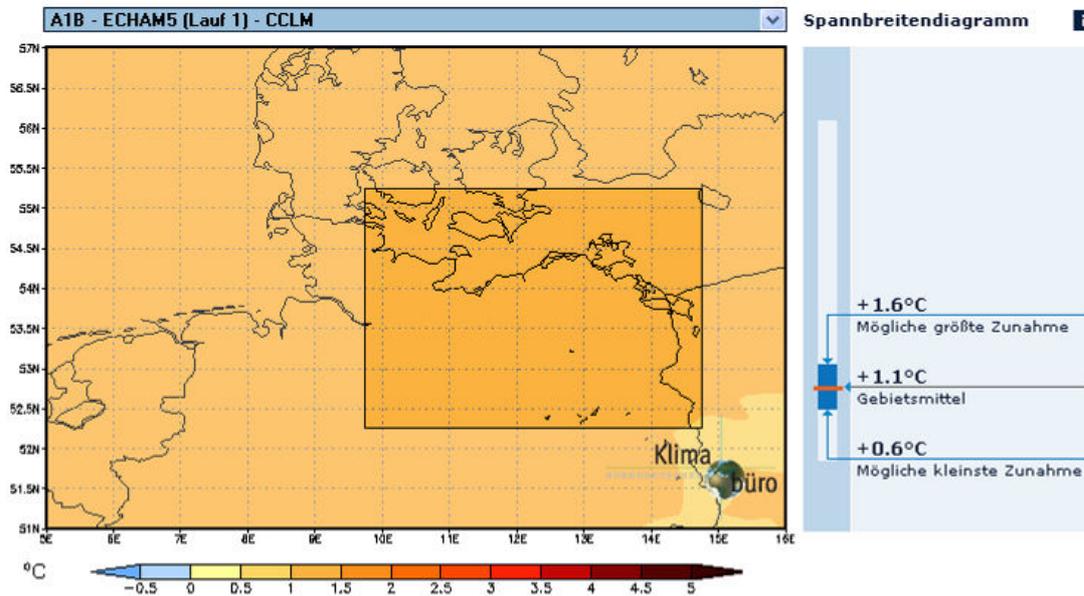


Abbildung 5: Durchschnittlicher Temperaturanstieg im Zeitraum von 2021 - 2050

Quelle: http://www.norddeutscher-klimaatlas.de/klimaatlas/2021-2050/jahr/durchschnittliche-temperatur/ostseekueste/a1-b_echam5-lauf-1_cclm.html (2013-01-04)

Ist der beschriebene Temperaturanstieg bisher in 100 Jahren vonstattengegangen, kann ein gleiches Ausmaß an Erwärmung in Zukunft schon in 30 Jahren erreicht werden. [1] S. 15 ff

Im Zeitraum 2021- 2050 ist eine Erwärmung von 0,6°C bis 1,6°C zu erwarten. [4] Für das Ende des Jahrhunderts wird von einer Erwärmung der Lufttemperatur zwischen 2,1 und 4,8°C im Vergleich zu heute (1961-1990) ausgegangen. Der Temperaturanstieg wird voraussichtlich besonders deutlich im Sommer spürbar sein. Vier weitere Sommertage könnten in den nächsten 30 Jahren hinzukommen und sogar sieben bis 38 Tage bis zum Ende dieses Jahrhunderts. Die mittlere Temperatur wird jedoch voraussichtlich im Winter stärker ansteigen als im Sommer. [1] S. 35

Ostseeküste: Mögliche Änderung der Eistage im Jahr bis Mitte des 21. Jahrhunderts (2021-2050) im Vergleich zu heute (1961-1990)

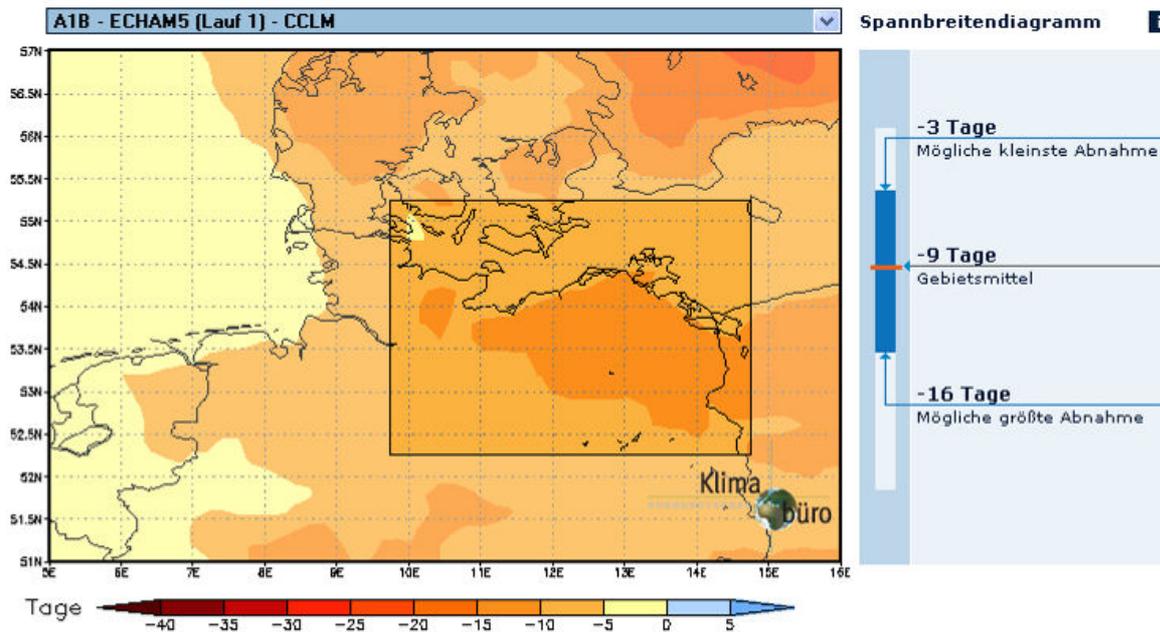


Abbildung 6: Änderung der Eistage für den Zeitraum 2021 - 2050

Quelle: Norddeutsches Klimabüro: http://www.norddeutscher-klimaatlas.de/klimaatlas/2021-2050/jahr/eistage/ostseekueste/a1-b_echam5-lauf-1_cclm.html (2013-01-04)

Im Winter ist von einer deutlichen Abnahme der Frost- und Eistage⁴ auszugehen. Die Abbildung 6 zeigt die mittlere Abnahme der Eistage an der deutschen Ostseeküste. Im Referenzzeitraum 1961 - 1990 sind jährlich durchschnittlich 21,4 Tage als Eistage eingestuft worden. [5] Die Anzahl der Eistage könnte nach Aussage des Norddeutschen Klimaatlas im Zeitraum von 2021 - 2050 um 9 Tage zurückgehen. [4] Bis zum Ende des Jahrhunderts könnten Tage, an denen die Temperatur nicht über 0°C steigt, ein seltenes Phänomen sein.

Meeresspiegelanstieg

Der Meeresspiegelanstieg wird voraussichtlich für viele küstennahe Bereiche der Welt verheerende Auswirkungen haben. Für einige Inseln der Erde bedeutet diese Klimaänderung wohl das Ende ihrer Existenz. Länder mit breiten Küstenregionen müssten hohe Investitionen zur Minimierung dieser Auswirkungen vornehmen. Im letzten Jahrhundert hat sich der Meeresspiegel global um 20 cm erhöht. Auch diese Meeresspiegeländerungen verhalten sich jedoch regional unterschiedlich. So ist der Wasserstand in der südlichen Ostsee im gleichen Zeitraum nur um 14 cm gestiegen.

Studien weisen darauf hin, dass wahrscheinlich eine weitere Geschwindigkeitszunahme für den Meeresspiegelanstieg erfolgen wird. So ist auch die momentane Wasserstandszunahme höher als noch am Anfang des Jahrhunderts. Bei Annahme eines konstanten Anstiegs kann in 100 Jahren von einer Erhöhung des Meeresspiegels von 30 cm ausgegangen werden. [1] S. 26, 40

Das IPCC geht laut 3. Bericht von einer Meeresspiegelerhöhung um 18 - 59 cm bis zum Ende des Jahrhunderts aus. Viele Klimatologen gehen jedoch bereits von höheren Anstiegen

⁴ Tage an denen der maximale Temperaturwert nicht über 0°C steigt

für den genannten Zeitraum aus. Die, vom IPCC getroffene Annahme, kann sich durch unerwartet starkes Schmelzen von Festlandeismassen, insbesondere des grönländischen Eisschildes, noch erhöhen. Für die Ostsee wurde bisher keine Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs registriert.

Diese Anstiegswerte des Meeresspiegels werden Auswirkungen auf das Leben und die Wirtschaft in Europa haben. 1,6 Mio. Europäer leben in küstennahen Zonen, die bis zum Jahr 2080 mit Überschwemmungen in Folge des steigenden Meeresspiegels zu kämpfen haben werden. [6] In der Wirtschaft sind Häfen und hafenaffine Industrieunternehmen besonders betroffen. Wie die Abbildung 4 gezeigt hat, sehen Verantwortliche der jeweiligen Häfen besonders im Anstieg des Meeresspiegels eine Gefahr für den reibungslosen Hafenbetrieb. In der Abbildung 7 wird am Beispiel Travemündes die Auswirkung einer Sturmflut⁵ dargestellt. Die hellgrün markierten Flächen sind gegenwärtig zu schützende Gebiete bei einer sehr hohen Sturmflut (Referenz Novembersturmflut 1872). Dunkelgrün gekennzeichnet sind Gebiete, vorwiegend im Randgebiet hellgrüner Flächen liegend, die zusätzlich betroffen wären, wenn eine Flut mit einem zusätzlich angenommenen Meeresspiegelanstieg von 80 cm für das Jahr 2100 eintreten würde.

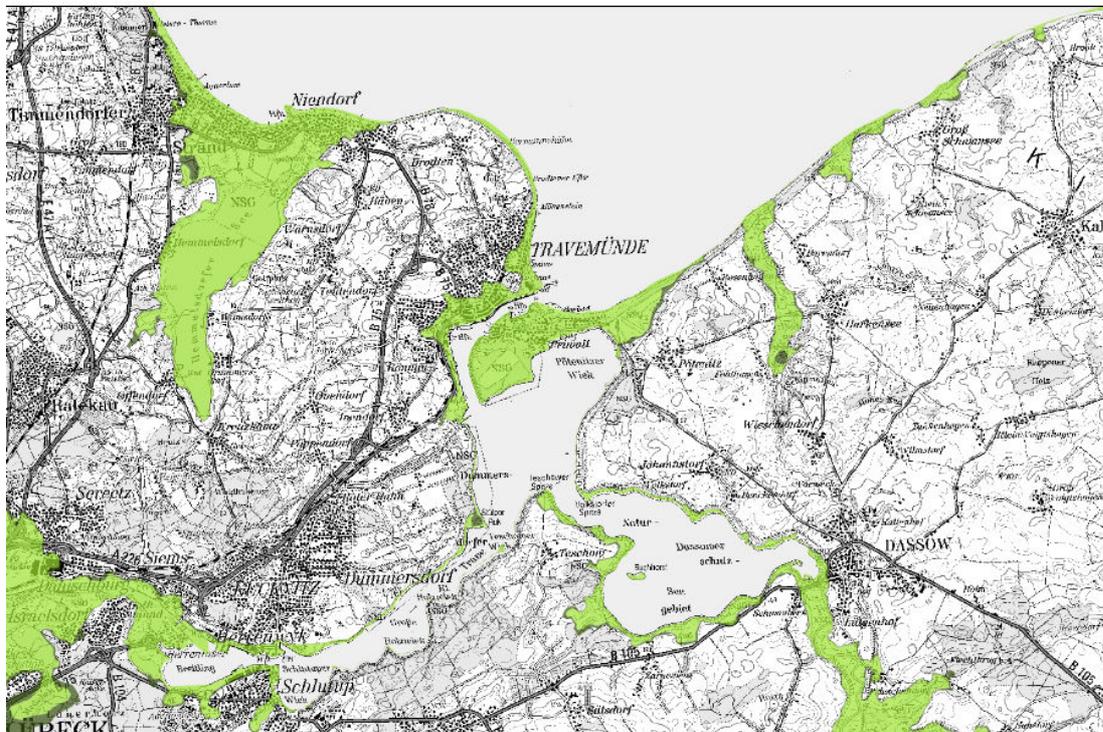


Abbildung 7: Zu schützende Gebiete bei einer Sturmflut in Travemünde

Quelle: Norddeutsches Klimabüro: Küstenschutzbedarf an der Ostseeküste - heute und in Zukunft, <http://www.kuestenschutzbedarf.de/ostsee.html> (2013-02-06)

⁵ Als Beispiel für eine Sturmflut dient in diesem Zusammenhang die Sturmflut aus dem Jahr 1872 mit einer maximal gemessenen Wasserstandserhöhung von 3,3 m.

Niederschlag

Die Zusammensetzung der Niederschlagsmenge innerhalb eines Jahres hat sich zunehmend verändert. Regionale Unterschiede bei der Änderung der Zusammensetzung sind besonders im Sommer zu erkennen. Während in Nordeuropa ganzjährig mehr Niederschlag fällt, als noch zu Beginn des Jahrhunderts, sind die Sommer im südlichen Bereich der Ostsee immer trockener geworden. [1] S.24,35

Die Abbildung 8 stellt die möglichen mittleren Niederschlagsänderungen für die Jahre 2071 - 2100 im Sommer dar. Dem gegenüber steht die in Abbildung 9 dargestellte mögliche Zunahme der Niederschläge im Winter für den gleichen Zeitraum von 2071 - 2100 um durchschnittlich 25 %. Auffallend ist die Breite des Erwartungsbereichs in beiden Abbildungen, was auf Unsicherheiten der Modelle zur zukünftigen Niederschlagsentwicklung hindeutet. Für die ganzjährige Entwicklung der Niederschläge wird eine leichte Zunahme von ungefähr acht Prozent angenommen. [1] S. 35

Ostseeküste: Mögliche Änderung des Niederschlags im Sommer bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990)

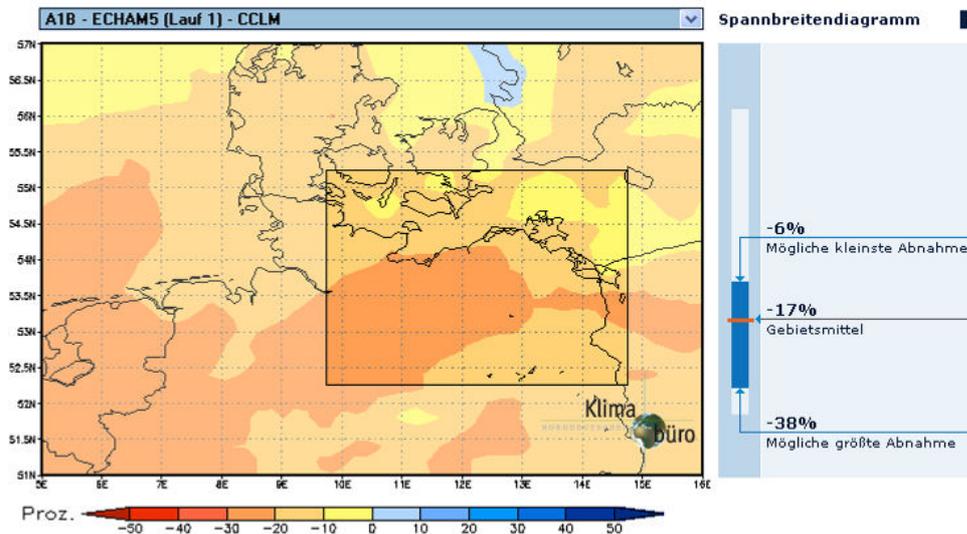


Abbildung 8: Mittlere Änderung des Niederschlags im Sommer für die Jahre 2071 - 2100

Quelle: Norddeutsches Klimabüro: http://www.norddeutscher-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/sommer/niederschlag/ostseekueste/a1-b_echam5-lauf-1_cclm.html (2013-01-04)

Ostseeküste: Mögliche Änderung des Niederschlags im Winter bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990)

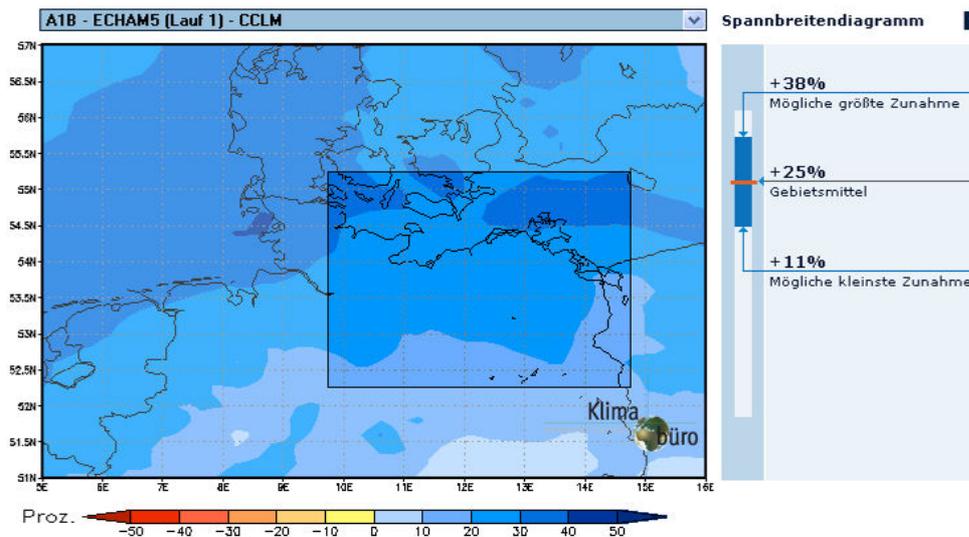


Abbildung 9: Mittlere Änderung des Niederschlags im Winter für die Jahre 2071 - 2100

Quelle: http://www.norddeutscher-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/winter/niederschlag/ostseekueste/a1-b_echam5-lauf-1_cclm.html (2013-01-04)

Wind

Die Windgeschwindigkeiten haben sich im letzten Jahrhundert nicht signifikant verändert. Nach Jahren mit höheren durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten folgten auch wieder Jahre, in denen der Durchschnitt niedriger war als der Mittelwert von 4,7 m/s. [5] Für das Ende des Jahrhunderts wird eine Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeit in Höhe von drei Prozent erwartet (siehe Abbildung 10). Die Winterwindgeschwindigkeiten können sogar um bis zu 14 % ansteigen. [1] S. 38

Ostseeküste: Mögliche Änderung der mittleren Windgeschwindigkeit im Jahresmittel bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990)

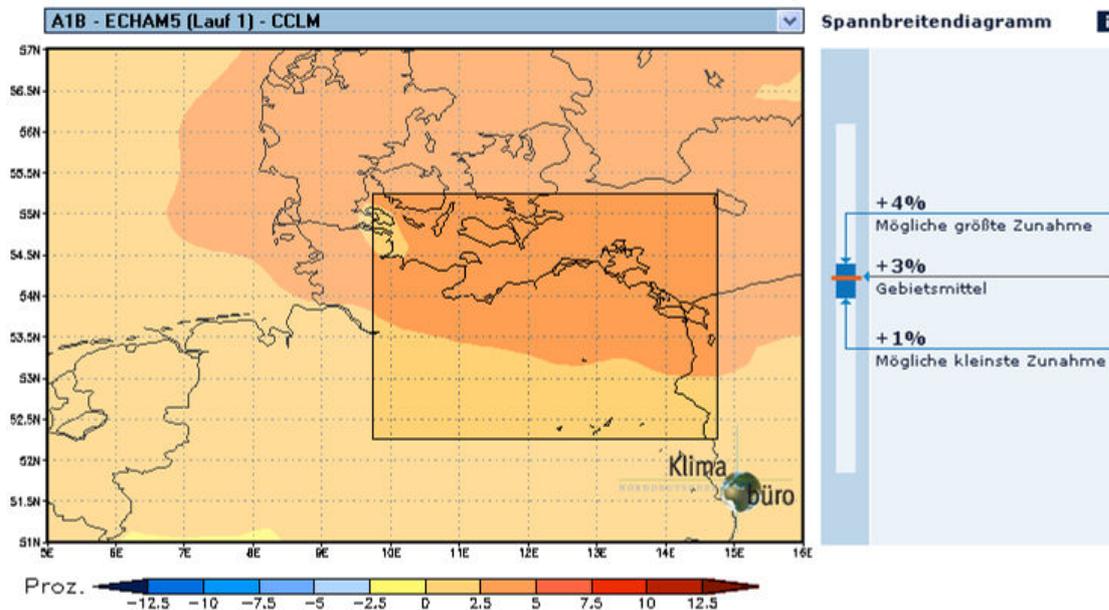


Abbildung 10: Mittlere Zunahme der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit für den Zeitraum 2071 - 2100

Quelle: Norddeutsches Klimabüro: http://www.norddeutscher-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/jahr/mittlere-windgeschwindigkeit/ostseekueste/a1-b_echam5-lauf-1_cclm.html (2013-01-04)

Für die Sturmintensität ist kein Trend einer Zunahme zu erkennen. Die Schäden infolge von Stürmen haben zwar zugenommen, was aber lediglich auf eine zunehmende Bebauung der Küstengebiete zurückzuführen ist. Für die weitere Entwicklung der Sturmintensität wird vorwiegend im Winter eine Zunahme von acht Prozent zu erwarten sein. Die Stürme im Sommer bleiben voraussichtlich weiterhin von gleicher Intensität. [1] S. 38

Seegang und Sedimenttransport

Die Sturmfluthäufigkeit hat im letzten Jahrhundert leicht zugenommen, da hohe Wasserstände, die als Sturmflut klassifiziert werden, durch den Meeresspiegelanstieg ein höheres Ausgangsniveau vorfinden. Die Anzahl zukünftiger Sturmfluten pro Jahr ist abhängig von der weiteren Entwicklung des Meeresspiegels, der Windgeschwindigkeit sowie der Windrichtung. Ändert sich die Windrichtung zieht das eine Richtungsänderung des Wellengangs nach sich (Abbildung 11). Für den Bereich der südlichen Ostsee wird eine Zunahme westlicher bzw. nordwestlicher Wellenrichtungen angenommen und eine Abnahme nördlicher und nordöstlicher Wellenrichtungen. [7] S. 111

Für die mittlere Wellenhöhe und die mittlere Wellenperiode⁶ wird von einer leichten Abnahme von weniger als drei Prozent ausgegangen. Die Änderung der Wellenanlaufrichtung führt auch eine veränderte Sedimenttransportkapazität mit sich. Für den Bereich Travemünde wird durch die Abnahme der Nord- und Nordostwinde eine Abnahme der Sedimenttransportkapazität in Querrichtung zur Fahrrinne erwartet.

⁶ Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Wellenmaxima an einem Ort.

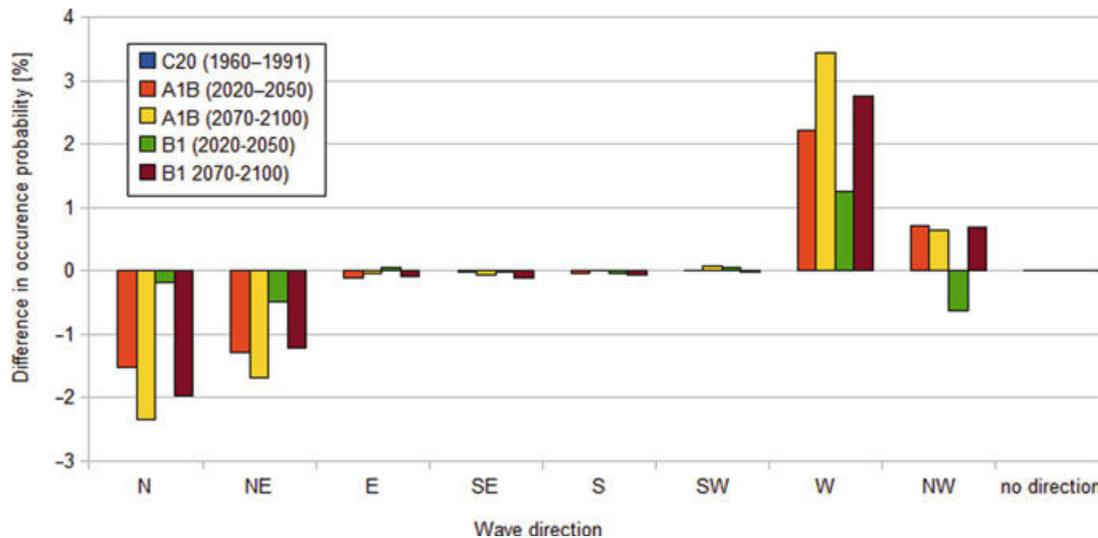


Abbildung 11: Wellenrichtungsänderung für den Bereich der deutschen Ostseeküste

Quelle: Fröhle, P., Schlamkow, C., Dreier, N., Sommermeier, K.: *Climate Change and Coastal Protection: Adaption Strategies for the German Baltic Sea Coast*, in: *Global Change and Baltic Coastal Zones*, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2011

Eis

Die Eisbedeckung der Ostsee ist besonders in den nördlichen und östlichen Bereichen der Ostsee über die Wintermonate ein normales Ereignis. Im November beginnend, erreichen die Eisflächen ihre maximale Ausdehnung im Februar und März. Durch den Anstieg der Temperatur kommt es in der Ostsee zu einer Abnahme der Eisbedeckung. Sowohl die Dicke der Eisschicht als auch die Ausdehnung an der Oberfläche sind im letzten Jahrhundert deutlich zurückgegangen. Auch zukünftig wird ein weiterer Rückgang der mit Eis bedeckten Flächen um 57 - 70 % erwartet. Für den nördlichen Bereich der Ostsee wird sich die Zeit der Eisbedeckung um ein bis zwei Monate verkürzen, in mittleren Ostseegebieten sogar um zwei bis drei Monate. Komplett eisfrei wird die Ostsee jedoch bis zum Ende des Jahrhunderts nicht sein. [1] S. 25, 38

3.2 Veränderungspotentiale verschiedener Klimaparameter

Der Klimawandel wird weltweit schwerwiegende Auswirkungen haben. Um diese so gering wie möglich zu halten, sind vor allem zwei Maßnahmen notwendig: zum einen die Anpassung an bereits eintretende Klimaänderungen und zum anderen der gewissenhafte Umgang mit der Umwelt zur Minimierung weiterer Klimaänderungen.

Für Wirtschaftsunternehmen ist die Anpassung an sich ändernde Umweltbedingungen von Bedeutung, um sich auch zukünftig am Markt zu positionieren. So wird der Klimawandel Einfluss auf die Standortbedingungen der Unternehmen, auf den Bedarf an Gütern und die daraus resultierenden weltweiten Güterströme nehmen.

Der folgende Abschnitt stellt die Veränderungspotentiale verschiedener Klimaparameter dar. Dabei wird auf Risiken aber auch auf die Chancen eingegangen, die der Klimawandel mit sich bringen kann. Die Bewertung der verschiedenen Klimaparameter hinsichtlich ihrer Risiken und Chancen wurde durch eigene Betrachtungen und in Abstimmung mit Verantwortlichen der LHG, der Lübeck Port Authority (LPA) und dem IÖW entwickelt. Die Bewertung erhält Einschätzungen der Klimaentwicklungen für den Bereich der öffentlichen Lübecker Häfen sowie für deren see- und landseitige Anbindungen.

In diesem Abschnitt werden mehrere Klimaparameter hinsichtlich ihrer Chancen und Risiken für die öffentlichen Lübecker Häfen bewertet. Da die Szenarien der Klimaentwicklungen gleich wahrscheinlich sind (s.o.), werden nur Änderungstendenzen der Klimaparameter und deren Auswirkungen im Hafensbereich beschrieben.

Temperatur

Die steigende Lufttemperatur wird für den see- und landseitigen Zulauf der Häfen einen vorwiegend positiven Effekt haben, welcher besonders in den Wintermonaten zum Tragen kommen dürfte. Die wahrscheinliche Abnahme der als Frost- und Eistage kategorisierten Tage pro Jahr und die damit voraussichtlich sinkenden Schnee- und Eismengen führen zu einer erhöhten Erreichbarkeit des Hafens und zu einer gesteigerten Pünktlichkeit der Schiffe, Straßenfahrzeuge und Züge. Probleme bestehen dennoch nach wie vor bei Eintritt von extremen Wintereinbrüchen.

Die Verringerung der Schnee- und Eislasten auf den Terminalflächen hat eine Reduzierung der Ausfälle in den Betriebsabläufen, eine Abnahme von Streu- und Eisbefreiungsmaßnahmen sowie bessere Verkehrsbedingungen zur Folge. Der Einsatz von Eisbrechern zur Aufrechterhaltung der Befahrbarkeit der Fahrrinne wird von abnehmender Häufigkeit sein. Eine Kostenreduzierung ist durch die Abnahme von Schneeräumungen und Enteisungen der Verkehrsflächen, Eisbrechereinsätzen auf der seeseitigen Zufahrt sowie die Verringerung der durch Frost bedingten Schäden an Supra- und Infrastrukturen zu erwarten. Baumaßnahmen würden durch die Frostabnahme in den Wintermonaten weniger gestört werden und könnten mit erhöhter Planungssicherheit durchgeführt werden.

Der Kraftstoffverbrauch der Maschinen und Umschlaggeräte wird durch eine höhere Effizienz bei wärmeren Temperaturen abnehmen. Ein höherer Energieverbrauch wird hingegen für das Kühlen der Kühlcontainer notwendig sein. Alle Ausfälle von Kühlsystemen und Unterbrechungen in den Kühlketten hätten schneller schwerwiegende Folgen für die Qualität der zu kühlenden Produkte. Durch die erhöhte durchschnittliche Lufttemperatur werden wahrscheinlich mehr Tage in die Kategorie der Sommertage und heiße Tage⁷ fallen. Die Folgen können Verschlechterungen des Arbeitsklimas in Büroräumen und in den Fahrerkabinen der Umschlaggeräte und damit ein Mehrverbrauch an Energie durch den Betrieb von Klimaanlage sein. Der Transport und die Lagerung verderblicher Waren werden technisch aufwendiger und erfordern erhöhte Aufmerksamkeit, was zu Störungen im geordneten Be- und Entladeprozess führen kann. Warme Temperaturen bieten zudem ideale Bedingungen für eine schnelle Ausbreitung und Vermehrung von Schädlingen. Diese Schädlinge können zunehmende Schäden bei der Lagerung von Waren wie z.B. Papier verursachen.

Die Erhöhung der durchschnittlichen Wassertemperatur kann zu einem Anstieg der mikrobiellen Aktivität im Wasser und damit zur erhöhten mikrobiellen Korrosion⁸ an den Kaianlagen führen. In der Regel sind Schäden aufgrund von mikrobiellen Vorgängen jedoch in den Berechnungen für die Lebensdauer von Kaimauern und der Aufrechterhaltung aller Stabilitätskriterien als Zuschlag bereits enthalten.

⁷ Tage an denen die maximale Temperatur 30°C übersteigt

⁸ Mikrobielle Korrosion ist ein durch Bakterien beschleunigtes Rosten von Stahlbauteilen.

Niederschlag

Für den Niederschlag wird über das Jahr gesehen eine Zunahme erwartet. Lediglich im Sommer könnte die Summe der Niederschläge im Vergleich zu heute geringer sein. Die Nutzungsdauer von Planen und Abdeckungen könnte aufgrund stärkerer Abnutzung durch zunehmende Witterungseinflüsse abnehmen. Insgesamt kann steigender Niederschlag für den Ladungsumschlag als negativ bewertet werden. Zusätzliche wettergeschützte Verladebereiche müssten eingerichtet werden, um störungsfreie Verladeprozesse zu gewährleisten.

Potenziell zunehmende Starkregenereignisse fordern vor allem die Belastbarkeit der Entwässerungssysteme, rufen aber auch zusätzliche Schäden an Waren und Ladungsträgern hervor. Die Statik der Dächer von Lagerhallen und Gebäuden muss aufgrund der Gesamt- und Starkregenereignisse erneut bemessen werden. Wasserschäden in den Gebäuden werden vermehrt auftreten, wenn keine präventiven Maßnahmen ergriffen werden.

Auf die seeseitigen Anbindungen sollten zusätzliche Regenereignisse keinen bedeutenden Einfluss nehmen. Im landseitigen Hinterlandverkehr sowie bei den Verkehrsströmen innerhalb des Terminals müsste jedoch mit Einschränkungen im Betriebsablauf gerechnet werden. Überschwemmungen von Straßen oder Gleisabschnitten sind dabei die Extremfälle.

Vor potenziell zunehmenden Hagelereignissen müssten die gelagerten Waren auf den Terminalflächen besser geschützt werden. Es besteht ein erhöhter Lagerflächen- und Umfuhrbedarf, da Freiflächen je nach Stärke des Hagelschauers nicht genutzt werden können.

Insgesamt sind für zunehmende Niederschlagsereignisse überdachte Umschlagflächen notwendig, um Schäden und Ausfallzeiten zu minimieren. Durch den wahrscheinlich abnehmenden Anteil des Schneefalls könnten sich jedoch die negativen Auswirkungen auf den Terminalbetrieb verringern.

Wind

Die Erhöhung der mittleren Windgeschwindigkeit wird auf den Hafenbetrieb voraussichtlich keinen Einfluss nehmen, da es sich wahrscheinlich nur um geringere Veränderungen handelt. Stürme nehmen deutlich mehr Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Häfen. Da die Anzahl der Sturmtage und die Sturmintensitäten im Winter zukünftig ansteigen und im Sommer abnehmen kann, müssen die Folgen je nach Jahreszeit unterschiedlich bewertet werden. Über das Jahr gesehen wird mit einer leichten Zunahme der Stürme gerechnet.

Die voraussichtliche Zunahme der Stürme im Winter erschwert die Navigation der Schiffe im Zulauf der Häfen, was eventuelle Ausfälle oder Verspätungen nach sich ziehen kann. Probleme können auch auf der landseitigen Anbindung als Folge der vermehrten und intensiveren Stürme im Winter entstehen. Als Konsequenz sind Engpässe sowie Rückstau oder Schäden an den Waren zu erwarten. Weiterhin entstehen seeseitig zusätzliche Kosten für den vermehrten Einsatz von Schleppern im Winter.

Zusätzliche Lascharbeiten für die Sicherung von Containern sind vermutlich nicht notwendig. Ein Risiko für den Containerumschlag besteht nur im Ausfall der zulaufenden Warenströme. Die Auflagen für die Statik der Hallen und Gebäude werden sich erhöhen und ziehen zusätzliche Baumaßnahmen nach sich, die zu einer beschränkten Befahrbarkeit des Geländes oder zu vermindert nutzbaren Hallenkapazitäten während der Bauphase führen.

Die Stromversorgung kann, sofern sie noch in Form von Oberleitungen ausgeführt ist, während der Stürme beschädigt werden und zu einer Unterbrechung des Hafenbetriebs führen.

In den Sommermonaten ist durch Abnahme der Sturmtage und Sturmintensitäten von einer Verbesserung der Betriebsabläufe auszugehen. Verminderte Probleme und Kosten entstehen vor allem bei den see- und landseitigen Verkehrsverbindungen. Hallen, Gebäude und Waren könnten im Sommer zunehmend weniger beschädigt werden, als es jetzt noch der Fall ist.

Wasserstände

Der Meeresspiegelanstieg hat für die seeseitige Erreichbarkeit zunächst positive Auswirkungen. Mit Erhöhung des Meeresspiegels können auch tiefergehende Schiffe den Hafen erreichen.

Durch Versandungen der Fahrrinnen sind kontinuierliche Baggerarbeiten notwendig um die Fahrrinne frei zu halten und die notwendigen Tiefgänge für die Seeschiffe beizubehalten. Durch die Erhöhung des Meeresspiegels wären diese Baggermaßnahmen im heutigen Umfang nicht mehr notwendig und demnach als Kostenersparnis zu bewerten.

Im inneren Hafenbereich kann der Meeresspiegelanstieg jedoch nicht positiv gewertet werden. Für die Infra- und Suprastruktur sind Schäden durch Überschwemmungen zu erwarten. Die Überschwemmung tiefliegender Hafenbereiche hat Auswirkungen auf den Hafenbetrieb und kann zu Unterbrechungen im seeseitigen Zu- und Ablauf führen. Die Statik von Gebäuden muss im Fall von einwirkenden Wassermassen überprüft werden. Mit Zunahme von Sturmfluten kommt es vorwiegend zu Einschränkungen im seeseitigen Hafenbetrieb. Erschwerte Navigation und Verzögerungen beim Be- und Entladen stören den reibungslosen Umschlag. Die Schäden an Infra- und Suprastruktur können bis in höher gelegene Gebiete reichen und weitgreifende Einschränkungen im Hafenbetrieb auslösen. Des Weiteren sind betriebliche Ausfallzeiten möglich durch Störungen bei der Stromversorgung.

Fluten bergen aufgrund ihrer Zerstörungskraft auch die Gefahr in sich, umweltgefährdende Substanzen freizusetzen.

3.3 Identifikation des Handlungsbedarfs in den öffentlichen Lübecker Häfen

Das Emissionsszenario A1B des IPCC bildet die Grundlage vieler Klimamodellierungen, da in dem Szenario von ähnlich starken technologischen und wirtschaftlichen Veränderungen ausgegangen wird, wie man sie momentan auch vorfindet. Für die Bewertung des Anpassungsbedarfs der öffentlichen Lübecker Häfen wird demnach auch nachfolgend dieses Szenario zugrunde gelegt.

Alle Szenarien zur zukünftigen Entwicklung des Klimas sind auf Perioden von mindestens 30 Jahren angelegt und beziehen sich vorwiegend auf die zweite Hälfte des Jahrhunderts. Die nachfolgende Grafik zeigt die Planungshorizonte, der von der Stanford University befragten Häfen aus der bereits im Abschnitt „Die Folgen des Klimawandels für die Ostseeregion“ erwähnten Umfrage. Über 70 % der befragten Häfen planen ihre wichtigsten Investitionen nicht länger als 15 Jahre voraus. Nur fünf Prozent der Häfen legen ihren Planungshorizont auf bis zu 50 Jahre. 41 % haben nur einen sehr kurzfristigen Planungszeitraum von 5 Jahren, um sich möglichst schnell an neu entstandene Situationen anzupassen.

Diese Umfrage zeigt, dass der für das Tagesgeschäft der Hafenplaner interessante Planungszeitraum offensichtlich nicht in Übereinstimmung mit den Zeiträumen der potenziellen Klimaänderungen steht. Demzufolge werden Klimaszenarien, die auf das Ende des Jahrhunderts abzielen, nur bedingten Einfluss auf die aktuellen Entscheidungs- und Investitionspläne der Häfen nehmen.

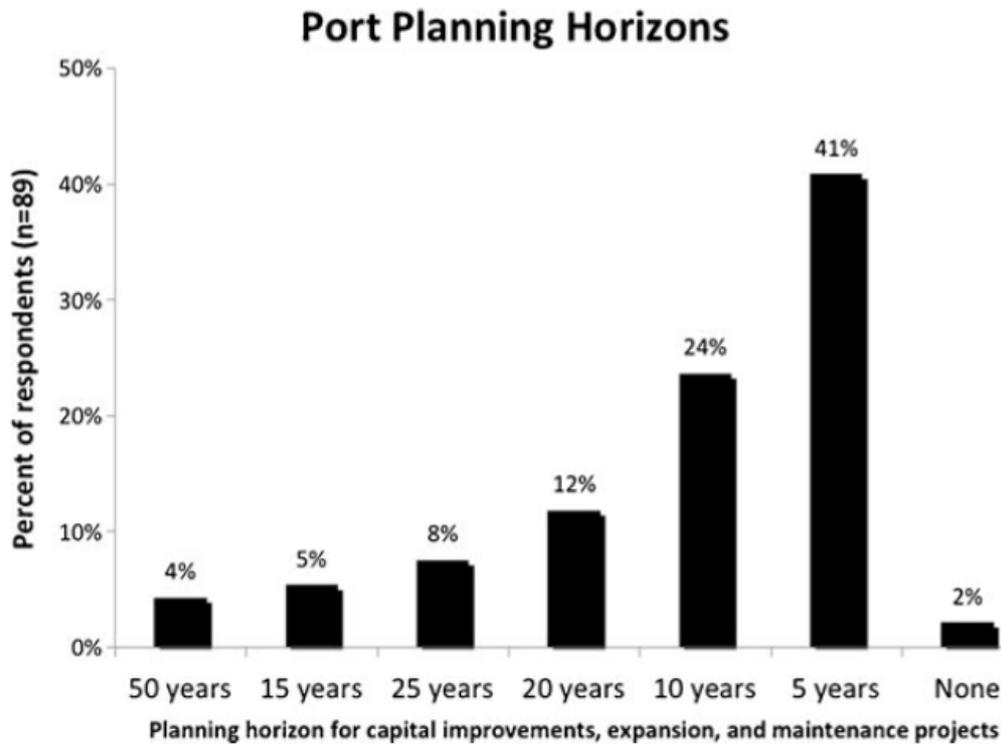


Abbildung 12: Planungshorizonte der Häfen

Quelle: Becker, Austin: *Climate Change Impacts on International Seaports: Knowledge, Perceptions and Planning Efforts among Port Administrators*, Springer Science+Business Media B.V., 2011, S. 17

Die Planungshorizonte der Häfen begründen sich zum Teil in den nicht längerfristig vorhersehbaren, wirtschaftlichen Entwicklungen der Industrie sowie in den Lebensdauern der Hafenanlagen und -ausrüstung. Die United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) hat zur Verbesserung der Integration von Entwicklungsländern in den Welthandel im Jahr 1985 ein Handbuch zur Hafenentwicklung veröffentlicht. Dieses Handbuch hat bis heute keine umfassende Aktualisierung erhalten und ist weiterhin als Grundlage für den Bau und die Entwicklung von Häfen zu sehen. Die nachfolgende Grafik ist dem Handbuch entnommen und zeigt die mittlere Lebensdauer von Hafenanlagen und -ausrüstung. Aufgrund von technischen Innovationen und der Verwendung unempfindlicherer Materialien ist die Lebensdauer der dargestellten Elemente heute länger. Dies geht oftmals mit Kostensteigerungen einher und wird von Anwendungsfall zu Anwendungsfall abgewogen. Die Zusammenstellung kann daher weiterhin als Leitfaden gesehen werden.

Tabelle 6: Mittlere Lebensdauer von Hafenanlagen und -ausrüstung

Durchschnittliche wirtschaftliche Lebensdauer von Hafenanlagen und -ausrüstung	
Anlagen und Ausrüstung	durchschnittliche wirtschaftliche Lebensdauer (Jahre)
Wellenbrecher	50
Kaianlagen	
Betonkonstruktionen	40
Stahlkonstruktionen	25
Gummi Fender	10
Schlepper	20
Lotsenboote	20
Lager und Hallen	25
Greifkran	20
Kaikran	20
Portalkran	15
Mobiler Autodrehkran	8
Mobiler Turmkran	15
Schwimmkran	20
Schiffsbelader	25
Stapler und Rückladegeräte	25
Förderbandanlagen	20
Gurtbänder	3
Tragrollen	7
Mobile Schaufellader	6
Portalhubwagen	6
Zugmaschinen und Trailer	8
Ro/Ro Rampen	15
Gabelstapler	8
Kipper	6

Quelle: in Anlehnung an: UNCTAD: Port development - A handbook for planners in developing countries, United Nations Publications, New York, 1985, S. 115

Für die drei nach ihrer Funktion abgegrenzten Abschnitte primärer Hafenbereich, Hafenbetrieb und sekundärer Hafenbereich wird nach den vorangegangenen allgemeinen Betrachtungen im Folgenden näher auf den konkreten Anpassungsbedarf eingegangen.

Primärer Hafenbereich

Als primärer Hafenbereich werden in dieser Untersuchung die Funktionseinheiten des Hafens bezeichnet, die direkt an dem Umschlag an der Kaikante beteiligt sind. Der Tabelle 6 kann man entnehmen, dass die Kaianlagen auf eine Lebensdauer von bis zu 50 Jahren ausgelegt sind. Durch neuwertige Stahllegierungen, Rostschutzmittel oder kathodischen Korrosionsschutz⁹ haben sich die Lebensdauern etwas verlängert. Mikrobielle Korrosion findet aufgrund der wärmeren Wassertemperaturen vermehrt statt, wird aber bei dem Bau der Kaimauern mit eingerechnet und erhöht sich nicht in dem Maße, um sofortige Gegenmaßnahmen einleiten zu müssen.

⁹ Schutz von Stahl vor Korrosion mit Anlegen von Strom, wodurch eine Ionenwanderung vom Metall zum Wasser oder Erdreich unterbunden wird und eine Korrosion nicht mehr möglich ist.

Die Höhe der Kaianlagen in Travemünde beträgt ca. 2,5 m. Als Bemessungsgrundlage dienen die Höhe einer Sturmflut, die für den Bereich Lübeck auf eine Höhe von 1,7 m festgelegt wurde und eine zusätzlich wirkende Wellenhöhe von 60 cm. Weitere 20 cm wurden über die Bemessungsregeln hinaus bereits als zusätzlicher Puffer gewählt. Sollte sich der Meeresspiegel gemäß dem A1B Emissionsszenario im Zeitraum 2021 - 2050 um 20 cm erhöhen, würde der zusätzliche Puffer geringer, aber die baulichen Vorschriften nicht überschritten werden. Langfristig muss dennoch besonders am Skandinavienkai der Anstieg des Meeresspiegels in die Planung der Kaimauern eingerechnet werden, da eventuelle Sturmfluten, die durch das höhere Ausgangsniveau eine zunehmende Gefahr darstellen können, besonders stark das an der Mündung der Trave liegende Terminal treffen werden.

Im Falle einer Jahrhundertflut, vergleichbar mit der Sturmflut 1872, würden die Terminalflächen überflutet werden, was zu einer vorübergehenden Unterbrechung des Hafensbetriebes in den betroffenen Bereichen führen würde. Bei dem Bau von Öllagerstätten und Stromleitungen wurde die Höhe dieser Flut von 3,3 m jedoch berücksichtigt. Ein weiterer Nachteil des Meeresspiegelanstiegs ist der steigende Winkel der Auffahrampen. Dies kann Probleme beim Befahren mit tiefliegenden Fahrzeugen mit sich bringen. Unterbodenschäden oder sogar die Unterbrechung des Ladevorgangs durch Aufliegen des Fahrzeugs können die Folgen sein.

Der Umschlag an den Kaimauern wird durch den wahrscheinlich zunehmenden Westwind und die daraus resultierenden abnehmenden Wellenhöhen zuverlässiger zu gestalten sein. Auch hier ist wieder besonders das Terminal Skandinavienkai betroffen, da es aufgrund seiner geringen Entfernung zur offenen Ostsee stärker vom Wind beeinflusst wird, als die Terminals Trave-aufwärts.

Mit der potenziellen Zunahme der Stürme im Winter wird die Ankunftsgenauigkeit der Schiffe gestört. Das Anlegen der Schiffe kann durch böige Winde erschwert werden und dadurch den Be- und Entladevorgang verzögern. Beim Umschlag von Leercontainern ist besondere Vorsicht und Behutsamkeit notwendig, was eventuelle Zeitverzögerungen mit sich bringen kann. Gänzlich andere Auswirkungen könnte es im Sommer geben. Hier kann durch abnehmende Sturmhäufigkeiten sogar eine höhere Zuverlässigkeit erwartet werden.

Die Anpassungen an den Klimawandel und hier insbesondere an den potenziell steigenden Meeresspiegel müssten vorwiegend beim Bau von Wellenbrechern und Hochwasserschutzanlagen berücksichtigt werden, da sie die längsten Lebensdauern aller Hafeninfr- und Suprastrukturelemente haben. Dies liegt in der Obliegenheit des Bundes und betrifft die Lübecker Hafenwirtschaft damit nur mittelbar.

Hafenbetrieb

Auf den Hafenbetrieb können viele Klimaparameter Einfluss nehmen. Im Falle einer Sturmflut, die die Höhe der Kaimauern übersteigen sollte, würde das Terminalgelände teilweise unter Wasser stehen und viele Umfuhr- und Zufahrtmöglichkeiten unterbinden. Um langfristige Schäden und Betriebsausfälle zu vermeiden, sind hochempfindliche Anlagen, wie die Elektronik und Stromversorgung bereits heute gegen eine Überflutung weitestgehend geschützt. Wassereintritt in den Papierlagern zieht dagegen schwere finanzielle Verluste nach sich.

Die ordnungsgemäße Papierlagerung kann auch durch die Zunahme der Temperaturen gefährdet werden. Die Ausbreitung und Vermehrung von Schädlingen, die bisher in den mitteleuropäischen Gebieten kaum oder nicht vorhanden waren, würde durch die höheren Temperaturen im Sommer und durch den Wegfall vieler Frosttage erleichtert. Papier hat

zudem die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus dem Raum aufzunehmen, was zur Schimmelbildung führen kann und z.B. die Vermehrung der bereits auftretenden Papierlaus weiter begünstigt.

Die steigenden Temperaturen haben Einfluss auf das Arbeitsklima auf den Terminals. Mit zunehmendem Einsatz von Klimaanlage wie z.B. in den Büroräumen im zentralen Verwaltungsgebäude der LHG am Terminal Skandinavienkai erhöht sich der Energieverbrauch. Gleiches gilt für die Fahrerkabinen der Umschlaggeräte. Die Effizienz der Geräteantriebe wird hingegen bei zunehmenden Temperaturen erhöht.

Besonders auf dem Terminal Seelandkai muss durch den erhöhten Containeranteil auf den Inhalt der Ladeeinheiten geachtet werden. Die Aufrechterhaltung der Qualität schnell verderblicher Waren wird besonders durch die Lufttemperaturerhöhung im Sommer erschwert. Die Organisation eines schnellen Weitertransports bzw. eine schnelle Kühlung der Waren erfordern besonderen logistischen Aufwand. Die Anzahl von Kühlcontainern wird sich erhöhen und einen gesteigerten Bedarf an Stromanschlusstellen nach sich ziehen.

Im Winter kann durch den Temperaturanstieg und die dadurch wegfallenden Schnee- und Eismengen von einer gesteigerten Zuverlässigkeit ausgegangen werden. Da bereits gegenwärtig viele Wintertage im Bereich der Null-Grad-Grenze liegen, wird sich die Niederschlagszusammensetzung durch die Temperaturerhöhung stark verändern. Die mögliche Reduzierung von Schneefall im Winter sorgt für eine geringere Belastung der Dächer von Hallen und Gebäuden und kann somit zu einer erhöhten Sicherheit der in den Gebäuden arbeitenden Menschen und eingelagerten Waren sowie langfristig zu kostengünstigeren Konstruktionen führen.

Auf den Terminalflächen sind wahrscheinlich weniger Räum- und Streumaßnahmen notwendig. Ein deutlicher Vorteil daraus entsteht vor allem für den Skandinavienkai, der durch eine hohe Dichte ein- und ausfahrender Fahrzeuge gekennzeichnet ist. Der kombinierte Ladungsverkehr an dem internen Bahnterminal ist folglich auch weniger von schneebedingten Ausfällen betroffen.

Gleiche positive Folgeerscheinungen resultieren aus der Abnahme der Eistage. Jedoch kann es durch die erhöhten Regenmengen im Winter zu vermehrter überfrierender Nässe in den Nachtstunden kommen. Rutschende Ladungsträger können eine Gefahr für andere Fahrzeuge, Gebäude oder sich auf dem Gelände befindliche Mitarbeiter darstellen.

Mit voraussichtlich 22 % mehr Niederschlag im Winter für den Zeitraum von 2071 - 2100 sind die Entwässerungssysteme der Terminalanlagen besonders gefährdet. Da die Niederschlagsmengen auch zunehmend als Starkregengüsse fallen können, werden kurzfristige Überlastungen der Drainageanlagen auftreten. Die Folgen wären vorübergehend überflutete Terminalflächen und Zufahrten, die zu Verspätungen im Be- und Entladeprozess führen. Der Ausbau der Entwässerungsanlagen muss im Fokus der Hafenplaner stehen, denn mit einer möglichen Steigung der Niederschlagsmengen um die oben genannten 22 % sind zukünftig deutliche Mehrbelastungen zu erwarten.

Das Handling von Papierrollen kann bei Regen ausschließlich auf überdachten Flächen stattfinden, da sich die Nässe schwerwiegend auf die Qualität und Lagerfähigkeit von Papier auswirkt. Hier sind somit zusätzliche Investitionen zu tätigen.

Hagelereignisse sind besonders bei hoher Intensität eine Gefahr für Menschen, Gebäude und Maschinen. Bei extremen Hagelfällen müssen alle Arbeiten von Personen auf dem Terminal vorübergehend eingestellt werden, sofern sie unter freiem Himmel stattfinden. Schäden treten besonders bei Fahrzeugen, Planen, Schutzfolien sowie Dächern auf. Da die

LHG nicht für die Schäden an wartenden Lkw, Pkw oder Trailern verantwortlich gemacht werden kann, fallen vor allem die Schäden an eigenen Umschlaggeräten ins Gewicht.

Bei einer möglichen Zunahme der Windgeschwindigkeiten sind auf dem Terminal leicht verwehbare Gegenstände zu sichern, sowie die Statik von Dächern und Hallen zu überprüfen. Auf dem Seelandkai muss besonders auf die Stapelbarkeit der Leercontainer geachtet werden. Da die durchschnittliche Windgeschwindigkeit voraussichtlich aber nur minimal steigen wird, werden hieraus keine Auswirkungen für den Hafenbetrieb erwartet. Von größerer Bedeutung ist die potenzielle Zunahme der Häufigkeit der Stürme im Winter und deren höherer Windgeschwindigkeit.

Die Lebensdauer von Umschlaggeräten wird analog der Tabelle 6 zwischen 10 und 20 Jahren angenommen. Alle sich verändernden Wetterbedingungen mit Einfluss auf die Funktionalität der Hafengeräte werden in dieser Zeit nicht das Ausmaß angenommen haben, um sofortige Anpassungen in Form von Nachrüstungen an den Geräten oder Neuinvestitionen tätigen zu müssen.

Sekundäre Hafengebiete

Die sekundären Hafengebiete bezeichnen die Anbindungen des Hafens. Zu unterscheiden sind vor allem die landseitigen Hinterlandanbindungen und die seeseitige Ostseeanbindung. Bei der seeseitigen Anbindung wird der steigende Meeresspiegel für Veränderungen sorgen. Mit dem Anstieg des Meeresspiegels wird es tiefergehenden Schiffen möglich sein, die Häfen in Lübeck zu erreichen. Da die Fäh- und Ro/Ro-Schiffe die derzeitigen Grenzwerte jedoch nicht erreichen, beziehen sich die zusätzlichen Befahrungsmöglichkeiten vor allem auf seltenere Anläufe von großen Kreuzfahrt- und Massengutschiffen.

Mit der wahrscheinlichen Zunahme westlicher bzw. nordwestlicher Wellenanlaufrichtungen und der Abnahme aus Richtung Norden und Nordosten wird die Wellenhöhe in der Hafenzufahrt abnehmen. Das kann Vorteile beim Manövrieren der Schiffe mit sich bringen. Gleichzeitig kann dies durch einhergehende häufigere Niedrigwasserstände aber auch zu Tiefgangsproblemen führen.

Mit dem Abriss der Herrenbrücke im Jahr 2006 ist ein Hindernis entfernt worden, das den reibungslosen Schiffsverkehr konstruktiv durch die geringe Durchfahrtshöhe massiv gestört hat. Diese Behinderungen traten nicht nur im seeseitigen Verkehr auf, sondern auch im Straßenverkehr, da durch die Brückenöffnung der Verkehr auch auf den Zufahrtsstraßen zu den Hafenteilen zum Erliegen kam.

Weitere Brücken, bei denen eventuelle maximale Höhengrenzen von Seeschiffen zu beachten gewesen wären, die im Falle des Meeresspiegelanstiegs zu Problemen hätten führen können, sind im Bereich der Zufahrt zu den Lübecker Häfen nicht vorhanden.

Durch die mögliche Abnahme der Sedimenttransportkapazität in Querrichtung zur Fahrrinne könnte sich die Versandung der Fahrrinne vor Travemünde verlangsamen. Zusammen mit der Erhöhung des Meeresspiegels sind folglich weniger Baggermaßnahmen notwendig, was zu einer Reduzierung der hieraus entstehenden Kosten und zu weniger Behinderungen bei der Zufahrt führt.

Die Kosten, die zur Aufrechterhaltung der seeseitigen Erreichbarkeit der Häfen notwendig sind, werden vom Bund getragen, da die Trave eine Bundeswasserstraße ist, somit dem Bund untersteht und folglich bei der Kostenplanung der LHG nicht ins Gewicht fällt.

Mit Erhöhung der Temperaturen werden die Tage, an denen Eisbildungen auf der Trave und in der südlichen Ostsee stattfinden können, wahrscheinlich deutlich reduziert. Maßnahmen,

um diese Wasserbereiche eisfrei zu halten und den Schiffszugang zum Hafen zu sichern, sind folglich weniger notwendig. Dies führt zu einer höheren Zuverlässigkeit des Hafens im Winter und zu einer Kostenersparnis durch die Reduzierung von Eisbrechereinsätzen.

Auf landseitige Anbindungen wie die Autobahnen A1 und A20 wird die Temperaturerhöhung ebenfalls einen positiven Effekt haben. Die Reduzierung der Schneemassen sorgt für einen reibungsloseren Weitertransport ins Hinterland. Die Zuverlässigkeit des Zulieferverkehrs, beispielsweise aus und zum Hamburger Hafen, könnte sich erhöhen. Folglich wird der gebrochene Verkehr von den Versendern weiterhin als gute Möglichkeit nutzbar sein, ihre Waren nicht nur kostengünstig, sondern auch zuverlässig und schnell über den Lübecker Hafen zu routen.

Die hafenanbindenden Infrastrukturen müssten an die voraussichtlich zunehmenden Regen- und Starkregenereignisse angepasst werden. Tiefliegende Straßenabschnitte könnten überschwemmt werden und die Befahrbarkeit dieser Bereiche unmöglich machen.

Eventuell überfrierende Nässe in den Winternächten kann vor allem in den Nacht- und Morgenstunden zu Einschränkungen im Verkehrsfluss führen.

Neben der Beeinträchtigung des Hinterlandverkehrs via Straße können die zunehmenden Starkregenereignisse auch Einfluss auf den Schienenverkehr nehmen. Bahngleise, die aufgrund von Starkregen unterspült werden, sind anschließend nicht mehr mit voll ausgelasteten Zügen befahrbar. Solche Einschränkungen, hervorgerufen durch Schäden an den Gleisanlagen, ziehen oftmals eine längere Reparaturzeit nach sich und sorgen somit für einen schweren Einschnitt in den reibungslosen Hafenbetrieb.

Des Weiteren kann der Bahnverkehr durch die eventuell vermehrt auftretenden Stürme im Winter gestört werden. Umgewehrte Bäume können die Oberleitungen beschädigen und den Zugverkehr für Stunden zum Erliegen bringen.

Die Anhäufung von Sturmereignissen sorgt auch im Straßenverkehr für Behinderungen. Besonders leere Lkw könnten bei Stürmen umgeweht werden und für Unfälle sorgen oder Sperrungen der Anbindungen auslösen. Die Befahrbarkeit von Brücken, auf denen die Angreifbarkeit der Fahrzeuge besonders hoch ist, kann bei hohen Windgeschwindigkeiten besonders riskant bzw. nicht erlaubt sein.

Ein weiteres indirektes Problem bringt die Zunahme der Lufttemperatur im Sommer mit sich. Der Tourismus der Region kann durch die wärmeren Sommer im Bereich der norddeutschen Küste deutlich zunehmen. Ein zunehmender, nicht hafenzugewandter Hinterlandverkehr könnte damit stattfinden, der den reibungslosen Zulieferverkehr bzw. Weitertransport zu und aus dem Hafen massiv beeinträchtigen kann. Während Abfahrten in den Morgenstunden noch weitestgehend störungsfrei ablaufen, nimmt der Urlauber- und Tourismusverkehr am Tag deutlich Einfluss auf die Erreichbarkeit der Häfen. Besonders auf den Zufahrtsstrecken zum touristisch geprägten Ort Travemünde behindern sich die Urlauber- und Güterverkehre gegenseitig.

Das gesamte Anbindungsnetz der Lübecker Häfen ist in seiner momentanen Größe hervorragend an den Güterverkehr angepasst und ermöglicht dem Hafen, seine hohe Abfahrtsdichte anzubieten. Alle zukünftigen Baumaßnahmen an den Hinterlandanbindungen müssen aufgrund der Langlebigkeit von Infrastrukturen rechtzeitig an die zukünftigen Klimaänderungen angepasst werden.

4 Fazit

Auf die zukünftigen Güterströme in der Ostsee kann der Klimawandel einen bedeutenden Einfluss nehmen. Um sich als Hafen auch weiterhin am Handelsmarkt zu positionieren ist es wichtig, die Klimaveränderungen zu kennen und sich an deren Folgen anzupassen.

Als Grundlage dieses Berichts wurde das Emissionsszenario A1B des IPCC herangezogen. Demnach könnte sich der Meeresspiegel der Ostsee bis zum Ende des Jahrhunderts um 18 - 59 cm erhöhen. Dieser Erwartungsbereich kann sich noch nach oben verschieben, wenn gebundene Eismassen an den Polen oder dem grönländischen Schild abschmelzen. Während sich die Windgeschwindigkeiten im Mittel voraussichtlich nur leicht erhöhen, könnte die Sturmhäufigkeit und -intensität im Winter zunehmen. Die Niederschlagsmenge wird wahrscheinlich in den Wintermonaten deutlich zunehmen und im Sommer deutlich sinken. Insgesamt könnte in den Sommermonaten zukünftig eine höhere klimabedingte Zuverlässigkeit des Umschlags möglich sein.

Mit dem Anstieg der durchschnittlichen Temperatur von bis zu 4,8°C bis zum Ende des Jahrhunderts wird sich das Arbeitsklima in den Sommermonaten hingegen verschlechtern. Die Folgen des Temperaturanstiegs werden jedoch besonders im Winter deutlich. Tage, an denen die seeseitige Zufahrt mit Eis bedeckt ist, sowie Niederschläge, welche in Form von Schnee fallen, werden voraussichtlich abnehmen. Diese beiden Faktoren können zu einer Erhöhung der Zuverlässigkeit im Winter führen. Dem stehen die oben genannten erhöhten Regenmengen und Sturmtage mit zunehmender Störung des Hafenbetriebs entgegen. Während im Sommer die positiven Einflüsse potenziell schwerer wiegen, wirken im Winter vermehrt die negativen.

Da sich die Lebensdauer vieler Hafenanlagen sowie der Planungshorizont der Hafenplaner zumeist auf die nächsten 20 Jahre beschränken, die angesprochenen Klimaentwicklungen jedoch vorwiegend auf das Ende des Jahrhunderts abzielen, finden sich zukünftige Klimaeinflüsse bei den Investitionsentscheidungen der Hafenplaner bisher kaum wieder.

Langfristig wird es von entscheidender Bedeutung sein, rechtzeitig alle notwendigen Maßnahmen zu treffen, um ein hohes Maß an Sicherheit und Zuverlässigkeit bei den Umschlagprozessen zu gewährleisten. Neben baulichen Anpassungen der Häfen kann der Klimawandel auch direkten Einfluss auf die Güterstruktur nehmen. Steigender regionaler Tourismus, Verschiebung von Anbauflächen und ein sich ändernder Güterbedarf der Handelspartner sind nur einige klimabedingte Veränderungen, auf die sich die öffentlichen Lübecker Häfen vermutlich einstellen müssen.

Die Klimaentwicklungen zu beobachten und sich mit den voraussichtlichen Auswirkungen zu beschäftigen, kann ein entscheidender Wettbewerbsvorteil sein, um seine Umschlagszahlen zu sichern oder sie sogar auszubauen. Dies gilt insbesondere für die Häfen der westlichen Ostsee. Deren räumliche Nähe, sich überschneidende Aufkommensgebiete, gleiche Zielgebiete sowie ein eingeschränkter Kundenkreis führen dazu, dass auch ein geringer Vorsprung im Vergleich zum Mitbewerber alternative Standortentscheidungen möglich macht.

Bei zukünftigen Investitionsplänen wird die Anpassung an die Klimaänderungen einen wichtigen Entscheidungs- und Kostenfaktor darstellen. Um klimabedingte Ausfälle und Störungen des Hafenbetriebs so gering wie möglich zu halten, müssen alle möglichen baulichen Maßnahmen rechtzeitig getroffen werden. Besonders der steigende

Meeresspiegel und die wahrscheinlich zunehmenden Niederschläge ziehen zum Ende des Betrachtungszeitraums dringenden Anpassungsbedarf nach sich.

Die Hinterlandanbindung der öffentlichen Lübecker Häfen muss den potenziell wachsenden Umschlagzahlen, vor allem aber auch dem zusätzlichen Tourismus angepasst werden, um eine ständige Erreichbarkeit der Häfen zu gewährleisten.

Eine umfassende quantitative Bewertung der Anpassungsmaßnahmen erfolgt im 3. Arbeitspaket des Projektes, dessen Ergebnisse im 2. Teil, ebenfalls in dieser Berichtsreihe, veröffentlicht werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Norddeutsches Klimabüro und Internationales BALTEX-Sekretariat: *Ostseeküste im Wandel – Ein Handbuch zum Forschungsstand*, Geesthacht, 2012.
- [2] Becker, Austin: *Climate Change Impacts on International Seaports: Knowledge, Perceptions and Planning Efforts among Port Administrators*, Springer Science+Business Media B.V., 2011.
- [3] IPCC Workgroup 3: *Emissions Scenarios - Summary for policymakers, Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2000.
- [4] Norddeutsches Klimabüro: *dynamische Navigation durch die Klimaerscheinungen*, <http://www.norddeutscher-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/jahr/durchschnittliche-temperatur/norddeutschland.html> (2013-01-09).
- [5] Expertenbefragung auf Basis des Arbeitspapiers: „Radost Klimaszenarien 120903“, 2012.
- [6] European Environment Agency: *Sea level rise (Clim 012) – Assessment published Sep. 2008*, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/sea-level-rise/sea-level-rise-assessment-published> (2013-01-07).
- [7] Fröhle, P., Schlamkow, C., Dreier, N., Sommermeier, K.: *Climate Change and Coastal Protection: Adaption Strategies for the German Baltic Sea Coast*, in: *Global Change and Baltic Coastal Zones*, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2011.
- [8] PLANCO Consulting GmbH: *Prognose des Seehafenumschlags im Lübecker Hafen bis zum Jahr 2020*, Essen, 2006.
- [9] ISL-Baltic Consult GmbH: *Ermittlung der Kapazitätsreserven der Lübecker Häfen unter Berücksichtigung der vorhandenen PLANCO-Prognose bis zum Jahr 2020*, Lübeck, 2007
- [10] UNICONSULT Universal Transport Consulting GmbH: *Die wirtschaftliche Bedeutung des Lübecker Hafens – Regionalökonomische Verflechtung und Wertschöpfungskette für Stadt und Region – Abschlussbericht*, Hamburg, 2012

Impressum

Herausgeber

Ecologic Institut gemeinnützige GmbH
Pfalzburger Str. 43/44
10717 Berlin
www.ecologic.eu

Inhalt erstellt durch:

CPL Competence in Ports and Logistics
Dierkower Damm 29
18146 Rostock
info@c-pl.de

Web

<http://www.klimzug-radost.de>

Bildrechte

Titel: © Lübecker Hafen Gesellschaft (LHG)

ISSN 2192-3140

Das Projekt "Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste" (RADOST) wird im Rahmen der Maßnahme „Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“ (KLIMZUG) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

